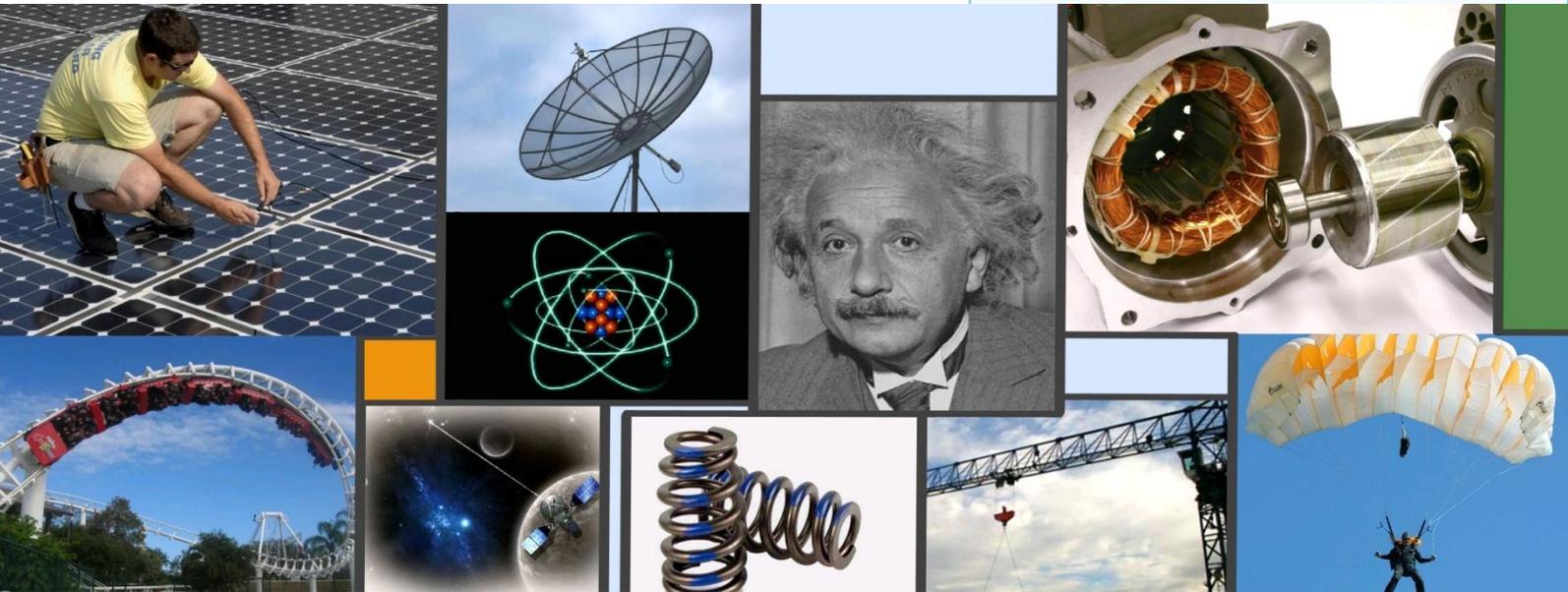




ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



Σεπτέμβριος 2011



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	2
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	6
1 ΣΚΟΠΟΣ.....	1
2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	2
2.1 ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ.....	2
2.2 ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	3
2.3 ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ (ΨΕΠ).....	3
2.3.1 Γενικές πληροφορίες για το ΨΕΠ.....	3
2.3.2 Τύποι Μαθησιακών Αντικειμένων	4
2.3.3 Χρησιμοποιώντας το ΨΕΠ.....	13
2.3.4 Προστιθέμενη αξία του ΨΕΠ στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών	17
2.4 Η ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΒΑΣΗ ΤΟΥ ΨΕΠ.....	18
2.4.1 Θεωρίες μάθησης.....	18
2.4.2 Διδακτικές Προσεγγίσεις του ΨΕΠ.....	20
2.4.2.1 Διερευνητική μάθηση (discovery learning).....	20
2.4.2.2 Προβληματοκεντρική μάθηση (problem-based learning).....	21
2.4.2.3 Προκαθορισμένη πορεία δραστηριοτήτων για οικοδόμηση γνώσης (constructivist-based activities).....	23
2.4.2.4 Συνεργατική οικοδομιστική διδασκαλία	24
2.4.2.5 Διερώτηση (inquiry).....	25
2.4.3 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	26
2.4.3.1 Διερεύνηση της επίδρασης μεταβλητών	26
2.4.3.2 Προβληματισμός	26
2.4.3.3 Συλλογή δεδομένων ή άλλων στοιχείων	27



2.4.3.4	Επεξεργασία και έκφραση ιδεών	27
2.4.3.5	Πρόβλεψη – Παρατήρηση – Ερμηνεία	28
2.4.3.6	Επινόηση μηχανισμού λειτουργίας του φαινομένου/συστήματος	29
2.4.3.7	Επεξεργασία εννοιολογικού μοντέλου	29
2.4.3.8	Επισκόπηση.....	29
3	ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ.....	30
3.1	Γενικές Οδηγίες Χρήσης	30
3.1.1	Συνιστώμενη Ανάλυση Θέασης (Screen Resolution).....	30
3.1.2	Διάταξη Περιεχομένου.....	31
3.1.3	Πλοήγηση Περιεχομένου.....	31
3.1.4	Τεχνικές Ρυθμίσεις	32
3.2	Ειδικές λειτουργίες πλοήγησης και χρήσης.....	35
3.2.1	Οδηγίες προς τον Μαθητή	35
3.2.2	Εκτύπωση Μαθησιακών Αντικειμένων (MA).....	36
3.2.3	Εστίαση σε Εκπαιδευτικά Αντικείμενα.....	37
3.2.4	Αποθήκευση Μαθησιακών Αντικειμένων	38
3.2.5	Αντιγραφή / Επικόλληση Μαθησιακών Αντικειμένων.....	40
3.3	ΚΟΥΜΠΙΑ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	41
3.4	ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΟΙ ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ.....	43
4	ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΨΕΠ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ	46
5	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΨΕΠ	48
5.1	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ01_Έργο σταθερής δύναμης_2.0	48
5.2	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ02_Έργο μεταβλητής δύναμης_2.0	59
5.3	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ03_Ισχύς_2.0	65
5.4	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ04_Κινητική ενέργεια_2.0	73
5.5	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ05_Βαρυτική δυναμική ενέργεια_2.0	85
5.6	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ06_Ελαστική δυναμική ενέργεια_2.0	94



5.7	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ07_Μηχανική ενέργεια και θεώρημα διατήρησης_2.0.....	106
5.8	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ01_Εισαγωγικές έννοιες στην κυματική_2.0.....	120
5.9	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ02_Χαρακτηριστικά μεγέθη ενός κύματος_2.0.....	129
5.10	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ03_Βασικές έννοιες της κβαντικής Φυσικής και του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος_2.0.....	137
5.11	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ04_Ορισμός του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και ερμηνεία του_2.0 143	
5.12	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ05_Φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein_2.0.....	155
5.13	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ06_Εφαρμογές του φωτοκύτταρου και του φωτοστοιχείου_2.0 .	165
5.14	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ07_Μοντέλο του ατόμου_2.0.....	170
5.15	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ08_Μοντέλο Bohr, Ενεργειακές στάθμες_2.0.....	175
5.16	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ09_Φάσματα εκπομπής – απορρόφησης_2.0.....	182
5.17	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ10_Εφαρμογές της ατομικής Φυσικής_2.0.....	188
5.18	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ11_Βασικές έννοιες της πυρηνικής φυσικής_2.0.....	196
5.19	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ12_Περιγραφή Πυρήνα_2.0.....	203
5.20	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ13_Βασικές έννοιες για τη ραδιενέργεια_2.0.....	210
5.21	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ14_Μεταστοιχείωση – Πυρηνικές Αντιδράσεις_2.0.....	217
5.22	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ15_Ομαλή κυκλική κίνηση_2.0.....	226
5.23	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ16_Κεντρομόλος επιτάχυνση και κεντρομόλος δύναμη_2.0.....	237
5.24	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ17_Εφαρμογές Κυκλικής Κίνησης_2.0.....	245
5.25	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ18_Ο Νόμος της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα_2.0.....	256
5.26	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ19_Βαρυτικό πεδίο – Ένταση βαρυτικού πεδίου_2.0.....	264
5.27	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ20_Η κίνηση των πλανητών και των δορυφόρων_2.0.....	273
5.28	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ21_Γεωστατικοί δορυφόροι_2.0.....	284
5.29	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ22_Ροπή δύναμης_2.0.....	289
5.30	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ01_Στροφορμή στερεού σώματος_2.0.....	300
5.31	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ02_Αρχή διατήρησης της στροφορμής_2.0.....	329
5.32	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ03_Γενικευμένος 2ος νόμος του Νεύτωνα_2.0.....	342



5.33	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ04_Αρχή διατήρησης της ορμής – Κεντρική ελαστική κρούση_2.0	359
5.34	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ05_Αρχή διατήρησης της ορμής – Πλαστική κρούση_2.0	377
5.35	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ06_Προέλευση μαγνητικών πεδίων_2.0	390
5.36	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ07_Μαγνητική ροή_2.0	417
5.37	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ08_Ηλεκτρομαγνητική δύναμη Laplace_2.0	422
5.38	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ09_Νόμος του Faraday (μέρος 1 από 2)_2.0	437
5.39	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ10_Νόμος του Faraday (μέρος 2 από 2)_2.0	452
5.40	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ11_Κανόνας του Lenz (μέρος 1 από 2)_2.0	454
5.41	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ12_Κανόνας του Lenz (μέρος 2 από 2)_2.0	462
5.42	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ13_Αυτεπαγωγή – Αμοιβαία επαγωγή_2.0	469
5.43	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ14_Μετασχηματιστές_2.0	475
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	485
	ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ	487



ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 – Δομή του ΨΕΠ	4
Εικόνα 2 – Κείμενο αναφοράς και υπερκείμενο	5
Εικόνα 3 – Επιπρόσθετες πληροφορίες (Ιστοσελίδες).....	5
Εικόνα 4 – Οι δύο εκδόσεις των φωτογραφιών (από DVD – offline)	6
Εικόνα 5 – Φωτογραφίες.....	7
Εικόνα 6 – Χάρτης	7
Εικόνα 7 – Σχεδιάγραμμα.....	8
Εικόνα 8 – Οπτικοακουστικό υλικό - Βίντεο	9
Εικόνα 9 – Πολυμεσική παρουσίαση	9
Εικόνα 10 – Προσομοίωση	10
Εικόνα 11 – Διαδραστικό εφαρμογίδιο (applet)	11
Εικόνα 12 – Λύση προβλήματος.....	12
Εικόνα 13 – Δραστηριότητα αξιολόγησης	13
Εικόνα 14 – Διεπαφή εκπαιδευτικού στην Εικονική Αίθουσα Διδασκαλίας.....	15
Εικόνα 15 – Διεπαφή αναπαραγωγέα SCORM	16
Εικόνα 16 – Περιεχόμενο μονάδας ΨΕΠ και επιλογή αρχείου index.html	17
Εικόνα 17 – Διάταξη περιεχομένου στη μονάδα ΨΕΠ	31
Εικόνα 18 – Πλοήγηση περιεχομένου	32
Εικόνα 19 – Άνοιγμα μονάδων μη συνδεδεμένης έκδοσης (1)	33
Εικόνα 20 – Άνοιγμα μονάδων μη συνδεδεμένης έκδοσης (2)	33
Εικόνα 21 – Υπερσύνδεσμοι - μη συνδεδεμένη έκδοση των μονάδων ΨΕΠ (Παράδειγμα)	33
Εικόνα 22 – Ρυθμίσεις για άνοιγμα υπερσυνδέσμων από έκδοση offline (1)	34
Εικόνα 23 – Ρυθμίσεις για άνοιγμα υπερσυνδέσμων από έκδοση offline (2)	34
Εικόνα 24 – Ρυθμίσεις για άνοιγμα υπερσυνδέσμων από έκδοση offline (3)	35
Εικόνα 25 – Περιοχή οδηγιών.....	36
Εικόνα 26 – Εκτύπωση Μαθησιακών Αντικειμένων σε μη συνδεδεμένη έκδοση (offline).....	36
Εικόνα 27 – Εκτύπωση Μαθησιακών Αντικειμένων σε έκδοση SCORM μέσω του ΣΔΜ	37
Εικόνα 28 – Εστίαση Μαθησιακών Αντικειμένων.....	38
Εικόνα 29 – Δομή μονάδας ΨΕΠ σε μη συνδεδεμένη έκδοση (offline από DVD)	39
Εικόνα 30 – Δομή μονάδας ΨΕΠ σε συνδεδεμένη έκδοση SCORM (μέσω του ΣΔΜ)	39
Εικόνα 31 – Κύρια κουμπιά διεπαφής χρήστη με το ΨΕΠ.....	41



Εικόνα 32 – Πλαίσια ελέγχου απάντησης	42
Εικόνα 33 – Κουμπιά χειρισμού πολυμέσων	43
Εικόνα 34 – Επιλέγοντας ένα συντάκτη	44
Εικόνα 35 - Συντάκτης Μαθηματικών (Math Editor).....	44
Εικόνα 36 – Συντάκτη Ηλεκτρολογίας (Electrical Editor)	45



1 ΣΚΟΠΟΣ

Το παρόν εγχειρίδιο έχει αναπτυχθεί για σκοπούς υποστήριξης της προσπάθειας των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν το Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο (ΨΕΠ) στη διαδικασία της διδασκαλίας και μάθησης. Το εγχειρίδιο είναι χωρισμένο σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος παρουσιάζεται το πλαίσιο, οι αρχές και η φιλοσοφία βάση των οποίων αναπτύχθηκε το ΨΕΠ, καθώς επίσης και οι γενικές οδηγίες χρήσης και πλοήγησης στις μονάδες ΨΕΠ. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζονται οι βασικές πληροφορίες για κάθε μονάδα ΨΕΠ και οι λύσεις των δραστηριοτήτων αξιολόγησης που περιέχονται σε κάθε μονάδα ΨΕΠ.

Συγκεκριμένα, στο πρώτο μέρος επεξηγείται η δομή και το περιεχόμενο του ΨΕΠ, η προστιθέμενη αξία του και οι τρόποι ενσωμάτωσής του στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών. Επίσης, γίνεται αναφορά στη θεωρία μάθησης του οικοδομισμού και στις διδακτικές προσεγγίσεις και πρακτικές, στις οποίες στηρίζεται η ανάπτυξη των μονάδων ΨΕΠ Φυσικής. Τέλος, στο πρώτο μέρος του εγχειριδίου συνοψίζονται οι γενικές οδηγίες χρήσης και πλοήγησης στις μονάδες ΨΕΠ.

Στο δεύτερο μέρος του εγχειριδίου του εκπαιδευτικού περιγράφονται οι μονάδες ΨΕΠ. Συγκεκριμένα, για κάθε μονάδα ΨΕΠ δίνεται πληροφόρηση ως προς:

- τον τίτλο του μαθήματος,
- την τάξη στην οποία αναφέρεται,
- τον τίτλο της μονάδας ΨΕΠ,
- τις λέξεις-κλειδιά που σχετίζονται με την ύλη της μονάδας,
- το επιστημονικό/θεωρητικό υπόβαθρο (για τον εκπαιδευτικό),
- τους διδακτικούς στόχους της μονάδας και
- τις λύσεις των δραστηριοτήτων αξιολόγησης και τις ενδεικτικές απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.



2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

2.1 ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο (ΨΕΠ): Εκπαιδευτικό υλικό σε ψηφιακή μορφή, το οποίο αναπτύχθηκε εξ' υπαρχής και κατά παραγγελία και αποσκοπεί στην επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων, όπως αυτοί περιγράφονται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα κάθε μαθήματος. Το ΨΕΠ είναι προσβάσιμο είτε σε μη συνδεδεμένη μορφή (offline) μέσω DVDs, είτε σε μορφή SCORM μέσω Διαδικτύου.

Μονάδα ΨΕΠ: Είναι μια αλληλουχία μαθησιακών δραστηριοτήτων, η οποία αποτελείται από ενότητες, υποενότητες και Μαθησιακά Αντικείμενα που έχουν κοινή θεματική και στοχεύουν στην επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων. Η αναπαράσταση της δομής μιας μονάδας ΨΕΠ φαίνεται στην Εικόνα 1.

Ενότητα: Ένα μέρος μιας μονάδας Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου (ΨΕΠ), το οποίο απαρτίζεται από υποενότητες.

Υποενότητα: Ένα μέρος μιας μονάδας Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου (ΨΕΠ), το οποίο απαρτίζεται από διαφορετικούς τύπους Μαθησιακών Αντικειμένων.

Μαθησιακό Αντικείμενο (Learning Object - LO): Ψηφιακή οντότητα και συστατικό μέρος του ΨΕΠ, το οποίο σχεδιάστηκε με σκοπό την επίτευξη συγκεκριμένου/ων μαθησιακού/ών στόχου/ων. Οι δεκατρείς τύποι των Μαθησιακών Αντικειμένων αναλύονται στην υποενότητα 2.3.2.

Επαναχρησιμοποιήσιμο Μαθησιακό Αντικείμενο (Reusable Learning Object - RLO): Οποιοδήποτε Μαθησιακό Αντικείμενο, το οποίο μπορεί να λειτουργεί ανεξάρτητα από άλλα Μαθησιακά Αντικείμενα που υπάρχουν στο ΨΕΠ και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία νέων διδακτικών εφαρμογών.

Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης (Learning Management System - LMS): Ένα υπολογιστικό διαδικτυακό σύστημα που περιλαμβάνει δυνατότητες εγγραφής μαθητών σε διάφορα μαθήματα, χρονικό προγραμματισμό και πρόσβαση σε ψηφιακό εκπαιδευτικό περιεχόμενο, έλεγχο και καθοδήγηση της διαδικασίας μάθησης, καθώς και ανάλυση και αναφορά της απόδοσης των μαθητών στα ψηφιακά μαθήματα.



Κοινόχρηστο Μοντέλο Αντικειμένου Αναφοράς Περιεχομένου (SCORM): Είναι μια συλλογή τεχνικών προτύπων και προδιαγραφών για δημιουργία περιεχομένου που προορίζεται για διαδικτυακή μάθηση. Το SCORM ορίζει την επικοινωνία μεταξύ του ΨΕΠ και ενός συστήματος υποδοχής, που ονομάζεται “περιβάλλον χρόνου εκτέλεσης” (run-time environment), το οποίο συνήθως υποστηρίζεται από ένα Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης. Επίσης, το SCORM καθορίζει πώς το περιεχόμενο μπορεί να είναι συσκευασμένο σε ένα μεταβιβάσιμο συμπιεσμένο αρχείο ZIP.

2.2 ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

ΨΕΠ: Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο (DEC - Digital Educational Content)

ΣΔΜ: Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης (LMS - Learning Management System)

ΜΑ: Μαθησιακό Αντικείμενο (LO - Learning Object)

ΕΜΑ: Επαναχρησιμοποιήσιμο Μαθησιακό Αντικείμενο (RLO - Reusable Learning Object)

SCORM: Sharable Content Object Reference Model (Κοινόχρηστο Μοντέλο Αντικειμένου Αναφοράς Περιεχομένου)

2.3 ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ (ΨΕΠ)

2.3.1 Γενικές πληροφορίες για το ΨΕΠ

Το Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο (ΨΕΠ) αποτελείται από ψηφιακό υλικό, το οποίο ετοιμάστηκε κατά παραγγελία, στοχεύοντας στην επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων του Αναλυτικού Προγράμματος της Κυπριακής Εκπαίδευσης. Η δημιουργία του ΨΕΠ εντάσσεται στο γενικότερο σχεδιασμό του ΥΠΠ για αξιοποίηση των σύγχρονων Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στη διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης. Συνολικά, έχουν ετοιμαστεί 641 μονάδες ΨΕΠ για 17 μαθήματα της Μέσης Γενικής και Τεχνικής και Επαγγελματικής εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα, για το μάθημα της Φυσικής έχουν αναπτυχθεί 43 μονάδες ΨΕΠ (7 για το Α' έτος, 22 για το Β' έτος και 14 για το Γ' έτος).



Μια μονάδα ΨΕΠ αποτελείται από μια σειρά Μαθησιακών Αντικειμένων (ΜΑ). Πολλά ΜΑ μαζί δημιουργούν μια υποενότητα. Για παράδειγμα, μια υποενότητα μπορεί να περιλαμβάνει διάφορους τύπους ΜΑ, όπως κείμενο, φωτογραφίες και δραστηριότητες αξιολόγησης. Πολλές υποενότητες δημιουργούν μια ενότητα που συνήθως έχει κοινή θεματολογία. Πολλές ενότητες δημιουργούν μια μονάδα ΨΕΠ. Οι στόχοι της κάθε μονάδας ΨΕΠ υλοποιούνται μέσα από αυτήν την ακολουθία των υποενότητων. Το πιο μικρό συστατικό στοιχείο μιας μονάδας ΨΕΠ είναι το Μαθησιακό Αντικείμενο (ΜΑ).



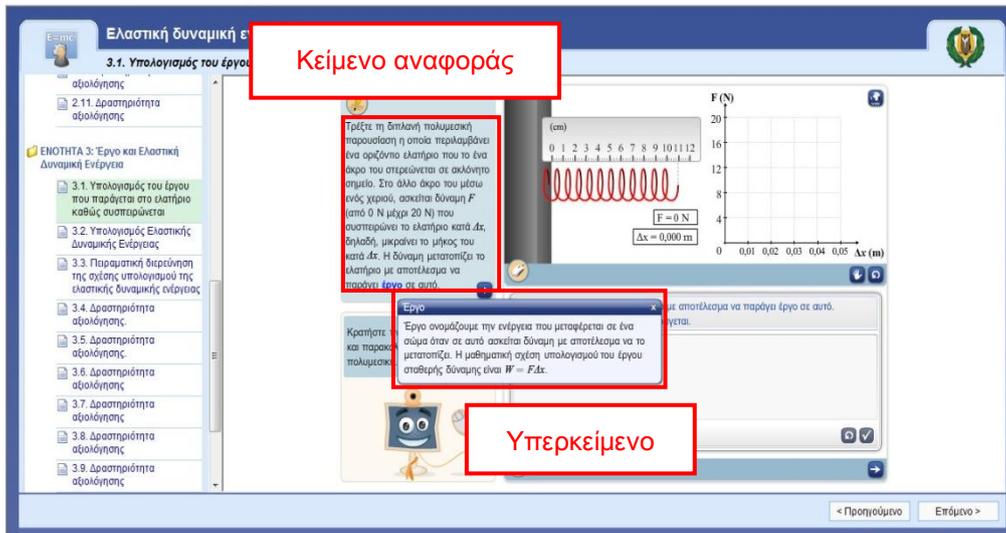
Εικόνα 1 – Δομή του ΨΕΠ

Οι μονάδες ΨΕΠ είναι διαθέσιμες σε δύο εκδόσεις, μέσω του ΣΔΜ στο διαδίκτυο και μέσω της μη συνδεδεμένης έκδοσης (offline σε DVDs). Στην υποενότητα 2.3.3 περιγράφεται αναλυτικότερα πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι μονάδες ΨΕΠ ανάλογα με την έκδοση.

2.3.2 Τύποι Μαθησιακών Αντικειμένων

- **Κείμενο (Text)**

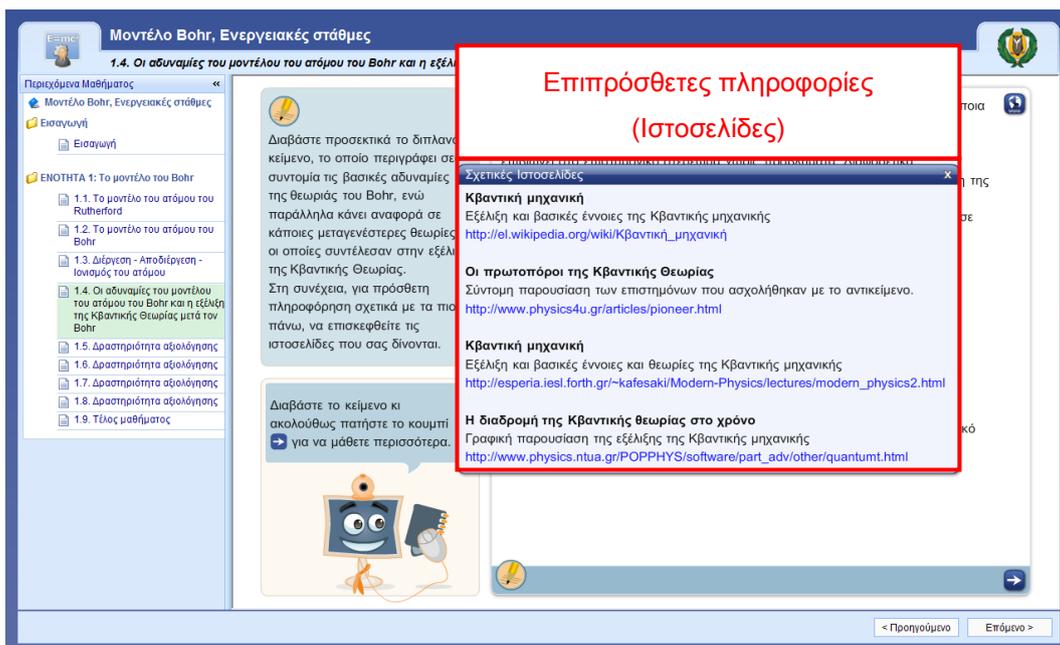
Με το κείμενο επιτυγχάνεται η παρουσίαση γνωστικού περιεχομένου και επιπρόσθετες επεξηγηματικές πληροφορίες που αποσκοπούν στην επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων. Το κείμενο αποτελεί ξεχωριστό τύπο ΜΑ και ως κείμενο αναφοράς μπορεί να συνοδεύει ένα άλλο τύπο ΜΑ (π.χ. πολυμεσική παρουσίαση) ή μπορεί να πάρει τη μορφή υπερκειμένου (hypertext). Στην Εικόνα 2, φαίνονται οι περιοχές του κειμένου αναφοράς και του υπερκειμένου.



Εικόνα 2 – Κείμενο αναφοράς και υπερκείμενο

▪ **Επιπρόσθετες πληροφορίες (Additional sources)**

Οι ιστοσελίδες παραπέμπουν σε επιπρόσθετη πληροφόρηση στο Διαδίκτυο σχετικά με το θέμα στο οποίο αναφέρεται μια υποενότητα μιας μονάδας ΨΕΠ. Μέσω των ιστοσελίδων στο Διαδίκτυο, οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό που δίνει τη δυνατότητα να διασταυρώσουν πληροφορίες από διάφορες πηγές με σκοπό την επίτευξη των μαθησιακών στόχων. Για άνοιγμα των ιστοσελίδων που παραπέμπουν σε επιπρόσθετες πληροφορίες μέσω της μη συνδεδεμένης έκδοσης (offline), από DVD ή εξωτερικό σκληρό δίσκο, υπάρχουν ειδικές ρυθμίσεις (βλ. υποενότητα 3.1.4.)



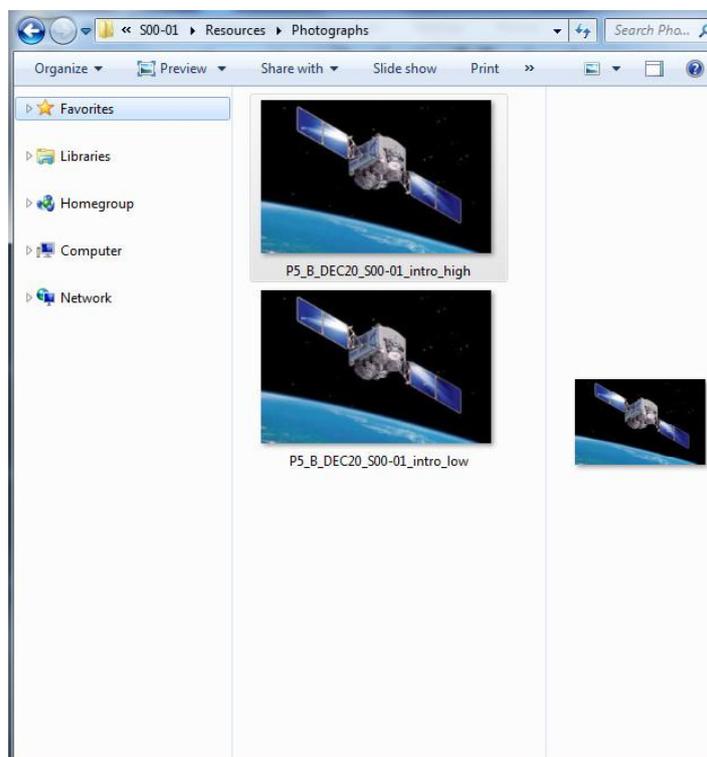
Εικόνα 3 – Επιπρόσθετες πληροφορίες (Ιστοσελίδες)



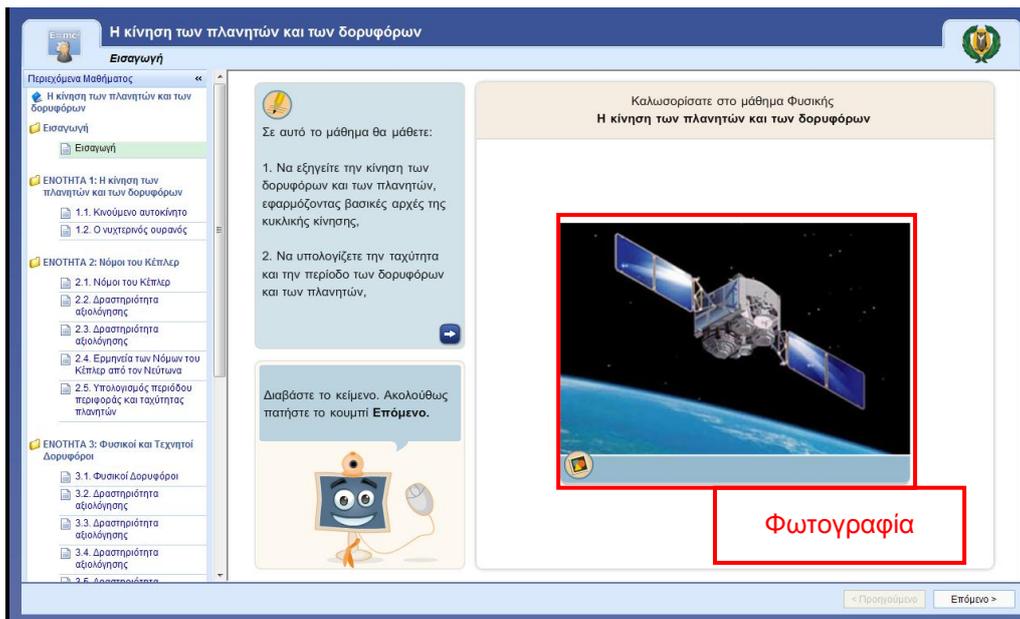
- **Φωτογραφίες (Photographs)**

Οι φωτογραφίες παρουσιάζουν οπτικό, ρεαλιστικό υλικό, το οποίο σχετίζεται με κάποιο θέμα και στοχεύει στην επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει και εικόνες, όπως για παράδειγμα απεικονίσεις διαγραμμάτων / γραφημάτων, εικόνες clip art και στιγμιότυπα οθόνης (screenshots).

Οι φωτογραφίες υπάρχουν συνήθως σε δύο εκδόσεις χαμηλής και υψηλής ανάλυσης στο φάκελο *Resources* της κάθε υποενότητας, στην οποία βρίσκονται οι φωτογραφίες (βλ. Εικόνα 4).



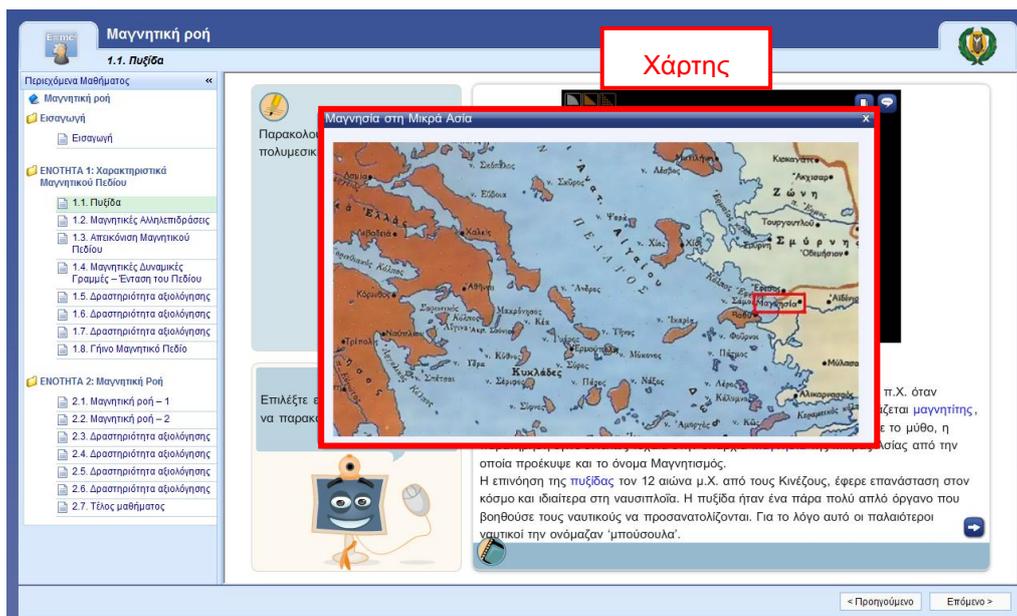
Εικόνα 4 – Οι δύο εκδόσεις των φωτογραφιών (από DVD – offline)



Εικόνα 5 – Φωτογραφίες

Χάρτης (Map)

Ο χάρτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απεικόνιση χωρών, πόλεων και περιοχών (γεωγραφικός χάρτης), γεωφυσικών χαρακτηριστικών (γεωφυσικός χάρτης) και πολιτικών συνόρων (πολιτικός χάρτης) σε διάφορες ιστορικές περιόδους (ιστορικός χάρτης). Ο χάρτης μπορεί να είναι στατικός ή διαδραστικός ανάλογα αν ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιδράσει στο χάρτη για να αντλήσει πληροφορίες ή να μεταβάλει κάποιες παραμέτρους (π.χ. μέγεθος, εστίαση). Η χρήση του χάρτη συνδέεται πάντα με την επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων.



Εικόνα 6 – Χάρτης



▪ Σχεδιάγραμμα (Diagram)

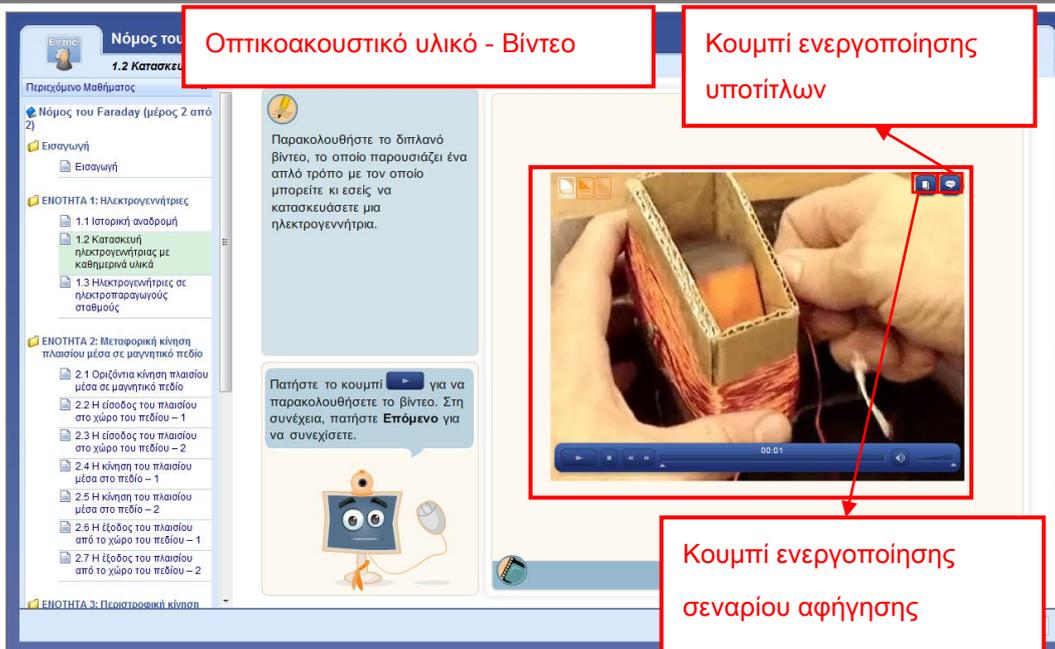
Το σχεδιάγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την οπτική αναπαράσταση κάποιου, συστήματος, διαδικασίας ή οργανισμού. Το σχεδιάγραμμα, το οποίο υποστηρίζει συγκεκριμένους στόχους, μπορεί να είναι στατικό ή διαδραστικό. Το στατικό σχεδιάγραμμα παρουσιάζεται στο χρήστη ως έχει, ενώ το διαδραστικό επιτρέπει στο χρήστη να παρέμβει και να κάνει επιλογές σε αυτό.

The screenshot shows a software window titled "Ορισμός του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και ερμηνεία του". On the left is a sidebar with a table of contents under "Εισαγωγή". The main content area is titled "Καλωσρίστε στο μάθημα Φυσικής" and "Ορισμός του φωτοηλεκτρικού φαινομένου". It contains a list of learning objectives and a graph of current I versus voltage V . The graph shows a linear relationship starting from a negative voltage value $-V_0$ on the x-axis. A red box highlights the word "Σχεδιάγραμμα" (Diagram) above the graph. Below the graph is a cartoon character and a button labeled "Επόμενο".

Εικόνα 7 – Σχεδιάγραμμα

▪ Οπτικοακουστικό υλικό - Βίντεο (Audiovisual)

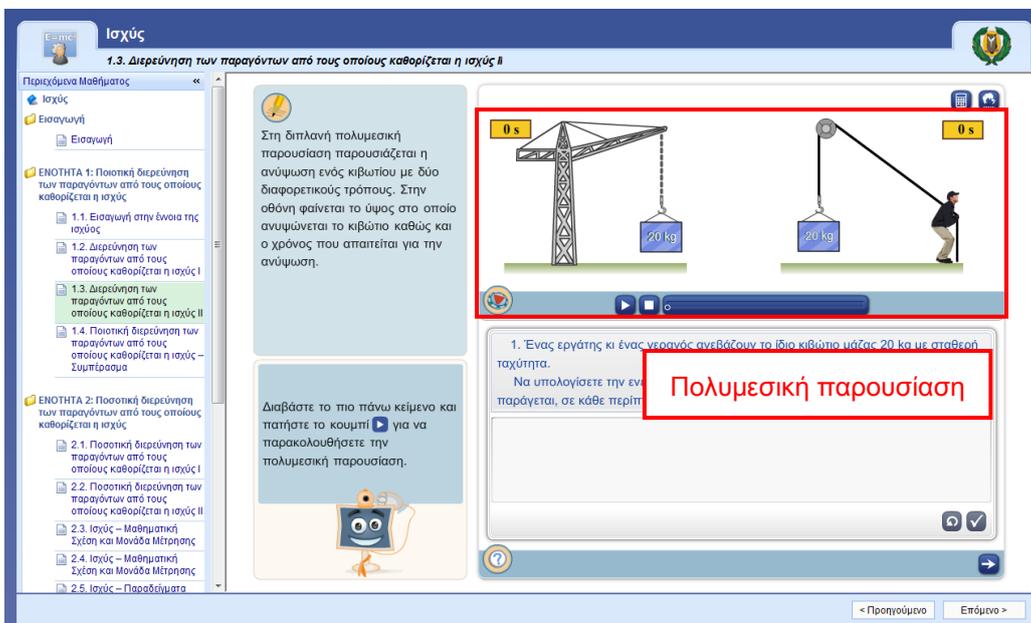
Το οπτικοακουστικό υλικό - βίντεο μπορεί να περιλαμβάνει πρωτογενές υλικό, οπτικογραφημένες συζητήσεις ή παρουσιάσεις σχετικά με κάποιο θέμα, οι οποίες σχετίζονται με συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους. Με τα κουμπιά χειρισμού που παρέχονται, ο χρήστης μπορεί ελέγξει τη ροή του βίντεο (π.χ. forward, stop, play), καθώς επίσης και να εμφανίσει τους υπότιτλους (subtitles) ή το σενάριο αφήγησης (transcript), όπου αυτά προσφέρονται.



Εικόνα 8 – Οπτικοακουστικό υλικό - Βίντεο

▪ Πολυμεσική παρουσίαση (Animation)

Πολυμεσική παρουσίαση είναι μια ακολουθία εικόνων υπό μορφή κινουμένων σχεδίων που, όταν παρουσιάζεται με συγκεκριμένη σειρά και ταχύτητα, παρουσιάζει μια ομαλά κινούμενη εικόνα.



Εικόνα 9 – Πολυμεσική παρουσίαση



▪ Προσομοίωση (Simulation)

Η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πραγματοποίηση πειραμάτων με μοντέλα που αποσκοπούν στην κατανόηση της συμπεριφοράς κάποιου συστήματος, το οποίο αυτό δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί στην τάξη για διάφορους λόγους, όπως θέματα κόστους, τεχνικοί λόγοι (μικροσκοπικά ή μακροσκοπικά μοντέλα), κίνδυνοι κ.α.

Η προσομοίωση επιτρέπει στους μαθητές:

- την εξέταση υποθέσεων σχετικά με το πώς ή το γιατί συγκεκριμένα φαινόμενα συμβαίνουν σε ένα σύστημα
- τον πλήρη έλεγχο του χρόνου. Έτσι είναι εφικτό να καταγραφεί μέσα σε μερικά δευτερόλεπτα η συμπεριφορά ενός συστήματος που λειτουργεί για μήνες ή χρόνια
- την επιβράδυνση των φαινομένων προκειμένου να μελετηθούν
- τη διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το πώς λειτουργεί στην πραγματικότητα το μοντελοποιημένο σύστημα και ποιες μεταβλητές είναι οι πιο σημαντικές για την απόδοσή του
- τον πειραματισμό με νέες και άγνωστες καταστάσεις ώστε οι μαθητές να απαντούν σε υποθετικά ερωτήματα

Η διπλανή προσομοίωση περιλαμβάνει τα εξής στερεά σώματα: ένα φτερό, δύο μικρές μπάλες (μία συμπαγής και μία κούφια) ίδιας μάζας και ακτίνας, δύο τροχούς (ένας συμπαγής και ένας με ακτίνες) ίδιας μάζας και ακτίνας και ένα σώμα σε σχήμα ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου.

Μήκος: h , $\frac{3h}{4}$, $\frac{h}{2}$, $\frac{h}{4}$

Βαρύτητα: g , $\frac{3g}{4}$, $\frac{g}{2}$, $\frac{g}{4}$

Αέρας: Ναι Όχι

Χρόνος: 0 s

1. Αν αφηθεί ένα στερεό σώμα να κινηθεί (ή να σωληνά, εκτελώντας μόνο μεταφορική κίνηση) κάποιο ύψος ως προς τον πυθμένα του σωλήνα, επηρεαστεί ο χρόνος κίνησης του σώματος; Απαντήστε το ερώτημα χωρίς να τρέξετε την προσομοίωση.

Προσομοίωση

Εικόνα 10 – Προσομοίωση



Διαφορά πολυμεσικής παρουσίασης - προσομοίωσης

Η διαφορά μεταξύ της πολυμεσικής παρουσίασης και της προσομοίωσης είναι ότι στην πολυμεσική παρουσίαση ο χρήστης δεν μπορεί να αλλάξει καμία μεταβλητή για να δει πώς επηρεάζει την έκβαση των αποτελεσμάτων που μελετά, σε αντίθεση με την προσομοίωση.

Η πολυμεσική παρουσίαση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρουσίαση πειραμάτων και καταστάσεων που αποσκοπούν στην κατανόηση της συμπεριφοράς κάποιου συστήματος, το οποίο αυτό δεν μπορεί να παρουσιαστεί στην τάξη με άλλο τρόπο (π.χ. βίντεο, εικόνες).

▪ Διαδραστικό εφαρμογίδιο (Applet)

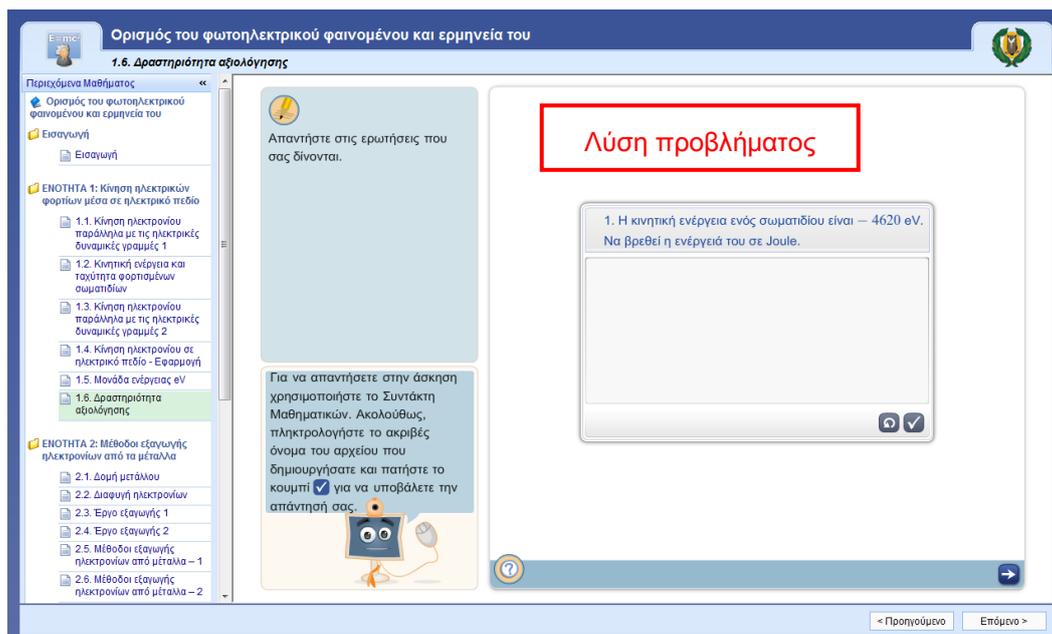
Το διαδραστικό εφαρμογίδιο είναι ένα μικρό πρόγραμμα, συνήθως γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού Java, που επιτρέπει στο χρήστη να μεταβάλλει κάποια παράμετρο και να παρατηρήσει κάποιο αποτέλεσμα. Τόσο το Διαδραστικό Εφαρμογίδιο (applet), όσο και η Προσομοίωση (simulation) επιτρέπουν τη διάδραση μεταξύ μαθητή και Μαθησιακού Αντικειμένου. Η διαφορά τους έγκειται στο ότι η προσομοίωση δίνει τη δυνατότητα χειρισμού και αλλαγής πολλαπλών μεταβλητών και την παρακολούθηση του πώς μεταβάλλεται το αποτέλεσμα ή το φαινόμενο. Στην περίπτωση του διαδραστικού εφαρμογιδίου (applet) δεν υπάρχει αυτή δυνατότητα. Χειρίζεται μεν ο χρήστης μια μεταβλητή ή έναν παράγοντα στο MA, όμως δεν υπάρχει η πολυπλοκότητα και η ύπαρξη πολλαπλών μεταβλητών που υπάρχει στην προσομοίωση.

Εικόνα 11 – Διαδραστικό εφαρμογίδιο (applet)



▪ Λύση προβλήματος (Problem Solving)

Η λύση προβλήματος είναι μια δραστηριότητα, όπου ο μαθητής καλείται να επιλύσει ένα πρόβλημα, είτε μόνος του είτε σε συνεργασία με τους συμμαθητές του. Οι δραστηριότητες λύσης προβλήματος συνήθως περιλαμβάνουν στάδια αναπαράστασης μιας κατάστασης και των δεδομένων και συλλογής και επεξεργασίας πληροφοριών ώστε να αναπτυχθεί σταδιακά μια λύση.



Εικόνα 12 – Λύση προβλήματος

▪ Εκπαιδευτικό παιχνίδι (Educational game)

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια αποτελούν μια εναλλακτική μορφή μάθησης και στοχεύουν στην επίτευξη μαθησιακών στόχων. Η μάθηση μέσω παιχνιδιού μεταφράζεται σε απόκτηση νέας γνώσης, μεταφορά της μάθησης, ανάπτυξη διανοητικών δεξιοτήτων - δημιουργία στρατηγικών επίλυσης προβλήματος - και ανάπτυξη συμπεριφοράς και στάσεων.

▪ Δραστηριότητες αξιολόγησης (Evaluation Activities)

Η αξιολόγηση μπορεί να επιτευχθεί μέσω ενός Μαθησιακού Αντικειμένου (ΜΑ), όπως προσομοίωση, λύση προβλήματος και εκπαιδευτικό παιχνίδι ή με διάφορες ασκήσεις που περιλαμβάνουν δραστηριότητες πολλαπλής επιλογής, ορθό – λάθος, συμπλήρωση κενών, συντιστοίχησης και ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου. Στις δραστηριότητες αξιολόγησης παρέχεται δομημένη ανατροφοδότηση με υποδείξεις στο μαθητή ή σχετικές παραπομπές σε συγκεκριμένες υποενότητες όπου μπορούν να ανατρέξουν για τη σωστή απάντηση.



Βαρυτικό πεδίο - Ένταση βαρυτικού πεδίου

2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης

Περιεχόμενα Μαθήματος

- Βαρυτικό πεδίο - Ένταση βαρυτικού πεδίου
 - Εισαγωγή
 - Εισαγωγή
 - ΕΝΟΤΗΤΑ 1: Πεδία δυνάμεων
 - 1.1. Πεδία Δυνάμεων: Μαγνητικό, ηλεκτρικό, βαρυτικό
 - ΕΝΟΤΗΤΑ 2: Ένταση βαρυτικού πεδίου
 - 2.1. Ένταση Βαρυτικού Πεδίου
 - 2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης**
 - 2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης
 - 2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης
 - 2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης
 - 2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης
 - 2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης
 - 2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης
 - 2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης
 - 2.10. Πτώση με αλεξίπτωτο

Λύστε την άσκηση.

Δραστηριότητα αξιολόγησης

Η ένταση του πεδίου βαρύτητας ενός πλανήτη:

- Εκφράζει την επιτάχυνση, με την οποία πέφτει ένα σώμα στο σημείο που αναφέρεται.
- Εκφράζει την ταχύτητα, με την οποία πέφτει ένα σώμα στο σημείο που αναφέρεται.
- Εκφράζει τη δύναμη, με την οποία ο πλανήτης έλκει ένα σώμα μάζας 1 kg στο σημείο που αναφέρεται.
- Είναι μονόμετρο μέγεθος.
- Έχει μονάδα μέτρησης N/m.

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση και πατήστε το κουμπί για να την ελέγξετε.

< Προηγούμενο Επόμενο >

Εικόνα 13 – Δραστηριότητα αξιολόγησης

2.3.3 Χρησιμοποιώντας το ΨΕΠ

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η δημιουργία του ΨΕΠ έχει στόχο την παιδαγωγική αξιοποίηση των σύγχρονων Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) με στόχο την ποιοτική αναβάθμιση της διδασκαλίας και της μάθησης. Σημειώνεται ότι το ΨΕΠ προσφέρεται να χρησιμοποιηθεί ως υποστηρικτικό και συμπληρωματικό εκπαιδευτικό υλικού σε σχέση με τα υφιστάμενα μαθήματα, όπως αυτά καθορίζονται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα. Αναμένεται ότι, μέσω του ΨΕΠ, οι εκπαιδευτικοί θα επιλέγουν θέματα και υλικό που να ανταποκρίνονται στα ενδιαφέροντα και τις ανάγκες των μαθητών τους με σκοπό την υποστήριξη της μαθησιακής πορείας των μαθητών.

Το ΨΕΠ δεν περιλαμβάνει μια πλήρη σειρά αναπτυγμένων μαθημάτων προς εφαρμογή ούτε και καλύπτει όλο το φάσμα της ύλης των Αναλυτικών Προγραμμάτων. Αντίθετα, σχεδιάστηκε για να αξιοποιηθεί ως εκπαιδευτικό εργαλείο για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Είναι σημαντικό, όμως, να τονισθεί ότι αρκετές μονάδες ΨΕΠ, λόγω της οικοδομιστικής τους φύσης, μπορεί να περιλαμβάνουν μία ακολουθία δραστηριοτήτων, η οποία θα πρέπει να υλοποιηθεί στην ολότητά της εάν θέλουμε να υλοποιηθούν οι στόχοι μιας μονάδας ΨΕΠ και να προκύψουν τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα.



Επίσης, είναι σημαντικό να τονισθεί ότι παρέχεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτικό, μέσω του διαδικτυακού Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης (LMS), να συνδυάσει και να ενσωματώσει οποιαδήποτε Μαθησιακά Αντικείμενα επιθυμεί από διάφορα ΨΕΠ για να δημιουργήσει το διδακτικό υλικό που χρειάζεται για τη διδασκαλία του. Για αυτό το λόγο τα ΜΑ χαρακτηρίζονται ως «επαναχρησιμοποιήσιμα» (Reusable Learning Objects), αφού μπορούν να αξιοποιηθούν με διαφορετικούς τρόπους σε διάφορα διδακτικά σενάρια.

Ένα άλλο βασικό σημείο που αφορά στην ενσωμάτωση του ΨΕΠ στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης είναι οι τεχνολογικοί πόροι που έχει στη διάθεσή του ο εκπαιδευτικός, κυρίως από πλευράς ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ουσιαστικά, ο αριθμός των ηλεκτρονικών υπολογιστών που έχει στη διάθεσή του ένας εκπαιδευτικός είναι ο καθοριστικότερος παράγοντας ως προς τον τρόπο χρήσης του ΨΕΠ. Συγκεκριμένα, στην περίπτωση που ένας εκπαιδευτικός έχει στη διάθεσή του ένα πολύ μικρό αριθμό ηλεκτρονικών υπολογιστών (1-3), τότε μπορεί να παρουσιάσει το υλικό του ΨΕΠ στην ολομέλεια της τάξης μέσα από επίδειξη, χρησιμοποιώντας έναν από τους διαθέσιμους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και ένα βιντεοπροβολέα. Στην περίπτωση που οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες και έχουν στη διάθεσή τους πολλαπλούς σταθμούς εργασίας, θα μπορούσε κάποιος ή κάποιιοι από αυτούς τους σταθμούς να περιλαμβάνουν τη χρήση του ΨΕΠ.

Στην περίπτωση όπου υπάρχουν περισσότεροι ηλεκτρονικοί υπολογιστές στη διάθεση του εκπαιδευτικού και των μαθητών, είτε αυτοί υπάρχουν στο σχολείο σε ειδικές αίθουσες/εργαστήρια, είτε στα σπίτια των μαθητών, τότε όλοι οι μαθητές θα μπορούσαν να ασχοληθούν με μια ενότητα ΨΕΠ. Αυτό θα μπορούσε να γίνει μέσα από *σύγχρονες* ή *ασύγχρονες* διαδικασίες ως ακολούθως:

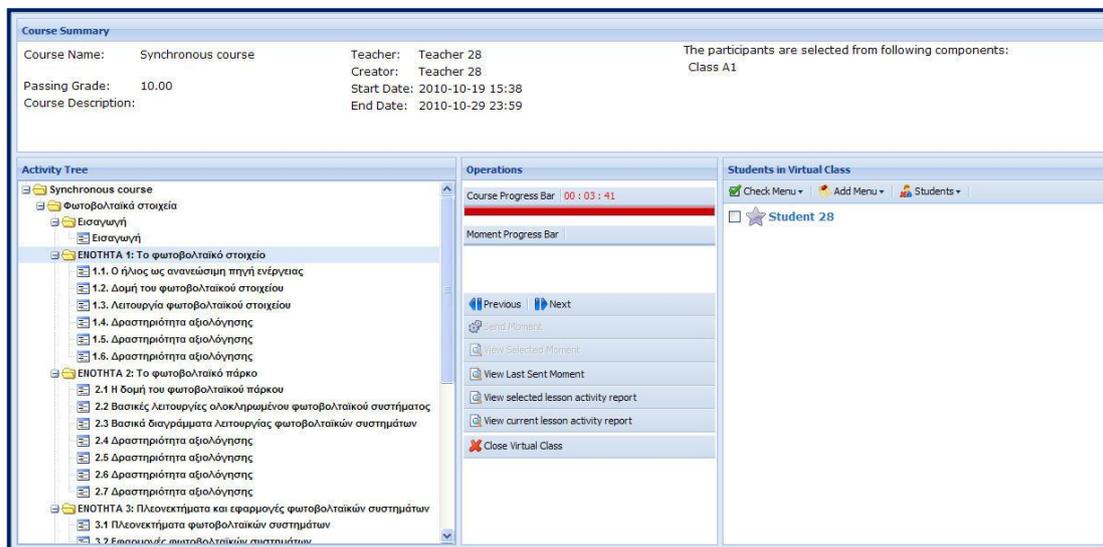
Σύγχρονη διαδικασία – Εικονική Αίθουσα Διδασκαλίας

Κατά τη *σύγχρονη* διαδικασία (synchronous learning mode), ο εκπαιδευτικός και οι μαθητές, εργάζονται στην *Εικονική Αίθουσα Διδασκαλίας* στην οποία έχουν πρόσβαση μέσω του διαδικτυακού Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης (ΣΔΜ). Η *Εικονική Αίθουσα Διδασκαλίας* παρέχει συγχρονισμένη διδασκαλία καθοδηγούμενη από τον εκπαιδευτικό, με τη χρήση της SCORM έκδοσης των πακέτων ΨΕΠ.

Αυτή η μέθοδος διδασκαλίας είναι παρόμοια με την παραδοσιακή μέθοδο, όπου ο εκπαιδευτικός διδάσκει μια ομάδα μαθητών τις ίδιες έννοιες συγχρονισμένα, ορίζοντας ο ίδιος την ακριβή πορεία του μαθήματος και την ακολουθία των δραστηριοτήτων.



Μέσα στην *Εικονική Αίθουσα Διδασκαλίας*, από τη διεπαφή του μαθητή, λείπουν οι δυνατότητες πλοήγησης, ενώ στη διεπαφή του εκπαιδευτικού υπάρχουν όλες οι δυνατότητες πλοήγησης καθώς και η λίστα με τους συνδεδεμένους μαθητές.



Εικόνα 14 – Διεπαφή εκπαιδευτικού στην Εικονική Αίθουσα Διδασκαλίας

Ασύγχρονη διαδικασία

Η ασύγχρονη μέθοδος συνίσταται κυρίως σε διαδικασία κατά την οποία ο μαθητής εξερευνά το ΨΕΠ ακολουθώντας το δικό του ρυθμό μάθησης και επιλέγοντας μόνος του τις δραστηριότητες στις οποίες θέλει να εμπλακεί. Η ασύγχρονη μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί με δύο τρόπους:

Μέσω του *Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης*. Ο μαθητής χρησιμοποιώντας τον αναπαραγωγέα SCORM του ΣΔΜ (SCORM Lesson Player, βλ. Εικόνα 15) μπορεί να εξερευνήσει το ΨΕΠ ακολουθώντας τη δική του πορεία, τόσο στο χώρο της τάξης όσο και στο σπίτι εφόσον έχει πρόσβαση στο Διαδίκτυο.

Η πλοήγηση γίνεται μέσω του αναπαραγωγέα SCORM, όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 3.1.3. (Πλοήγηση Περιεχομένου).



Φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein
1.2 Η εξίσωση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου

Εκκινήστε διαδοχικά τις διπλανές πολυμεσικές παρουσιάσεις και παρατηρήστε προσεκτικά την κίνηση των ηλεκτρονίων σε κάθε περίπτωση.

Στη συνέχεια απαντήστε στο ερώτημα.

Ανοίξτε το διακόπτη σε κάθε περίπτωση και παρακολουθήστε την πολυμεσική παρουσίαση.

$b = 2,7\text{eV}$
 $E_{\phi} = 2,0\text{eV}$
 $E_{\phi} < b$
 Η ενέργεια της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι μικρότερη του έργου εξαγωγής και δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν ηλεκτρόνια από την επιφάνεια του μετάλλου.
 $E_{\text{κmax}} = E_{\phi} - b$

$b = 2,7\text{eV}$
 $E_{\phi} = 2,7\text{eV}$
 $E_{\phi} = b$
 Η ενέργεια της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι ίση με το έργο εξαγωγής. Έτσι μόλις και μπορούν να εξαχθούν ηλεκτρόνια από την επιφάνεια του μετάλλου.
 $E_{\text{κmax}} = E_{\phi} - b$
 $E_{\text{κmax}} = 0\text{ eV}$

$b = 2,7\text{eV}$
 $E_{\phi} = 3,5\text{eV}$
 $E_{\phi} > b$
 Η ενέργεια της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερη από το έργο εξαγωγής, τα ηλεκτρόνια μπορούν να εκβληθούν από την επιφάνεια του μετάλλου.
 $E_{\text{κmax}} = E_{\phi} - b$
 $E_{\text{κmax}} = 0,8\text{ eV}$

Off Μέταλλο Νατρίου Off Μέταλλο Νατρίου Off Μέταλλο Νατρίου

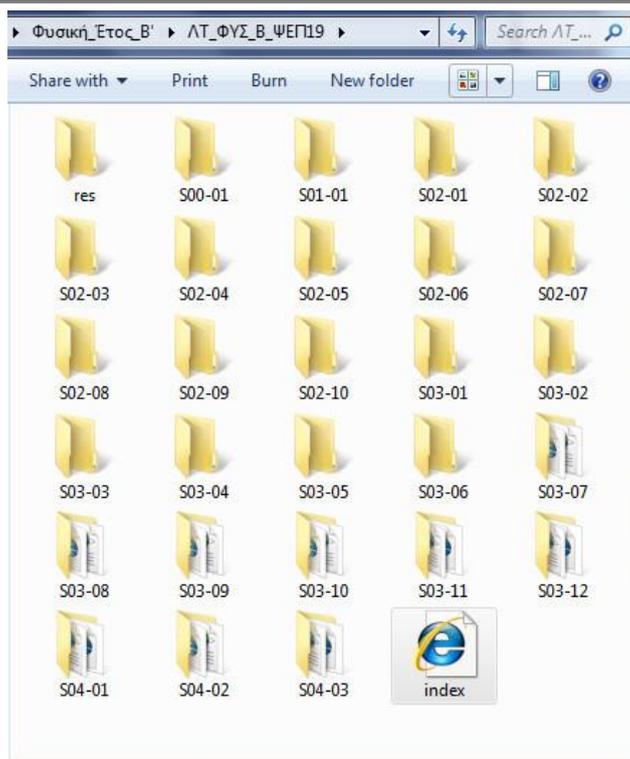
Περιγράψτε τι παρατηρείτε να συμβαίνει σε κάθε περίπτωση.

Ερώτηση

Εικόνα 15 – Διεπαφή αναπαραγωγή SCORM

Μέσω της μη συνδεδεμένης μορφής (offline) με τη χρήση DVDs: Η μη συνδεδεμένη κατάσταση λειτουργίας (offline) επιτρέπει στο μαθητή να χρησιμοποιήσει το ΨΕΠ οπουδήποτε, οποιαδήποτε ώρα, ανεξαρτήτως της διαθεσιμότητας σύνδεσης στο Διαδίκτυο.

Ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στο περιεχόμενο επιλέγοντας το αρχείο με το όνομα *index.html* στο φάκελο όπου περιέχεται η κάθε μονάδα ΨΕΠ, είτε βρίσκεται αποθηκευμένο τοπικά στο σκληρό δίσκο του υπολογιστή, είτε βρίσκεται αποθηκευμένο σε άλλες εξωτερικές πηγές (CD, DVD, USB, εξωτερικούς σκληρούς δίσκους κ.ά.). Στην Εικόνα 16 φαίνεται το αρχείο *index.html* στο φάκελο μιας μονάδας ΨΕΠ, το οποίο θα πρέπει να επιλεγεί (double click) για να παρουσιαστεί η μονάδα ΨΕΠ μέσω του φυλλομετρητή διαδικτύου (Internet browser). Η διαφορά στη χρήση της μη συνδεδεμένης έκδοσης (offline) του ΨΕΠ σε σχέση με τη χρήση μέσω του ΣΔΜ είναι ότι στην πρώτη περίπτωση δεν καταχωρούνται στο ΣΔΜ οι απαντήσεις των χρηστών στις διάφορες δραστηριότητες, ούτε μπορεί ο μαθητής και ο εκπαιδευτικός να παρακολουθήσουν λεπτομερή αναφορά σχετικά με την πορεία ολοκλήρωσης δραστηριοτήτων σε μια μονάδα ΨΕΠ.



Εικόνα 16 – Περιεχόμενο μονάδας ΨΕΠ και επιλογή αρχείου index.html

2.3.4 Προστιθέμενη αξία του ΨΕΠ στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών

Η χρήση των Μαθησιακών Αντικειμένων (ΜΑ) στο ΨΕΠ μπορεί να υποστηρίξει τη διδασκαλία και τη μάθηση με πολλαπλούς τρόπους. Λόγω της πολυμεσικής τους φύσης (εμπλέκοντας περισσότερες αισθήσεις στη μάθηση) και της διαδραστικότητάς τους μπορούν να υποστηρίξουν τη διασαφήνιση αφηρημένων ή δυσνόητων εννοιών, φαινομένων, διαδικασιών, και την απεικόνιση πολύπλοκων σχέσεων.

Ορισμένα από τα γενικά πλεονεκτήματα του ΨΕΠ συνοψίζονται πιο κάτω:

- Διεγείρουν το ενδιαφέρον των μαθητών αφού συνδυάζουν κείμενο, διαγράμματα, εικόνες και ήχο.
- Συγκεντρώνουν και συγκρατούν την προσοχή.
- Δημιουργούν σαφείς παραστάσεις ιδίως όταν απεικονίζουν ή αναπαριστούν δύσκολες και αφηρημένες έννοιες ή διαδικασίες.
- Συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση του μαθήματος αφού ο συνδυασμός διαφορετικών τρόπων παρουσίασης ενός διδακτικού αντικειμένου μπορεί να λύσει



- εύκολα και γρήγορα απορίες που ένας συγκεκριμένος τρόπος παρουσίασης (π.χ. λεκτική περιγραφή) δεν μπορεί να κάνει με την ίδια ευκολία.
- Εξοικονομούν πολύτιμο χρόνο και βοηθούν τον εκπαιδευτικό να οργανώσει καλύτερα τη διδασκαλία.
 - Προάγουν την ενεργότερη εμπλοκή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία και την αυτενέργεια (ορισμένα από αυτά) και βοηθούν στην εξατομίκευση της διδασκαλίας.
 - Κάνουν τη διδασκαλία επίκαιρη και επικοινωνιακή αφού είναι δυνατόν να ενσωματωθούν στοιχεία από την καθημερινή ζωή. Ως εκ τούτου, οι υπό έμφαση γνώσεις εκσυγχρονίζονται και συνδέονται με πράξεις της καθημερινής ζωής.
 - Διευκολύνουν τη διδασκαλία και τη μάθηση με την προϋπόθεση ότι οι δραστηριότητες διαβαθμίζονται σε μια ιεραρχημένη πορεία και η επιλογή των μέσων και του εποπτικού υλικού εξυπηρετεί τους διδακτικούς στόχους που έχουν τεθεί.

2.4 Η ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΒΑΣΗ ΤΟΥ ΨΕΠ

2.4.1 Θεωρίες μάθησης

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, η ανάπτυξη του ΨΕΠ στηρίχθηκε σε μεγάλο βαθμό στη θεωρία μάθησης του οικοδομισμού και της εξέλιξής του, του κοινωνικού οικοδομισμού. Η βασικότερη ίσως αρχή στην οποία βασίζεται αυτή η θεωρία είναι ότι η κατανόηση για τη λειτουργία του φυσικού κόσμου δεν προκύπτει μέσα από τη μετάδοσή της από κάποια εξωτερική πηγή, όπως ο εκπαιδευτικός ή τα σχετικά εγχειρίδια, αλλά οικοδομείται από τους ίδιους τους μαθητές, μέσα από τη μελέτη των σχετικών φαινομένων και την αλληλεπίδρασή τους με τα αντίστοιχα φυσικά συστήματα. Οι μαθητές αρχίζουν να αναπτύσσουν την προσωπική τους κατανόηση για τη λειτουργία των διαφόρων φυσικών φαινομένων πολύ πριν από την έναρξη της συμμετοχής τους στο τυπικό μαθησιακό περιβάλλον της τάξης και του σχολείου. Συνήθως, αυτές οι αρχικές ιδέες των μαθητών βρίσκονται σε σύγκρουση με τις αντίστοιχες ιδέες που τυγχάνουν αποδοχής από την επιστημονική κοινότητα. Η οικοδομιστική διδασκαλία θέτει ως αφετηρία της τις ίδιες τις αρχικές ιδέες των μαθητών και επιδιώκει την παραγωγική αξιοποίησή τους, όπου είναι εφικτό, ώστε να λειτουργήσουν ως βάση για περαιτέρω εννοιολογική επεξεργασία μέσα από την προσαρμογή, επεξεργασία και



αναθεώρησή τους με στόχο τη βελτίωση της δυνατότητάς τους για συνεπείς ερμηνείες και προβλέψεις σε σχέση με τα υπό μελέτη φαινόμενα (Martin, 2003).

Μια πρόσθετη ιδέα που προκύπτει από τον κοινωνικό οικοδομισμό είναι ότι η μάθηση αποτελεί μια διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μανθανόντων και όχι μια ατομική διαδικασία (Jonassen, 1994). Το άτομο, μέσα από τη συνεργασία του με άλλα άτομα, αναπτύσσει ικανότητες και δεξιότητες που διαφορετικά θα βρίσκονταν σε λανθάνουσα κατάσταση εξέλιξης. Η νοητική ανάπτυξη είναι μια διαδικασία άρρηκτα συνδεδεμένη με την ιστορική διάσταση και το πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο συντελείται. Κατά συνέπεια καμιά μαθησιακή δραστηριότητα δεν μπορεί να περιγραφεί ανεξάρτητα από το κοινωνικό, ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διαδραματίζεται. Ο κοινωνικός οικοδομισμός προέκυψε από τη θεωρία του Vygotsky (π.χ. 1978) και τις εργασίες των υποστηρικτών του (π.χ. Cole & Bmner, 1971; Lave, 1988; Rogoff, 1990; Wertsch, 1991). Γι' αυτούς, οποιαδήποτε μαθησιακή εμπειρία διαδραματίζεται στα πλαίσια μιας κοινωνικής διαδικασίας, στην οποία η γνώση διαχέεται και κατανέμεται στα εμπλεκόμενα μέλη, και στην οποία η κατανόηση πρώτα εκφράζεται λεκτικά μεταξύ των μαθητών και κατόπιν αναπτύσσεται από τον καθένα ως μια εσωτερική διαδικασία. Μέσα από μια ισότιμη συνεργασία και διάλογο ανάμεσα στα μέλη μιας ομάδας, αλλά και μεταξύ των μαθητών και του εκπαιδευτικού, εγκαθιδρύεται μια συμμετοχική διαδικασία αλληλεπίδρασης, η οποία περιλαμβάνει την εφαρμογή πρακτικών της επιστημονικής κοινότητας, όπως η οικοδόμηση ερμηνειών, η υπεράσπιση και η αμφισβήτηση ισχυρισμών, η ερμηνεία δεδομένων, η χρήση και η ανάπτυξη μοντέλων και η υποστήριξη ή αμφισβήτηση θεωριών. Επομένως, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις κοινωνικοπολιτισμικές επιδράσεις που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της μάθησης και οι οποίες επηρεάζουν την ανθρώπινη δραστηριότητα. Ο κοινωνικός οικοδομισμός δίνει έμφαση στην επίδραση που ασκεί στη μάθηση η συνεργασία, το κοινωνικό περιεχόμενο και η διαχείριση της σκέψης και της μάθησης. Κεντρική έννοια στον κοινωνικό οικοδομισμό είναι η συνεργατική μάθηση (Martin, 2003).

Οι βασικές αρχές της οικοδομιστικής θεωρίας μάθησης προωθούνται στο ΨΕΠ μέσα από πέντε διδακτικές προσεγγίσεις: τη Διερευνητική Μάθηση (Discovery Learning), την Προβληματοκεντρική Μάθηση (Problem-Based Learning), την προκαθορισμένη πορεία δραστηριοτήτων για οικοδόμηση γνώσης (Constructivist-based activities), τη συνεργατική οικοδομιστική διδασκαλία (Socio-constructivism) και τη διερώτηση (Inquiry). Το περιεχόμενο της κάθε μονάδας ΨΕΠ, ο τρόπος με τον οποίο δομείται, το είδος των δραστηριοτήτων αξιολόγησης που περιλαμβάνει και ο ρόλος του μαθητή και του εκπαιδευτικού οριοθετούνται



από τη φιλοσοφία και το σκεπτικό που διέπουν την κάθε διδακτική προσέγγιση σε συνδυασμό με τις οικοδομιστικές αρχές μάθησης. Έτσι, παρόλο που οι πέντε διδακτικές προσεγγίσεις συζητούνται ανεξάρτητα μεταξύ τους σε χωριστές ενότητες είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι παρουσιάζουν σημαντικές επικαλύψεις αφού ενστερνίζονται κοινές αρχές, όπως η ενεργητική εμπλοκή των μαθητών και η αντίληψη της γνώσης ως οικοδόμημα που αναπτύσσουν οι ίδιοι οι μαθητές.

2.4.2 Διδακτικές Προσεγγίσεις του ΨΕΠ

2.4.2.1 Διερευνητική μάθηση (discovery learning)

Η διερευνητική μάθηση ως μέθοδος διδασκαλίας προέκυψε τη δεκαετία του 1970 μετά τη διαπίστωση της αποτυχίας του μοντέλου της μετάδοσης της γνώσης με τη χρήση εγκυκλοπαιδικών εγχειριδίων. Εμφανίστηκε ως αντίδραση στο μοντέλο της άμεσης, μετωπικής διδασκαλίας (direct instruction), επιδιώκοντας τη βαθύτερη και πιο μακρόχρονη κατανόηση των φυσικών φαινομένων και διαδικασιών, ειδικά για τους μικρότερους μαθητές. Η διερευνητική μάθηση έχει τις ρίζες της στην Ψυχολογία της Gestalt, κύριος εμπνευστής της οποίας ήταν ο Bruner, ο οποίος υποστήριξε ότι η μάθηση είναι μία εμπειρική διαδικασία που επιτυγχάνεται με την εμπλοκή του μαθητή με το ίδιο το φαινόμενο. Με βάση την αντίληψη αυτή οι μαθητές εργάζονται με πραγματικά υλικά με στόχο την ανάπτυξη των επιδιωκόμενων ιδεών και εννοιών. Με αυτόν τον τρόπο η διερευνητική μάθηση συνδέεται άμεσα με τις εμπειρίες των μαθητών ενώ η γνώση απορρέει από τον πειραματισμό και την αλληλεπίδρασή τους με τα υπό μελέτη φυσικά συστήματα.

Επιχειρήματα υπέρ της διερευνητικής μάθησης εντοπίζονται και στη δουλειά του Piaget (1970), ο οποίος υποστήριξε πως κάθε φορά που κάποιος διδάσκει πρόωρα ένα παιδί κάτι το οποίο το ίδιο το παιδί θα μπορούσε να ανακαλύψει μόνο του, του στερεί τη δυνατότητα της ανακάλυψης και επομένως περιορίζει την πιθανότητα για πραγματική κατανόηση. Ακόμη, έχει υποστηριχθεί πως μαθητές οι οποίοι ανακαλύπτουν τη γνώση μόνοι τους είναι πιο πιθανόν να επεκτείνουν τη γνώση αυτή, ενώ μαθητές που έχουν διδαχθεί την ίδια αυτή γνώση μέσα από μια κατά μέτωπο διδασκαλία δεν μπορούν να το επιτύχουν αυτό (Bredderman, 1983; McDaniel&Schlager, 1990; Schauble, 1996; Stohr-Hunt, 1996). Βασική αρχή, στην οποία εδράζεται αυτή η διδακτική προσέγγιση, είναι η ίδια η διερεύνηση (διεξαγωγή έρευνας). Η διερεύνηση περιλαμβάνει τη διατύπωση μίας ερώτησης ή υπόθεσης, τον ερευνητικό



σχεδιασμό και την υλοποίησή του (π.χ. σχεδιασμός και εκτέλεση πειράματος), τη συλλογή δεδομένων, την ανάλυσή τους, και τέλος, την εξαγωγή συμπερασμάτων (DeJong and Van Joolingen, 1998).

Ο βαθμός εμπλοκής των μαθητών και ο ρόλος του εκπαιδευτικού καθορίζεται από το βαθμό καθοδήγησης που παρέχεται. Για παράδειγμα, μια κλειστού τύπου διερεύνηση είναι πλήρως καθοδηγούμενη από τον εκπαιδευτικό και περιορίζει την εμπλοκή των μαθητών στα πλαίσια μίας σειράς από οδηγίες που θα πρέπει να ακολουθήσουν, ώστε να καταλήξουν σε κάποιο συμπέρασμα. Μία ανοικτού τύπου διερεύνηση μεταφέρει όλο το «βάρος» της διερεύνησης (διατύπωση ερώτησης ή υπόθεσης, ερευνητικό σχεδιασμό και την εκτέλεσή του, συλλογή δεδομένων και ανάλυσή τους, εξαγωγή συμπερασμάτων) στο μαθητή και προσδίδει στον εκπαιδευτικό το ρόλο του συντονιστή.

2.4.2.2 Προβληματοκεντρική μάθηση (problem-based learning)

Η Προβληματοκεντρική Μάθηση (ΠΜ) εισάγει μια διαφορετική διάσταση στο χώρο των εκπαιδευτικών μεθόδων. Ένα τυπικό μάθημα οργανωμένο σύμφωνα με την ΠΜ, έχει ως σημείο αφετηρίας την παρουσίαση ενός σύνθετου προβλήματος ή ενός ερωτήματος (Driving Question) που οριοθετεί τα πλαίσια της διδακτικής παρέμβασης του μαθήματος. Το πρόβλημα ή το ερώτημα μπορεί να προέρχεται τόσο από τον εκπαιδευτικό όσο και από το μαθητή. Ανεξάρτητα από το ποιος επιλέγει το πρόβλημα, είναι σημαντικό το πρόβλημα να είναι άμεσα συνδεδεμένο με την καθημερινή ζωή, τις εμπειρίες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών και να αποφεύγεται η παρουσίασή του στο πλαίσιο αφηρημένων καταστάσεων που βρίσκονται σε απόσταση από την καθημερινή ζωή και τις εμπειρίες των μαθητών (decontextualised), όπως συμβαίνει συνήθως σε παραδοσιακά διδακτικά εγχειρίδια. Επιπρόσθετα, το πρόβλημα ή το ερώτημα πρέπει να είναι τέτοιας μορφής που να εμπλέκει τους μαθητές σε μια εκτεταμένη μαθησιακή διαδικασία επίλυσης του προβλήματος ή απάντησης του ερωτήματος (Torp and Sage, 1998).

Αφού καθοριστεί το πρόβλημα ή το ερώτημα, ακολουθεί συζήτηση μεταξύ των μαθητών σχετικά με τη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος ή απάντησης του ερωτήματος, στηριζόμενοι πάντοτε στις προηγούμενες εμπειρίες ή γνώσεις τους. Κατόπιν, η έμφαση δίνεται στο να αναγνωρίσουν οι ίδιοι οι μαθητές ποιες γνώσεις συμβάλλουν στην επίλυση του προβλήματος ή στην απάντηση του ερωτήματος και ποιες όχι. Με άλλα λόγια οι εκπαιδευόμενοι μαθαίνουν να αναγνωρίζουν τι ξέρουν και επίσης τι δεν ξέρουν. Στο σημείο



αυτό εντοπίζουν οι ίδιοι μαθησιακούς στόχους, που δεν είναι τίποτα άλλο από το σύνολο των στοιχείων που αναγνωρίζουν ως σημαντικά για την επίλυση του σχετικού προβλήματος και για τα οποία έχουν ελλιπή κατανόηση. Στη συνέχεια ακολουθεί συλλογή πληροφοριών ή δεδομένων και συζήτηση. Στα πλαίσια αυτής της συζήτησης υπάρχει η πιθανότητα αμφισβήτησης πολλών αρχικών ιδεών των μαθητών, από άλλους μαθητές ή από τον εκπαιδευτικό, υπό το φως των νέων πληροφοριών και δεδομένων που συλλέγονται. Οι ιδέες τροποποιούνται και πιθανόν να προκύπτουν νέες μαθησιακές ανάγκες και νέοι στόχοι (DeGrave, Boshuizen, and Schmidt, 1996). Η όλη εξέλιξη της μαθησιακής διαδικασίας είναι κυκλική. Σε ένα από τα τελευταία στάδια της μαθησιακής διαδικασίας δίνεται η ευκαιρία σε κάθε μαθητή να εκφράσει την άποψή του για την επίλυση του προβλήματος και ακολουθεί συζήτηση. Στο τέλος της διαδικασίας οι μαθητές προτείνουν τη λύση στο πρόβλημα ή την απάντηση στο ερώτημα που υιοθετήθηκε από το σύνολο ή την πλειοψηφία των μαθητών, αφού επιχειρηματολογήσουν για την τελική τους επιλογή. Δεν αναμένεται όμως από τους μαθητές να είναι σε απόλυτο βαθμό βέβαιοι για την ορθότητα της λύσης που θα προτείνουν. Αυτό δεν πρέπει να θεωρείται ως αρνητικό σημείο της διαδικασίας, αφού είναι ένα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της φύσης της Επιστήμης, δηλαδή, η γνώση που προκύπτει από το χώρο της επιστήμης δεν πρέπει να θεωρείται απόλυτη, αλλά ως ένα υποκειμενικό «κατασκεύασμα» το οποίο θα συνεχίζει να εξελίσσεται (Hmelo-Silver, 2004). Με άλλα λόγια πέρα από την επίλυση του προβλήματος ή την απάντηση του ερωτήματος, η ΠΜ δίνει αξία στην καθαυτή ατομικά καθοδηγούμενη μαθησιακή διαδικασία που ακολουθεί ο μαθητής και στη γνώση που αποκτά ως προς την οργάνωση, εκτέλεση και αξιολόγηση αυτής της μαθησιακής διαδικασίας (Sunal and Sunal, 2003).

Η ΠΜ είναι μια θεωρία μάθησης με πυρήνα της τους ίδιους τους μαθητές. Αυτό σημαίνει ότι οι ίδιοι οι μαθητές ακολουθούν μια σειρά από ενέργειες, τις οποίες σε ένα μεγάλο βαθμό τις καθορίζουν και οι ίδιοι, που τους οδηγούν στην απόκτηση της γνώσης. Δηλαδή στη μέθοδο αυτή γίνεται μια αλλαγή σε ότι αφορά στους ρόλους μαθητών και εκπαιδευτικών. Οι μαθητές και όχι οι εκπαιδευτικοί έχουν τη μεγαλύτερη ευθύνη για το τι και το πώς μαθαίνουν. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού σε αυτή τη διαδικασία είναι συμβουλευτικός και σκοπό έχει να καθοδηγήσει, να παροτρύνει, να παρέχει ερεθίσματα (π.χ. μέσω στοχευμένων ερωτήσεων) και να επιβλέπει τους μαθητές στην πορεία τους προς την αναζήτηση της γνώσης. Σύμφωνα με τους Ertmer και Newby (1993), η γνώση είναι η λειτουργία κατά την οποία το άτομο κατανοεί και μαθαίνει μόνο του κάνοντας χρήση των εμπειριών που απέκτησε στη διάρκεια μιας προηγηθείσας διαδικασίας μάθησης.



2.4.2.3 Προκαθορισμένη πορεία δραστηριοτήτων για οικοδόμηση γνώσης (constructivist-based activities)

Σε αυτή τη διδακτική προσέγγιση, η έμφαση βρίσκεται στην ενεργητική εμπλοκή του μαθητή μέσα από μία προσχεδιασμένη ακολουθία δραστηριοτήτων που επιλέγει ή αναπτύσσει και δομεί ο εκπαιδευτικός. Η επιλογή ή η δημιουργία και η δόμηση μιας τέτοιας ακολουθίας στηρίζεται στις αρχές του οικοδομισμού. Δηλαδή, οι δραστηριότητες προάγουν το κτίσιμο της γνώσης από τους μαθητές. Ως βάση του οικοδομήματος αξιοποιούνται οι απλούστερες και θεμελιώδεις έννοιες και πάνω σε αυτές επιδιώκεται η ανάπτυξη πιο σύνθετων και πολύπλοκων εννοιών. Ο εκπαιδευτικός στα πλαίσια αυτής της διαδικασίας έχει να διαδραματίσει ένα ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο διότι δεν καλείται μόνο να επιλέξει ή να δημιουργήσει και να δομήσει μια ακολουθία δραστηριοτήτων, αλλά και να εναρμονίσει τις δραστηριότητες ανάλογα με τις ιδέες των μαθητών με απώτερο σκοπό την αλλαγή των εναλλακτικών τους αντιλήψεων (παρανοήσεων) για το φυσικό και τεχνητό κόσμο. Μια δραστηριότητα μπορεί να έχει πολλαπλές μορφές, όπως είναι για παράδειγμα το πείραμα, η διερεύνηση ή η μοντελοποίηση (Sunal and Sunal, 2003).

Στα πλαίσια της εφαρμογής μιας προκαθορισμένης πορείας δραστηριοτήτων για οικοδόμηση γνώσης ο ρόλος του εκπαιδευτικού μετατρέπεται σε ρόλο συντονιστή/ρυθμιστή μέσω στοχευμένων ερεθισμάτων (π.χ. ερωτήσεων). Αυτά τα ερεθίσματα στοχεύουν στο να προσανατολίσουν τους μαθητές και να τους εμπλέξουν στη μαθησιακή διαδικασία (ακολουθία δραστηριοτήτων), να αναδείξουν στα πρώτα στάδια της μαθησιακής διαδικασίας τις εναλλακτικές τους ιδέες (η ανάδειξη των ιδεών μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τη συζήτηση, διαγνωστικά δοκίμια, ερωτηματολόγια, ατομικές εργασίες κ.τ.λ.) και στην πορεία να τους ωθήσουν να οικοδομήσουν ή όπου χρειάζεται να αναδομήσουν/τροποποιήσουν τις ιδέες στις οποίες απευθύνεται η ακολουθία δραστηριοτήτων (Martin, 2003).

Η φάση της ανάδειξης των αρχικών ιδεών των μαθητών και η φάση αναδόμησής τους είναι ιδιαίτερα σημαντικά στοιχεία για την επιτυχία μιας προκαθορισμένης πορείας δραστηριοτήτων για οικοδόμηση γνώσης. Οι μαθητές θα πρέπει να ενθαρρύνονται να εκφράζουν τις αρχικές τους ιδέες και να τις αξιολογούν με σκοπό να τις επεκτείνουν ή να τις αντικαταστήσουν με άλλες (εννοιολογική αλλαγή), ώστε να συνάδουν με το επιστημονικά αποδεκτό πρότυπο. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό μέσω της υλοποίησης της ακολουθίας δραστηριοτήτων και της διαχείρισης των γνωστικών συγκρούσεων που θα προκύπτουν στα πλαίσια των δραστηριοτήτων. Η δημιουργία τέτοιων συνθηκών αναγνωρίζεται ευρέως ως ένα στοιχείο που



μπορεί να διαδραματίσει χρήσιμο ρόλο προάγοντας την επιδιωκόμενη εννοιολογική αλλαγή. Ωστόσο, η διδακτική επεξεργασία τέτοιων καταστάσεων, ώστε να αξιοποιούνται παραγωγικά και να επεκτείνονται με κατάλληλες δραστηριότητες αποτελεί μια διδακτική πρόκληση. Η διαχείριση των γνωστικών συγκρούσεων για να είναι αποτελεσματική και να οδηγήσει σε εννοιολογική κατανόηση θα πρέπει να δώσει την ευκαιρία στους μαθητές να συσχετίσουν όσα έμαθαν με τις εμπειρίες της καθημερινής τους ζωής. Με άλλα λόγια θα πρέπει να τους δοθεί η ευκαιρία να βρουν πώς οι νέες ιδέες που απέκτησαν μπορούν να εφαρμοστούν στη λύση πραγματικών προβλημάτων. Δηλαδή, να τους δοθεί η ευκαιρία να αναγνωρίσουν την αξία και τη λειτουργικότητα των νέων ιδεών που προέκυψαν από την ακολουθία δραστηριοτήτων (Posneratal., 1982).

2.4.2.4 Συνεργατική οικοδομιστική διδασκαλία

Αποτελεί εξέλιξη της προκαθορισμένης πορείας δραστηριοτήτων για οικοδόμηση γνώσης. Εμπεριέχει όλες τις αρχές στις οποίες εδράζεται αυτή η διδακτική προσέγγιση, οι οποίες έχουν αναφερθεί πιο πάνω (πολλαπλές αναπαραστάσεις της πραγματικότητας, έμφαση στην οικοδόμηση της γνώσης αντί στην αναπαραγωγή της, έμφαση σε αυθεντικές δραστηριότητες ενταγμένες σε περιεχόμενο με νόημα, έμφαση σε αναστοχαστικές δραστηριότητες) και επιπρόσθετα ενσωματώνει σε αυτές την ιδέα ότι η μάθηση αποτελεί μια διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών και όχι μια ατομική διαδικασία (Jonassen, 1994). Ο ρόλος του εκπαιδευτικού παραμένει στα ίδια πλαίσια όπως και στην περίπτωση της προκαθορισμένης πορείας δραστηριοτήτων για οικοδόμηση γνώσης. Δηλαδή, ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει το ρόλο του συντονιστή/ρυθμιστή μέσω στοχευμένων ερεθισμάτων (π.χ. ερωτήσεων). Ο ρόλος του μαθητή επεκτείνεται σε σχέση με το ρόλο που κατείχε στα πλαίσια της προκαθορισμένης πορείας δραστηριοτήτων για οικοδόμηση γνώσης ως προς το ότι καλείται να λειτουργήσει και να επικοινωνήσει στα πλαίσια μιας ομάδας. Αυτό συνεπάγεται ότι πρέπει να αναπτύξει διάφορες δεξιότητες κοινωνικής φύσεως (π.χ. να μοιράζεται τις απόψεις του με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας του, να σέβεται και να συνυπολογίζει τα επιχειρήματα των συμμαθητών του κτλ.).



2.4.2.5 Διερώτηση (inquiry)

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των μαθησιακών περιβαλλόντων που στηρίζονται στο πρότυπο της διερώτησης είναι η απουσία διάλεξης από τον εκπαιδευτικό. Σε ένα τυπικό μαθησιακό περιβάλλον αυτής της μορφής, οι μαθητές εργάζονται συνήθως σε ομάδες και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, με το διδακτικό υλικό, με τα σχετικά υλικά και με τον εκπαιδευτικό με ένα δομημένο τρόπο. Η ακολουθία δραστηριοτήτων είναι προσεχτικά διαμορφωμένη, ώστε να καθοδηγεί σταδιακά τους μαθητές να κάνουν συγκεκριμένες παρατηρήσεις και να τις χρησιμοποιούν ως βάση για την ανάπτυξη των επιδιωκόμενων ιδεών και εννοιών (McDermottetal., 1996).

Μια θεμελιώδης αρχή που διέπει τη λειτουργία αυτού του πρότυπου διδασκαλίας είναι ότι η γνώση για τη λειτουργία των φαινομένων και συστημάτων δεν προκύπτει από τη μετάδοσή της από τον εκπαιδευτικό στους μαθητές. Αντίθετα, η ανάπτυξη κατανόησης προέρχεται μέσα από την άμεση αλληλεπίδραση των μαθητών με τα υπό μελέτη φαινόμενα και συστήματα, την απόκτηση σχετικών εμπειριών, τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από παρατηρήσεις και την ανάπτυξη αντίστοιχων μοντέλων με ερμηνευτική και προβλεπτική ισχύ (AAAS, 2001). Έτσι, οι μαθητές τοποθετούνται στο επίκεντρο του μαθησιακού περιβάλλοντος ενώ ο εκπαιδευτικός αποφεύγει το ρόλο της αυθεντίας και περιορίζεται σε συντονιστικό ρόλο. Συγκεκριμένα, σε προκαθορισμένα στάδια κατά την αλληλεπίδρασή τους με την ακολουθία δραστηριοτήτων, η κάθε ομάδα μαθητών συζητά με τον εκπαιδευτικό τις προηγούμενες δραστηριότητες. Σε αυτές τις συζητήσεις ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως ένα πρόσθετο μέλος της ομάδας, το οποίο προσπαθεί να εντοπίσει και να αναδείξει διαφωνίες ανάμεσα στα μέλη της ομάδας, ασυνέπειες ανάμεσα στις παρατηρήσεις που γίνονται και στις αντίστοιχες ερμηνείες που δίνονται από τους μαθητές και σχετικές δυσκολίες που φαίνονται να υποσκάπτουν την όλη προσπάθεια οικοδόμησης νοήματος. Επιπρόσθετα, προσπαθεί να στηρίξει την περαιτέρω εξέλιξη της συζήτησης των μαθητών προσφέροντας, όπου είναι σκόπιμο, καθοδήγηση για το πώς θα μπορούσαν να εργαστούν για να υπερβούν δυσκολίες και να διαχειριστούν αδιέξοδα. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση η συνεισφορά του εκπαιδευτικού αποφεύγει την παροχή έτοιμων εξηγήσεων προς τους μαθητές.



2.4.3 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Οι πιο πάνω διδακτικές προσεγγίσεις μπορούν να προωθηθούν με ένα σύνολο διδακτικών πρακτικών, η εφαρμογή των οποίων ποικίλλει ανάλογα με τη φύση της δραστηριότητας που θέλουμε να υλοποιήσουμε (π.χ., πείραμα, άντληση πληροφοριών από πολλαπλές πηγές, δημιουργία αφίσας για παρουσίαση αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων). Έτσι, οποιαδήποτε διδακτική πρακτική μπορεί να εφαρμοστεί σε περισσότερες από μία διδακτικές προσεγγίσεις.

Σε αυτό το μέρος παρουσιάζονται μόνο οι διδακτικές στρατηγικές που εφαρμόζονται στο ΨΕΠ των Φυσικών Επιστημών. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται η διερεύνηση της επίδρασης μεταβλητών, ο προβληματισμός, η συλλογή δεδομένων ή άλλων στοιχείων, η έκφραση και επεξεργασία ιδεών, το μοτίβο Πρόβλεψη – Παρατήρηση – Ερμηνεία, η επινόηση μηχανισμού λειτουργίας του φαινομένου, η επεξεργασία εννοιολογικού μοντέλου και τέλος η επισκόπηση.

2.4.3.1 Διερεύνηση της επίδρασης μεταβλητών

Η συγκεκριμένη στρατηγική περιλαμβάνει εντοπισμό των μεταβλητών που ενδεχομένως σχετίζονται με το υπό μελέτη φαινόμενο και στη συνέχεια διερεύνηση της επίδρασής τους μέσα από σχεδιασμό και εκτέλεση σχετικών πειραμάτων (εικονικού πειράματος στην περίπτωση του ΨΕΠ μέσω προσομοιώσεων). Ο σχεδιασμός ενός έγκυρου πειράματος αφορά στη μεταβολή μόνο της μεταβλητής που είναι υπό διερεύνηση (ανεξάρτητη μεταβλητή), διατήρηση σταθερών όλων των μεταβλητών που υπεισέρχονται ή σχετίζονται με το πείραμα και μέτρηση του βαθμού επίδρασης της ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη μεταβλητή. Ο σχεδιασμός πειραμάτων προϋποθέτει από τους μαθητές να εκτιμήσουν τη σημασία διασφάλισης της εγκυρότητας του πειράματος μέσα από κατάλληλο έλεγχο των σχετικών μεταβλητών. Ακολουθεί η ανάλυση και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων και τέλος η εξαγωγή συμπεράσματος σχετικά με το κατά πόσο μια μεταβλητή ή μεταβλητές επηρεάζουν το υπό μελέτη φαινόμενο.

2.4.3.2 Προβληματισμός

Αυτή η στρατηγική αποσκοπεί στη δημιουργία κάποιου προβληματισμού αναφορικά με το υπό μελέτη φαινόμενο μέσα από κάποιο ερέθισμα (π.χ. ερώτηση, δήλωση, παρουσίαση προβληματική κατάσταση). Αυτό αναμένεται να δημιουργήσει ερωτήματα και ανησυχίες στους



μαθητές διεγείροντας το ενδιαφέρον τους και προκαλώντας την περιέργειά τους. Έτσι, ο προβληματισμός λειτουργεί συνήθως ως σημείο αφετηρίας μίας διερεύνησης.

2.4.3.3 Συλλογή δεδομένων ή άλλων στοιχείων

Η συγκεκριμένη στρατηγική περιλαμβάνει συλλογή δεδομένων ή άλλων στοιχείων (π.χ. πληροφοριών) μέσα από μελέτη σχετικών πηγών ή τη διεξαγωγή κάποιου πειράματος. Σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι να συλλεγεί το κατάλληλο υλικό για να καταστεί εφικτή η απάντηση του ερωτήματος που έχει τεθεί στα πλαίσια της μαθησιακής διαδικασίας. Η εγκυρότητα των πηγών και του πειράματος είναι ιδιαίτερα βαρύνουσας σημασίας διότι καταδεικνύουν την ποιότητα των δεδομένων που έχουν συλλεγεί. Για να μεγιστοποιηθεί ο βαθμός εμπιστοσύνης προς την ποιότητα των δεδομένων, θα ήταν καλό να ακολουθείται η μέθοδος της τριγωνοποίησης. Η τριγωνοποίηση αφορά στη διασταύρωση των δεδομένων ή άλλων στοιχείων που προκύπτουν από τουλάχιστον δύο πηγές ή στη διασταύρωση των δεδομένων που προκύπτουν από κάποιο πείραμα με αντίστοιχα δεδομένα που καταγράφονται σε σχετικές πηγές.

2.4.3.4 Επεξεργασία και έκφραση ιδεών

Η στρατηγική αυτή αφορά στον τρόπο με τον οποίο επεξεργάζονται και παρουσιάζουν τις ιδέες τους οι μαθητές στην προσπάθειά τους να επικοινωνήσουν με το ευρύτερο περιβάλλον. Η φάση της επεξεργασίας περιλαμβάνει ποσοτική ή ποιοτική ανάλυση δεδομένων ή άλλων στοιχείων. Η ποσοτική ανάλυση περιέχει κάποιου είδους στατιστική ανάλυση (π.χ. υπολογισμός μέσων όρων), ενώ η ποιοτική ανάλυση περιέχει κάποιου είδους περιγραφικές διαδικασίες (π.χ. λεπτομερής περιγραφή μιας διαδικασίας).

Η έκφραση των ιδεών μπορεί να πάρει πολλαπλές μορφές, όπως είναι η δημιουργία γραφικών παραστάσεων, κειμένων, εικόνων, αφισών, εννοιολογικών χαρτών, τρισδιάστατων κατασκευών και πολυμεσικών παρουσιάσεων. Ο βαθμός επιτυχίας αυτής της στρατηγικής είναι συνάρτηση του βαθμού στον οποίο ένας μαθητής επικοινωνεί αποτελεσματικά την ιδέα του προς άλλα άτομα.



2.4.3.5 Πρόβλεψη – Παρατήρηση – Ερμηνεία

Η στρατηγική αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου παρουσιάζονται στους μαθητές φυσικά συστήματα/φαινόμενα που βρίσκονται σε μια συγκεκριμένη κατάσταση και τους ζητείται στη συνέχεια να προβλέψουν πώς θα συμπεριφερθεί το συγκεκριμένο σύστημα, εάν συμβεί μια συγκεκριμένη αλλαγή σε αυτό εξηγώντας το συλλογισμό τους (Στάδιο Πρόβλεψης). Σε επόμενο στάδιο, οι μαθητές παρεμβαίνουν στο σύστημα προκαλώντας τη συγκεκριμένη αλλαγή και κάνουν σχετικές παρατηρήσεις (Στάδιο Παρατήρησης). Ακολούθως, αντιπαραβάλλουν την αρχική τους πρόβλεψη με τις παρατηρήσεις τους με στόχο να διαχειριστούν τις πιθανές ασυμβατότητες (γνωστικές συγκρούσεις) ανάμεσα στα δύο και να προτείνουν σχετικές ερμηνείες (Στάδιο Επεξήγησης). Το στάδιο της επεξήγησης λειτουργεί και ως αναστοχαστικός μηχανισμός αφού οι μαθητές συγκρίνοντας τις προβλέψεις τους με τα τελικά τους συμπεράσματα έχουν τη δυνατότητα να οδηγηθούν στην αλλαγή των νοητικών τους μοντέλων.

Η γνωστική σύγκρουση αποτελεί ένα μηχανισμό που μπορεί να δημιουργήσει ευνοϊκές συνθήκες για αναθεώρηση του τρόπου με τον οποίο αντιλαμβάνεται κάποιος ένα φαινόμενο. Η γνωστική σύγκρουση προκύπτει όταν οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με δεδομένα που βρίσκονται σε σύγκρουση με τις αντίστοιχες προσδοκίες ή προβλέψεις τους. Με άλλα λόγια, η γνωστική σύγκρουση προκύπτει όταν μια νέα εμπειρία με την οποία έρχονται σε επαφή οι μαθητές δεν μπορεί να εξηγηθεί ή να γίνει κατανοητή σύμφωνα με την υπάρχουσα γνώση τους για το συγκεκριμένο φαινόμενο. Επομένως, ο μαθητής θα πρέπει να βρει κάποιο τρόπο να συνδέσει τη νέα εμπειρία με την προϋπάρχουσα γνώση του. Διάφοροι παιδαγωγοί έχουν τονίσει διαφορετικές πτυχές της γνωστικής σύγκρουσης, όπως ο Dewey (Dewey, 1938; Rochelle, 1992), για τον οποίο γνωστική σύγκρουση είναι μια «προβληματική» κατάσταση η οποία προωθεί την οργάνωση της μάθησης. Για τον Piaget (Piaget, 1977; vonGlaserfeld, 1989) γνωστική σύγκρουση είναι η ανάγκη για προσαρμογή, όταν η μια νέα εμπειρία δεν μπορεί να αφομοιωθεί στα υπάρχοντα γνωστικά σχήματα. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η διασφάλιση ευνοϊκών συνθηκών δεν μπορεί να θεωρηθεί ικανή για την αναθεώρηση των αρχικών ιδεών των μαθητών και υπάρχει η ανάγκη για διδακτική διαχείριση αυτών των συνθηκών μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες (Posneretal., 1982).



2.4.3.6 Επινόηση μηχανισμού λειτουργίας του φαινομένου/συστήματος

Οι μαθητές στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν ένα φαινόμενο/σύστημα που παρατηρούν, αναπτύσσουν/επινοούν έναν πιθανό μηχανισμό λειτουργίας του φαινομένου/συστήματος. Συστατικά στοιχεία αυτού του μηχανισμού λειτουργίας του φαινομένου/συστήματος αποτελούν αντικείμενα, μεταβλητές, διαδικασίες και αλληλεπιδράσεις μεταξύ των προηγούμενων. Για παράδειγμα, ο μηχανισμός λειτουργίας ενός οικοσυστήματος μπορεί να περιλαμβάνει τους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς (αντικείμενα), τον πληθυσμό του κάθε είδους (μεταβλητή), τη διατροφή και την αναπαραγωγή των ειδών (διαδικασίες) και τις σχέσεις μεταξύ θηρευτών και θηραμάτων (αλληλεπιδράσεις). Φυσικά ο μηχανισμός λειτουργίας ενός φαινομένου δεν μπορεί να είναι τμηματικός, αλλά η σύνθεση των στοιχείων που τον αποτελούν μπορεί να δώσει ενδείξεις για τον τρόπο που εκλαμβάνει ο μαθητής τη συμπεριφορά ενός φαινομένου/συστήματος.

2.4.3.7 Επεξεργασία εννοιολογικού μοντέλου

Η στρατηγική αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου οι μαθητές χρειάζεται να επεξεργαστούν κάποιο εννοιολογικό μοντέλο. Η επεξεργασία ενός τέτοιου μοντέλου περιλαμβάνει οικοδόμηση του από την αρχή ή τροποποίηση ενός υφιστάμενου. Η τροποποίηση μπορεί να περιλαμβάνει την προσθήκη νέων εννοιών σε ένα εννοιολογικό μοντέλο ή την αναδόμηση των υφιστάμενων εννοιών ενός εννοιολογικού μοντέλου. Η επεξεργασία ενός εννοιολογικού μοντέλου γίνεται συνήθως μέσα από τη χρήση εννοιολογικού χάρτη (Conceptual map).

2.4.3.8 Επισκόπηση

Μέσα στα πλαίσια αυτής της στρατηγικής οι μαθητές καλούνται να παρουσιάσουν σε συντομία τα μαθησιακά αποτελέσματα μίας δραστηριότητας ή ενός αριθμού δραστηριοτήτων. Συνήθως, εφαρμόζεται στο τέλος μιας ακολουθίας δραστηριοτήτων με απώτερο σκοπό τη σύνοψη και οργάνωση των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων του μαθήματος. Η επισκόπηση μπορεί να είναι μια σύνθεση, γραπτού ή προφορικού λόγου, από έννοιες, ιδέες, νόμους, κανόνες, θεωρίες, περιγραφές φαινομένων/συστημάτων κτλ. Η αξία της επισκόπησης ως διδακτικής



στρατηγικής έγκειται στο γεγονός ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένδειξη του επιπέδου κατανόησης μιας ακολουθίας δραστηριοτήτων, αφού ο μαθητής καλείται να απομονώσει τα ουσιώδη μαθησιακά αποτελέσματα της κάθε δραστηριότητας και να τα συνδέσει με τα μαθησιακά αποτελέσματα άλλων δραστηριοτήτων.

3 ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ

3.1 Γενικές Οδηγίες Χρήσης

3.1.1 Συνιστώμενη Ανάλυση Θέασης (Screen Resolution)

Η συνιστώμενη ανάλυση θέασης (screen resolution) για τη λειτουργία του ΨΕΠ είναι 1024x768 pixels, με βάθος χρώματος 32 bits ανά εικονοστοιχείο (pixel). Σε αυτήν την ανάλυση, το μέγεθος της επιφάνειας περιεχομένου του αναπαραγωγέα SCORM είναι περίπου 900x660 εικονοστοιχεία όταν ο αναπαραγωγέας εκτελείται σε πλήρες μέγεθος οθόνης (full-screen). Αυτό επίσης εφαρμόζεται και για τη μη συνδεδεμένη κατάσταση λειτουργίας (offline) του ΨΕΠ.

Ο σωστός τρόπος θέασης τόσο της έκδοσης SCORM όσο και της μη συνδεδεμένης έκδοσης (offline) είναι σε πλήρες μέγεθος, χρησιμοποιώντας τη λειτουργικότητα πλήρους οθόνης (full-screen) του φυλλομετρητή διαδικτύου (Internet browser). Όταν χρησιμοποιείται ο τρόπος λειτουργίας πλήρους μεγέθους, χρησιμοποιείται ο μέγιστος δυνατός χώρος για εμφάνιση του ΨΕΠ. Για να εισέλθετε σε τρόπο λειτουργίας πλήρους μεγέθους πιάστε το **F11** μετά την έναρξη του ΨΕΠ.

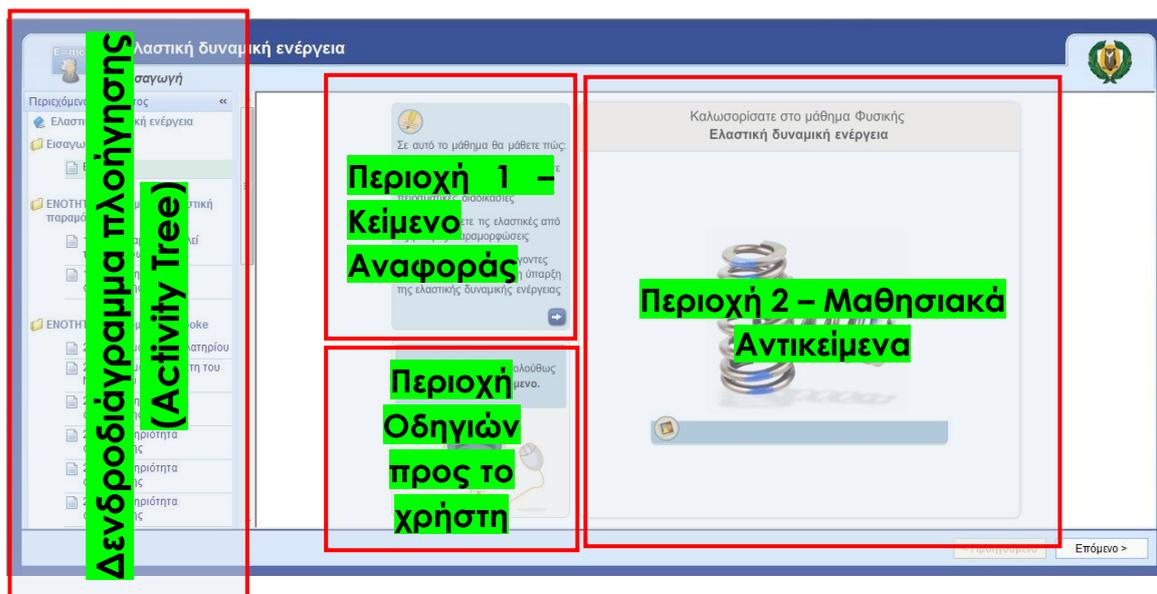
Σημείωση: Για τη χρήση της SCORM έκδοσης των μονάδων ΨΕΠ, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση και λειτουργία των τελευταίων εκδόσεων των προγραμμάτων *Adobe Flash Player* και *Java*.



3.1.2 Διάταξη Περιεχομένου

Το ΨΕΠ αναπτύχθηκε ακολουθώντας κατευθυντήριες γραμμές ευχρηστίας και φιλικής προς το χρήστη σχεδίασης, έτσι ώστε να διευκολύνει τη διαδικασία της διδασκαλίας και μάθησης.

Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση σταθερής διάταξης περιεχομένου σε όλες τις μονάδες ΨΕΠ κάθε μαθήματος, δημιουργώντας έτσι ομοιομορφία σ' ένα ψηφιακό εκπαιδευτικό περιβάλλον.



Εικόνα 17 – Διάταξη περιεχομένου στη μονάδα ΨΕΠ

3.1.3 Πλοήγηση Περιεχομένου

Τόσο η έκδοση SCORM, όσο και η μη συνδεδεμένη έκδοση (offline) από DVD προσφέρουν δύο τρόπους πλοήγησης του ΨΕΠ: (α) με επιλογή – μέσω του δενδροδιαγράμματος πλοήγησης – και (β) σειριακά – με χρήση των κουμπιών «Επόμενο» και «Προηγούμενο» που βρίσκονται στο κάτω μέρος της οθόνης.



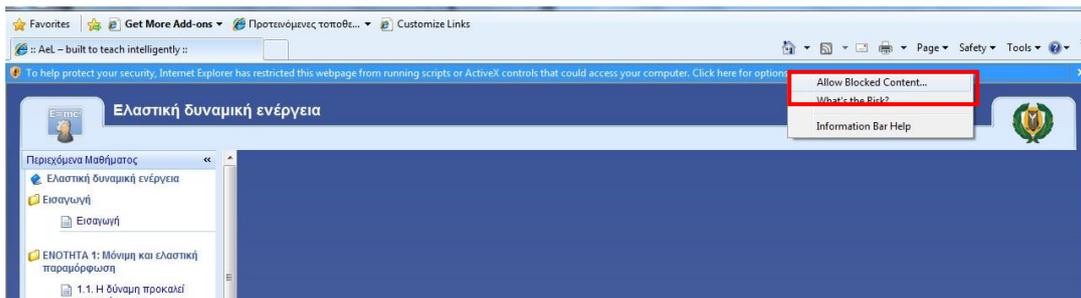
Εικόνα 18 – Πλοήγηση περιεχομένου

Το *Δενδροδιάγραμμα Πλοήγησης (Activity Tree)* είναι μια συμπυκνωμένη περιοχή, η οποία βρίσκεται στο αριστερό μέρος της οθόνης και περιέχει την ιεραρχία ενοτήτων και υποενοτήτων που απαρτίζουν τη μονάδα ΨΕΠ, σκιαγραφώντας έτσι τη δομή της.

3.1.4 Τεχνικές Ρυθμίσεις

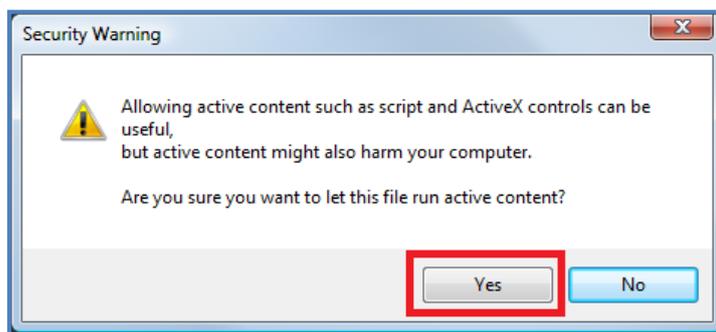
(α) Για το άνοιγμα των μονάδων ΨΕΠ μη συνδεδεμένης έκδοσης (offline), είτε από DVD είτε από εξωτερικό σκληρό δίσκο, θα πρέπει να ακολουθηθούν οι παρακάτω εξής απλές λειτουργίες (ισχύουν μόνο για τον Internet Explorer 7. Σε νεότερες εκδόσεις του δεν ισχύει η επιλογή 1.):

1. Πατήστε μια φορά στην κίτρινη σήμανση που παρουσιάζεται στην οθόνη «*Click here for options...*».
2. Πατήστε στην πρώτη επιλογή «*Allow blocked contents*».



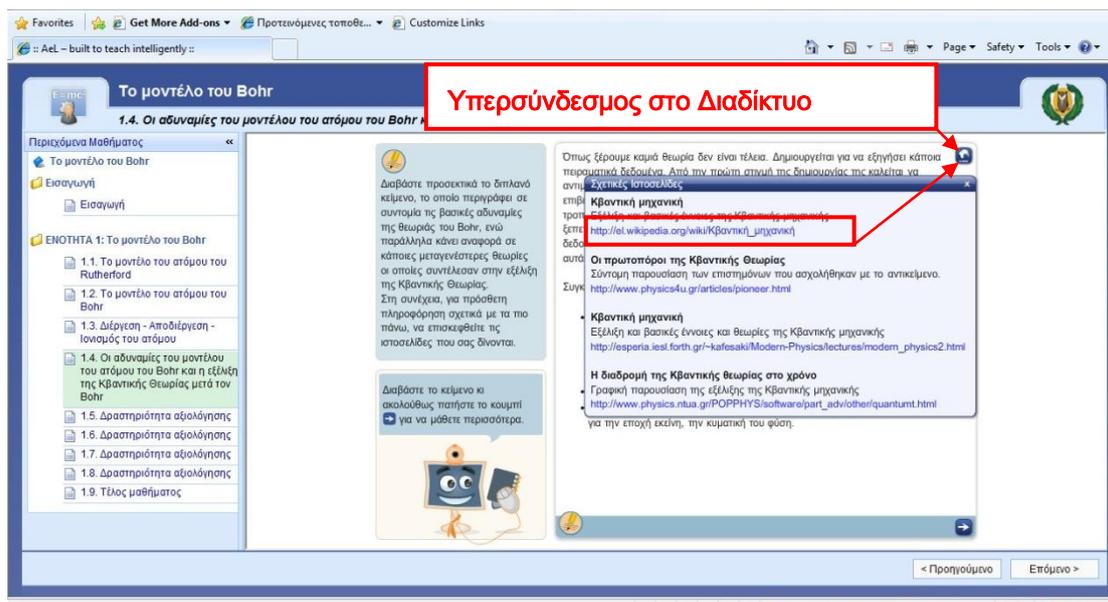
Εικόνα 19 – Άνοιγμα μονάδων μη συνδεδεμένης έκδοσης (1)

3. Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί, επιλέξτε « Yes ».



Εικόνα 20 – Άνοιγμα μονάδων μη συνδεδεμένης έκδοσης (2)

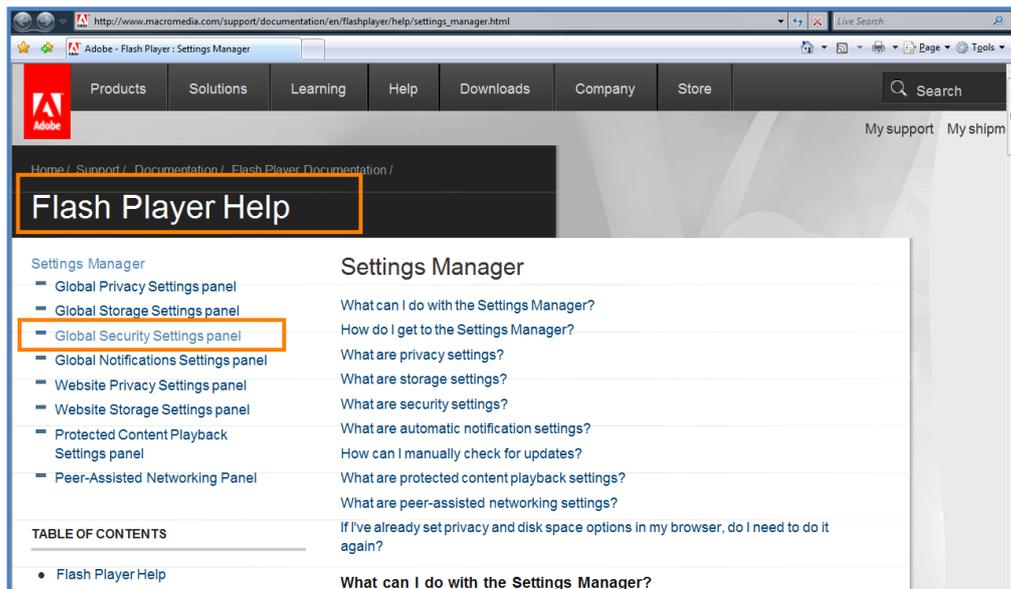
(β) Για την ορθή λειτουργία των υπερσυνδέσμων (hyperlinks) στις μονάδες ΨΕΠ μη συνδεδεμένης έκδοσης (offline), όπως φαίνεται στην Εικόνα 21, θα πρέπει οι χρήστες να προβούν στις ακόλουθες ρυθμίσεις (αφού πρώτα βεβαιωθούν ότι ο ΗΥ τους είναι συνδεδεμένος στο διαδίκτυο):



Εικόνα 21 – Υπερσύνδεσμοι - μη συνδεδεμένη έκδοση των μονάδων ΨΕΠ (Παράδειγμα)

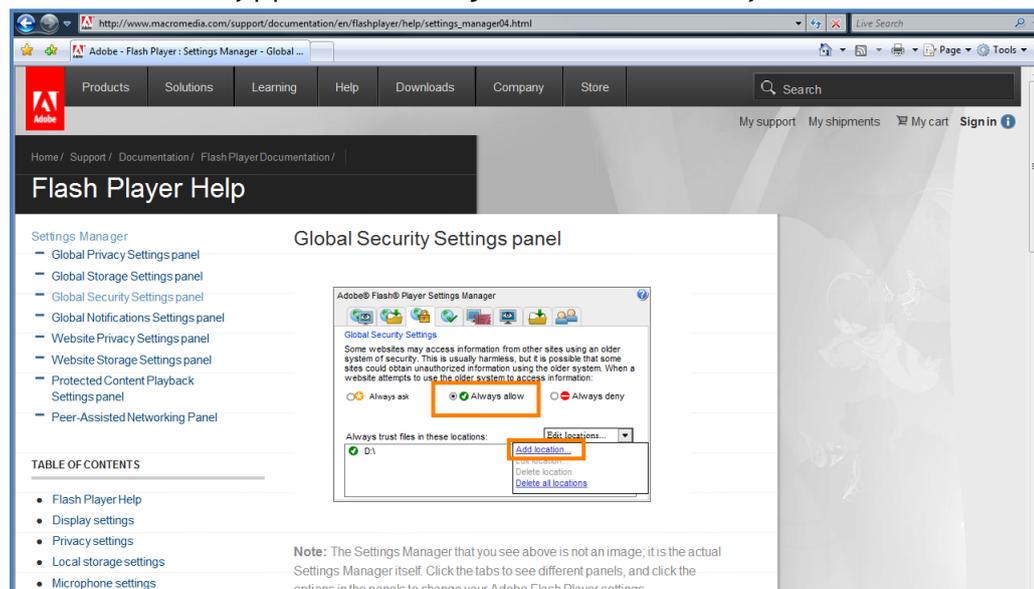


- 1) Κάντε δεξί κλικ πάνω στην Περιοχή 2, όπου εμφανίζεται ένα Μαθησιακό Αντικείμενο μορφής Flash
- 2) Κάντε κλικ στην καρτέλα *Global Settings*
- 3) Θα ανοίξει η ιστοσελίδα *Adobe Macromedia, Flash Player Help* στην οποία θα εμφανίζονται οι επιλογές *Settings Manager options*
- 4) Κάντε κλικ στο *Global Security Settings Panel* (στα αριστερά)



Εικόνα 22 – Ρυθμίσεις για άνοιγμα υπερσυνδέσμων από έκδοση offline (1)

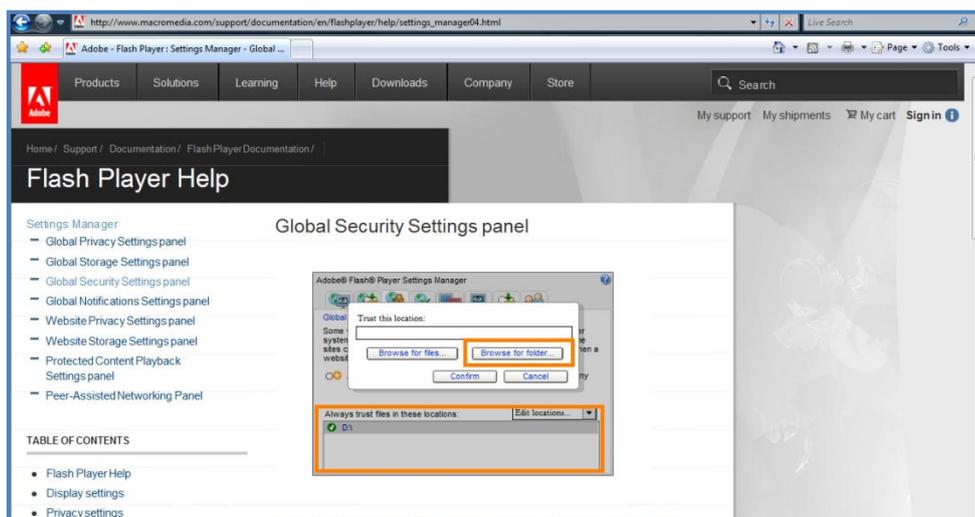
- 5) Στο Adobe Flash Player Settings Manager επιλέξτε *Always allow*.
- 6) Κάντε κλικ στο Επεξεργασία τοποθεσίας *Edit location* και επιλέξτε *Add locations*



Εικόνα 23 – Ρυθμίσεις για άνοιγμα υπερσυνδέσμων από έκδοση offline (2)



- 7) Στο αναδυόμενο παράθυρο κάντε κλικ στο *Browse for folder tab*
- 8) Επιλέξτε τη θέση, στην οποία βρίσκονται οι μονάδες ΨΕΠ σε offline μορφή (φάκελος π.χ. στο Desktop ή στο DVD) ή πληκτρολογήστε αυτήν την τοποθεσία κάτω από τον τίτλο «*Always trust files in these locations*» (π.χ. αν οι μονάδες ΨΕΠ βρίσκονται στο DVD, τότε θα καταχωρήσετε την ονομασία του DVD-ROM του υπολογιστή σας)
- 9) Η θέση των offline μονάδων που ορίσατε πιο πάνω θα εμφανιστεί στην περιοχή *Always trust files in these locations*



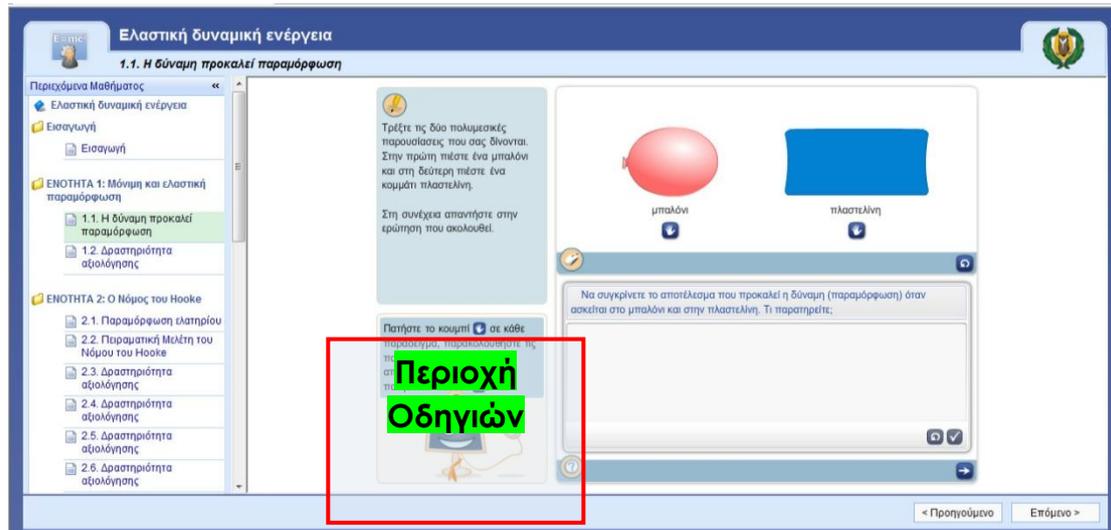
Εικόνα 24 – Ρυθμίσεις για άνοιγμα υπερσυνδέσμων από έκδοση offline (3)

- 10) Κλείστε το παράθυρο με ιστοσελίδα *Adobe Macromedia* στην οποία προβήκατε στις πιο πάνω ρυθμίσεις.
- 11) Κλείστε όλα τα παράθυρα των φυλλομετρητών διαδικτύου που πιθανό να είναι ενεργά.
- 12) Όταν τώρα ανοίξετε μια μονάδα ΨΕΠ σε offline μορφή, οι υπερσυνδέσμοι θα μπορούν να λειτουργούν κανονικά και να ανοίγουν τις διάφορες ιστοσελίδες σε νέα παράθυρα.

3.2 Ειδικές λειτουργίες πλοήγησης και χρήσης

3.2.1 Οδηγίες προς τον Μαθητή

Για υποβοήθηση του μαθητή και διευκόλυνση της διαδικασίας μάθησης, παρέχονται συγκεκριμένες οδηγίες στο χρήστη που βρίσκονται στην κάτω αριστερή πλευρά της οθόνης του ΨΕΠ, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 25. Οι οδηγίες είναι δυναμικές, δηλαδή αλλάζουν αναλόγως της διάδρασης του χρήστη με τα Μαθησιακά Αντικείμενα στο δεξιό μέρος της οθόνης.

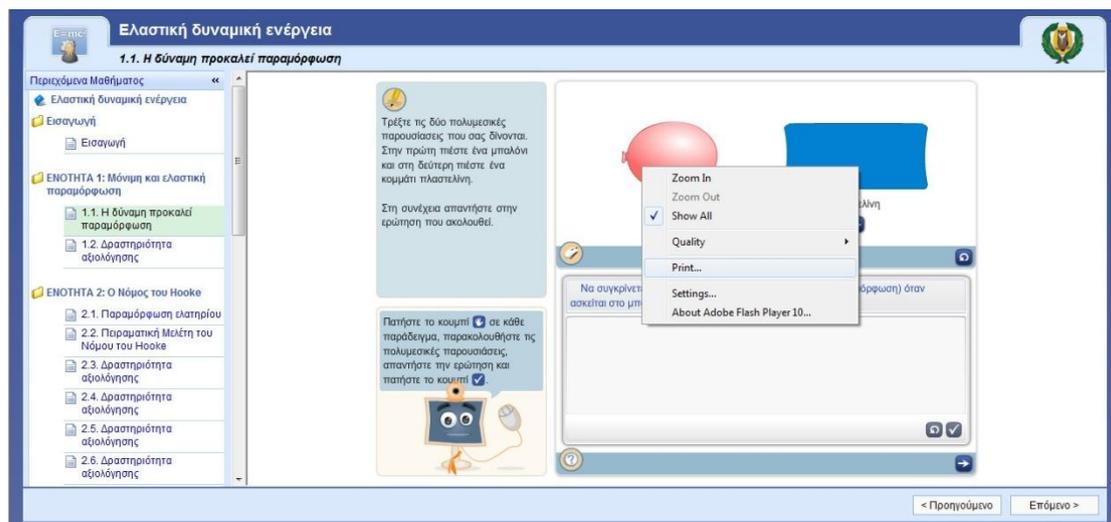


Εικόνα 25 – Περιοχή οδηγιών

3.2.2 Εκτύπωση Μαθησιακών Αντικειμένων (MA)

Τα Μαθησιακά Αντικείμενα (MA) που είναι διαθέσιμα στο ΨΕΠ μπορούν να εκτυπωθούν ακολουθώντας τις ακόλουθες διαδικασίες:

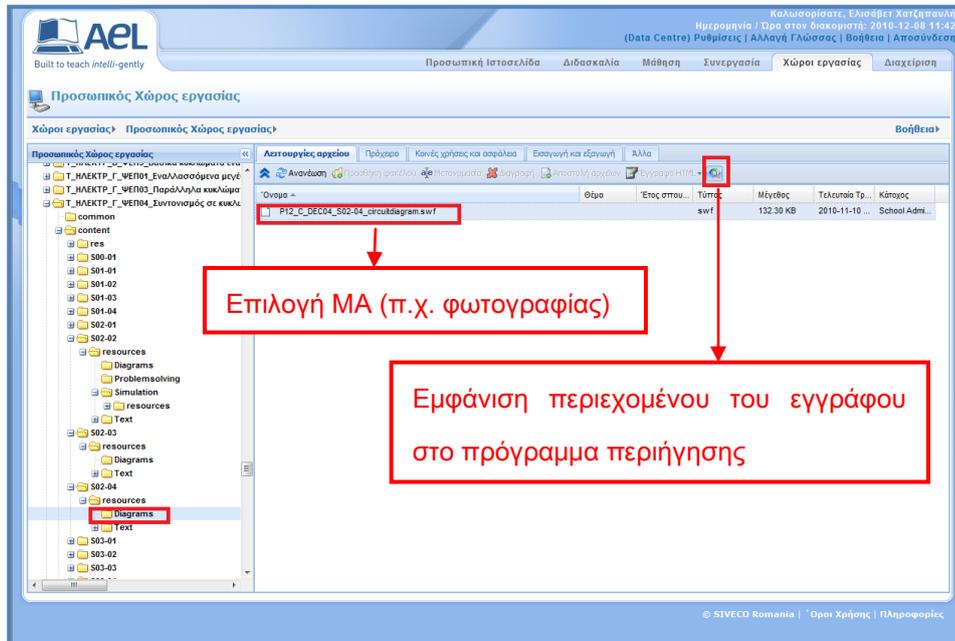
- Όταν γίνεται χρήση της μη συνδεδεμένης έκδοσης (offline) του ΨΕΠ (π.χ. μέσω DVD ή εξωτερικού σκληρού δίσκου), τα MA μπορούν να εκτυπωθούν είτε χρησιμοποιώντας την ενσωματωμένη λειτουργικότητα του Flash – χρησιμοποιώντας το δεξί κλικ και επιλέγοντας το Print (βλ. Εικόνα 26), είτε με πλοήγηση στο φάκελο Resources που βρίσκεται στο φάκελο κάθε υποενοότητας κάθε μονάδας ΨΕΠ.



Εικόνα 26 – Εκτύπωση Μαθησιακών Αντικειμένων σε μη συνδεδεμένη έκδοση (offline)



- Όταν γίνεται χρήση της έκδοσης SCORM του ΨΕΠ, τα ΜΑ μπορούν να εκτυπωθούν είτε με τη χρήση της ενσωματωμένης λειτουργίας του Flash, είτε με πλοήγηση στα τμήματα *Workspaces* του ΣΔΜ, επιλέγοντας το επιθυμητό ΜΑ, ανοίγοντάς το και χρησιμοποιώντας τη λειτουργία εκτύπωσης του φυλλομετρητή διαδικτύου (Internet browser).



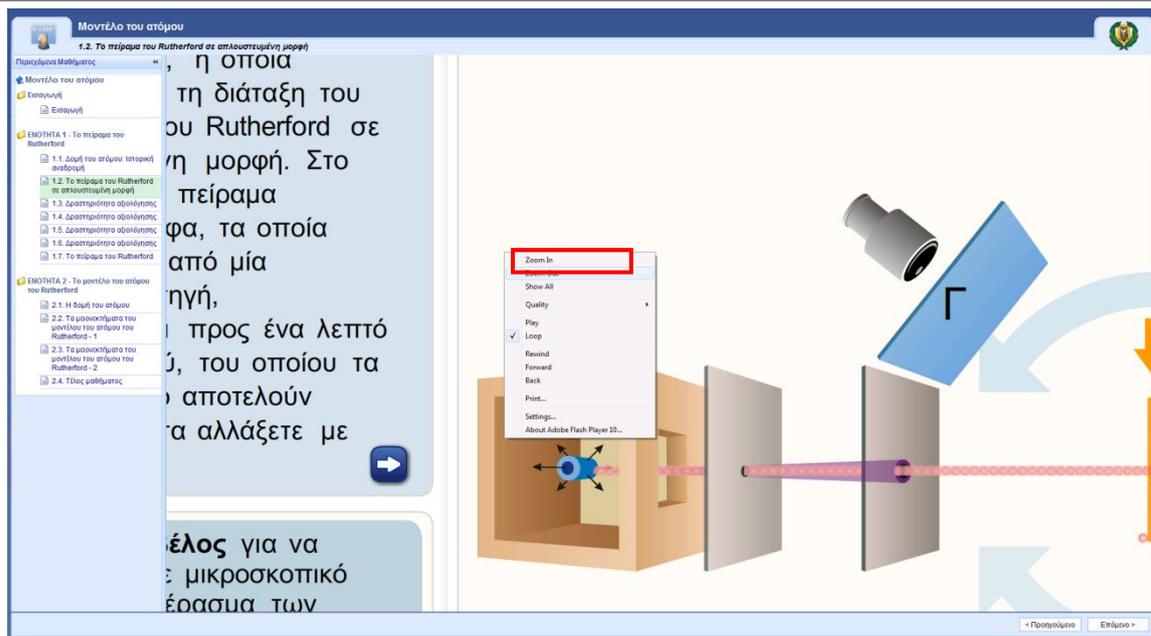
Εικόνα 27 – Εκτύπωση Μαθησιακών Αντικειμένων σε έκδοση SCORM μέσω του ΣΔΜ

3.2.3 Εστίαση σε Εκπαιδευτικά Αντικείμενα

Κάνοντας χρήση των προκαθορισμένων λειτουργιών που προσφέρει το *Flash*, τα ΜΑ μπορούν είτε να μεγεθυνθούν, είτε να σμικρυνθούν σε μέγεθος κατ' απαίτηση του χρήστη.

Το μέγεθος της περιοχής του περιεχομένου μπορεί να μεγεθυνθεί ή να σμικρυνθεί, πατώντας με το δεξί κουμπί του ποντικιού στην περιοχή του περιεχομένου και επιλέγοντας *Zoom in* ή *Zoom out* μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό μέγεθος.

Αυτή είναι μια προκαθορισμένη λειτουργία του *Flash* και είναι διαθέσιμη τόσο στη συνδεδεμένη SCORM, όσο και στη μη συνδεδεμένη (offline) έκδοση των μονάδων ΨΕΠ.



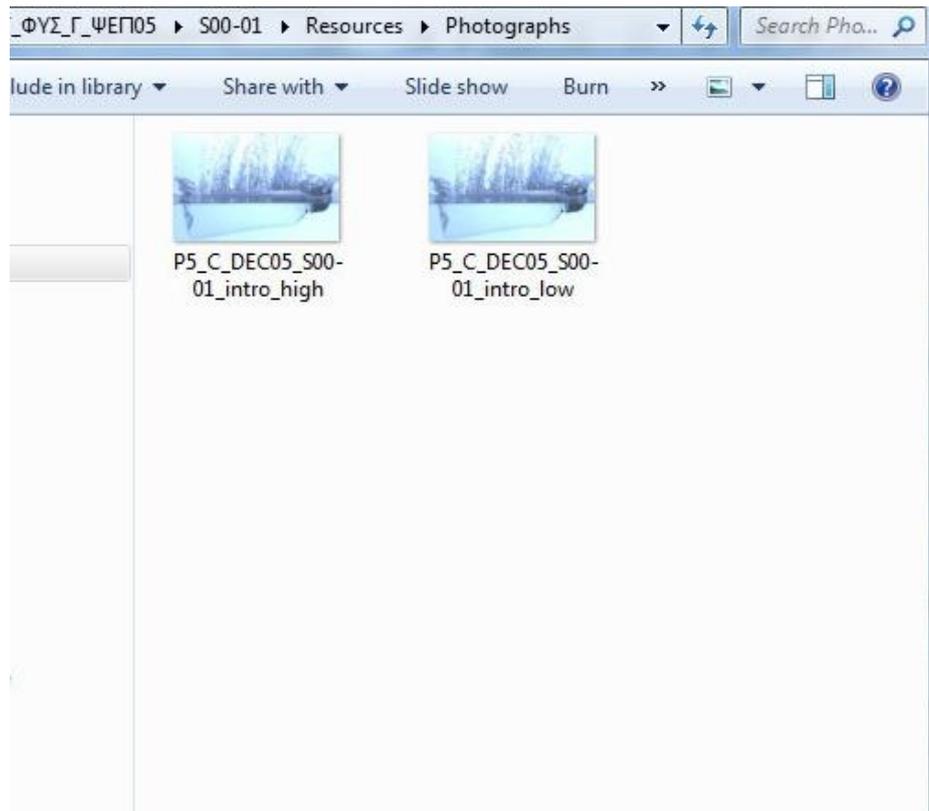
Εικόνα 28 – Εστίαση Μαθησιακών Αντικειμένων

3.2.4 Αποθήκευση Μαθησιακών Αντικειμένων

Τα ΜΑ που είναι διαθέσιμα στις μονάδες ΨΕΠ μπορούν να αποθηκευθούν τοπικά και να επαναχρησιμοποιηθούν για διάφορες διδακτικές εφαρμογές.

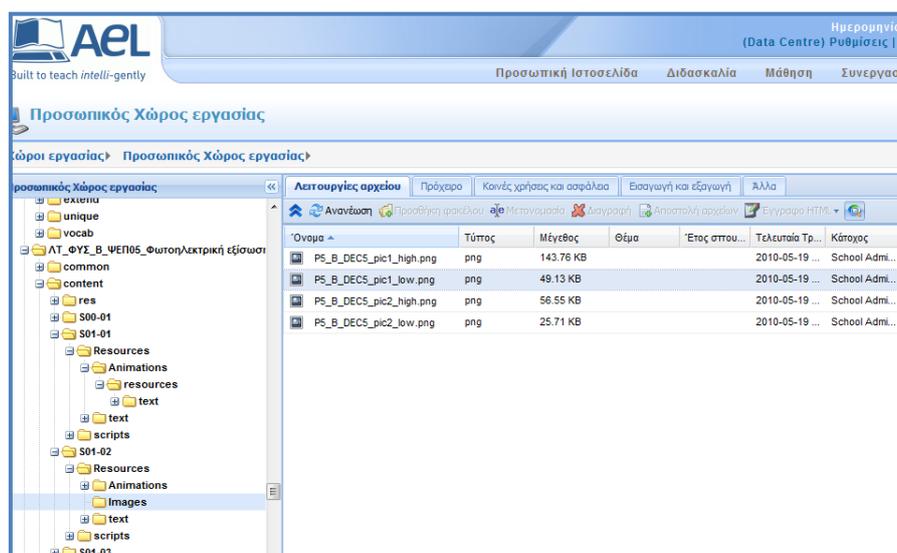
Όταν γίνεται χρήση της μη συνδεδεμένης έκδοσης (offline) των μονάδων ΨΕΠ, όλα τα ΜΑ είναι διαθέσιμα στο φάκελο *resources* της κάθε υποενότητας.

Ο φάκελος *resources* της κάθε υποενότητας περιέχει υποφακέλους για κάθε τύπο ΜΑ. Για παράδειγμα, ΜΑ τύπου εικόνας μπορούν να βρεθούν στο φάκελο *resources/photographs* κάθε υποενότητας (βλ. Εικόνα 29). Τα ΜΑ μπορούν να αντιγραφούν από τους αντίστοιχους φακέλους τους και να χρησιμοποιηθούν από το χρήστη σε οποιαδήποτε άλλη εκπαιδευτική εφαρμογή.



Εικόνα 29 – Δομή μονάδας ΨΕΠ σε μη συνδεδεμένη έκδοση (offline από DVD)

Όταν γίνεται χρήση της έκδοσης SCORM μέσω του ΣΔΜ, τα ΜΑ μπορούν να αποθηκευτούν με πλοήγηση στο φάκελο *resources* που περιέχει το επιθυμητό ΜΑ, στο φάκελο *Workspaces*, ανοίγοντάς το με διπλό πάτημα του αριστερού κουμπιού του ποντικιού και χρησιμοποιώντας τη λειτουργία αποθήκευσης του φυλλομετρητή διαδικτύου (Internet browser), έτσι ώστε να αντιγραφεί το ΜΑ τοπικά (π.χ. σε ένα σκληρό δίσκο).



Εικόνα 30 – Δομή μονάδας ΨΕΠ σε συνδεδεμένη έκδοση SCORM (μέσω του ΣΔΜ)



3.2.5 Αντιγραφή / Επικόλληση Μαθησιακών Αντικειμένων

Για να παρέχεται γρήγορη επαναχρησιμοποίηση ΜΑ, υπάρχουν διάφορα μέσα αντιγραφής και επικόλλησης ΜΑ.

Αναλόγως του τύπου του ΜΑ, οι ακόλουθοι τρόποι αντιγραφής/επικόλλησης είναι διαθέσιμοι:

- Για αντιγραφή ΜΑ τύπου κειμένου, μετακινηθείτε στο επιθυμητό ΜΑ τύπου κειμένου, το οποίο είναι διαθέσιμο στο φάκελο resources/text κάθε υποενότητας, ανοίξετε το ΜΑ, επιλέξτε το επιθυμητό κείμενο, αντιγράψτε το και επικολλήστε το όπου είναι αναγκαίο. Στο ΨΕΠ η επικόλληση είναι μόνο διαθέσιμη σε περιοχές κειμένου που επιτρέπουν επεξεργασία.
- Για άλλους τύπους ΜΑ μετακινηθείτε στο συγκεκριμένο ΜΑ, πατήστε με το δεξί κουμπί του ποντικιού πάνω στο ΜΑ και επιλέξτε Αντιγραφή (Copy). Για να επικολλήσετε το ΜΑ, πατήστε με το δεξί κουμπί του ποντικιού πάνω στην επιθυμητή περιοχή και επιλέξτε Επικόλληση (Paste).

Αυτές οι λειτουργίες είναι διαθέσιμες και στις δύο εκδόσεις του ΨΕΠ, στους φακέλους του ΣΔΜ και της μη συνδεδεμένης έκδοσης (offline).

Όταν χρησιμοποιείται το ΣΔΜ, η λειτουργία Αντιγραφής/Επικόλλησης είναι διαθέσιμη και στον επεξεργαστή HTML.

Σε επίπεδο μονάδας ΨΕΠ ή υποενότητας, η λειτουργία Print Screen μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτύπωση του στιγμιότυπου οθόνης (screenshot) ολόκληρης της οθόνης που εμφανίζεται τη συγκεκριμένη στιγμή.



3.3 ΚΟΥΜΠΙΑ ΚΑΙ ΠΛΑΙΣΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Σε όλες τις υποενότητες ΨΕΠ, διάφορα κουμπιά και πλαίσια ελέγχου υποβοηθούν τη διεπαφή μεταξύ του μαθητή και του ΨΕΠ. Τα σημαντικότερα κουμπιά είναι:



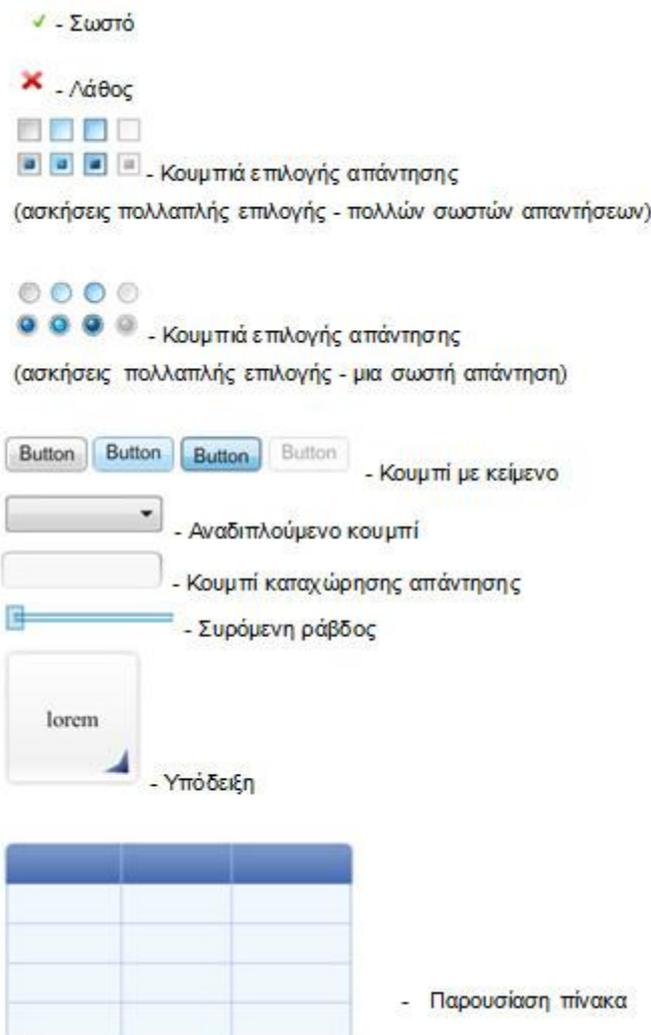
Εικόνα 31 – Κύρια κουμπιά διεπαφής χρήστη με το ΨΕΠ

Το κουμπί επαναφοράς (reset) είναι διαθέσιμο σε δραστηριότητες αξιολόγησης και θα επαναφέρει την οθόνη ερωτήσεων-απαντήσεων στη μορφή που είχε πριν να αρχίσει ο μαθητής να δίνει απαντήσεις (εάν έχει ήδη δώσει κάποιες).

Το κουμπί Καταχώρισης/Υποβολής θα επαληθεύσει την απάντηση του χρήστη και θα καταχωρήσει την πληροφορία αυτή στο ΣΔΜ εάν χρησιμοποιείται η έκδοση SCORM του ΨΕΠ.



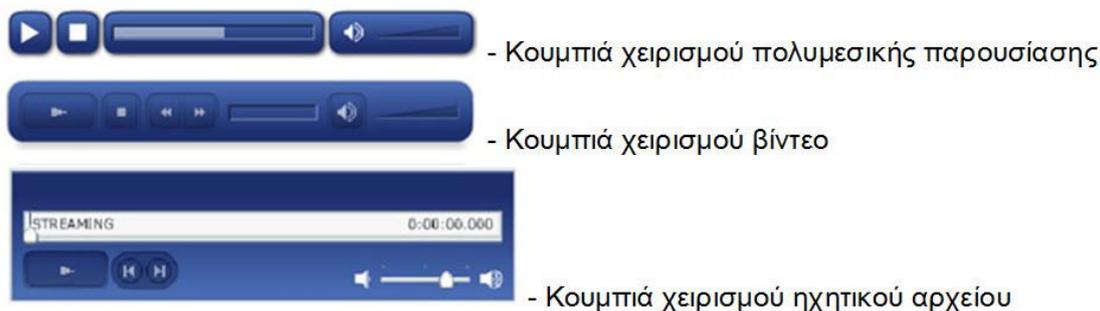
Πέραν των κουμπιών που επεξηγούνται στην Εικόνα 31, υπάρχουν και τα εξειδικευμένα πλαίσια ελέγχου απάντησης στις Δραστηριότητες Αξιολόγησης. Τα πιο σημαντικά απ' αυτά είναι:



Εικόνα 32 – Πλαίσια ελέγχου απάντησης

Τα εικονίδια, κουμπιά και πλαίσια ελέγχου επεξηγούνται στα tooltips, στα αναδυόμενα παράθυρα βοήθειας ή στις οδηγίες βοήθειας.

Εκτός από τα πλαίσια ελέγχου που περιγράφονται πιο πάνω, το ακόλουθο σύνολο πλαισίων ελέγχου είναι διαθέσιμο για σκοπούς χειρισμού των πολυμεσικών παρουσιάσεων:



Εικόνα 33 – Κουμπιά χειρισμού πολυμέσων

3.4 ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΟΙ ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ

Κατά τη χρήση του ΨΕΠ μέσω του ΣΔΜ, ένα σύνολο από εξειδικευμένους συντάκτες περιεχομένου είναι διαθέσιμοι για χρήση από τον εκπαιδευτικό και το μαθητή.

Οι συντάκτες αυτοί περιλαμβάνουν:

- Συντάκτη Μαθηματικών (Math Editor)
- Συντάκτη Ηλεκτρολογίας (Electrical Editor)

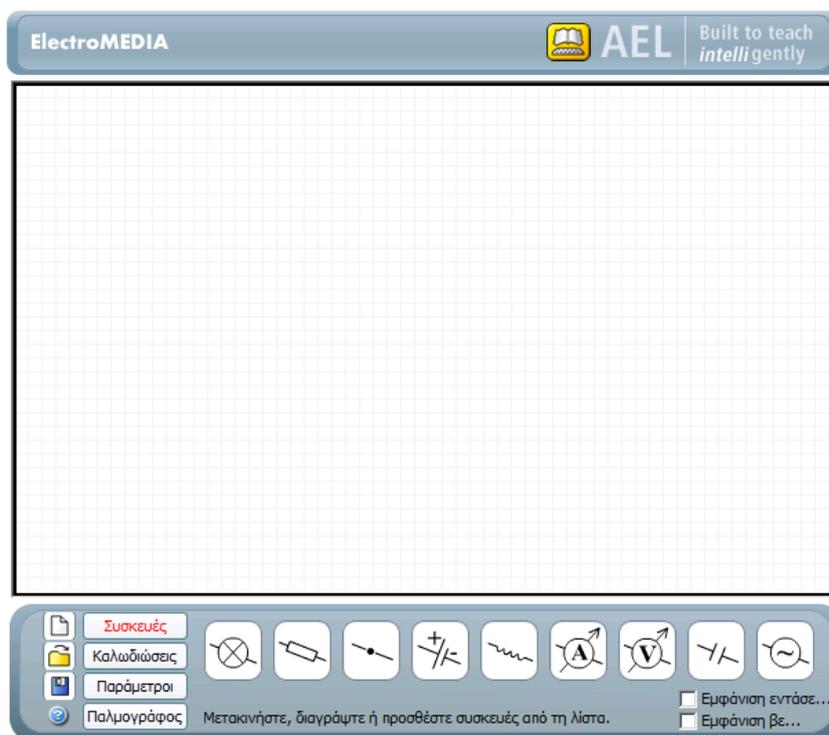
Οι συντάκτες είναι προσπελάσιμοι χρησιμοποιώντας τα κουμπιά Συντάκτες (Editors) που είναι διαθέσιμα στον αναπαραγωγέα SCORM μέσω του ΣΔΜ. Οι συντάκτες παρέχουν βοήθεια στο μαθητή κατά τη δημιουργία μαθηματικών τύπων και ηλεκτρολογικών σχημάτων. Το παραχθέν αποτέλεσμα των συντακτών αυτών αποθηκεύεται στον Ιδιωτικό Φάκελο (*Personal Folder*) που είναι διαθέσιμος στο χώρο εργασίας (*Workspaces*) και μπορεί να επεξεργαστεί ή να χρησιμοποιηθεί ως εικόνα.



Εικόνα 34 – Επιλέγοντας ένα συντάκτη



Εικόνα 35 - Συντάκτης Μαθηματικών (Math Editor)



Εικόνα 36 – Συντάκτη Ηλεκτρολογίας (Electrical Editor)



4 ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΨΕΠ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Το μάθημα της Φυσικής περιλαμβάνει τις ακόλουθες μονάδες ΨΕΠ:

Κωδικός ΨΕΠ	Τίτλος Μονάδας
P05_A_01	ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ01_Έργο σταθερής δύναμης_2.0
P05_A_02	ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ02_Έργο μεταβλητής δύναμης_2.0
P05_A_03	ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ03_Ισχύς_2.0
P05_A_04	ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ04_Κινητική ενέργεια_2.0
P05_A_05	ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ05_Βαρυτική δυναμική ενέργεια_2.0
P05_A_06	ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ06_Ελαστική δυναμική ενέργεια_2.0
P05_A_07	ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ07_Μηχανική ενέργεια και θεώρημα διατήρησης_2.0
P05_B_01	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ01_Εισαγωγικές έννοιες στην κυματική_2.0
P05_B_02	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ02_Χαρακτηριστικά μεγέθη ενός κύματος_2.0
P05_B_03	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ03_Βασικές έννοιες της κβαντικής Φυσικής και του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος_2.0
P05_B_04	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ04_Ορισμός του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και ερμηνεία του_2.0
P05_B_05	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ05_Φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein_2.0
P05_B_06	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ06_Εφαρμογές του φωτοκύτταρου και του φωτοστοιχείου_2.0
P05_B_07	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ07_Μοντέλο του ατόμου_2.0
P05_B_08	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ08_Μοντέλο Bohr, Ενεργειακές στάθμες_2.0
P05_B_09	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ09_Φάσματα εκπομπής – απορρόφησης_2.0
P05_B_10	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ10_Εφαρμογές της ατομικής Φυσικής_2.0
P05_B_11	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ11_Βασικές έννοιες της πυρηνικής φυσικής_2.0
P05_B_12	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ12_Περιγραφή Πυρήνα_2.0
P05_B_13	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ13_Βασικές έννοιες για τη ραδιενέργεια_2.0
P05_B_14	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ14_Μεταστοιχείωση – Πυρηνικές Αντιδράσεις_2.0



P05_B_15	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ15_Ομαλή κυκλική κίνηση_2.0
P05_B_16	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ16_Κεντρομόλος επιτάχυνση και κεντρομόλος δύναμη_2.0
P05_B_17	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ17_Εφαρμογές Κυκλικής Κίνησης_2.0
P05_B_18	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ18_Ο Νόμος της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα_2.0
P05_B_19	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ19_Βαρυτικό πεδίο – Ένταση βαρυτικού πεδίου_2.0
P05_B_20	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ20_Η κίνηση των πλανητών και των δορυφόρων_2.0
P05_B_21	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ21_Γεωστατικοί δορυφόροι_2.0
P05_B_22	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ22_Ροπή δύναμης_2.0
P05_C_01	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ01_Στροφορμή στερεού σώματος_2.0
P05_C_02	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ02_Αρχή διατήρησης της στροφορμής_2.0
P05_C_03	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ03_Γενικευμένος 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα_2.0
P05_C_04	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ04_Αρχή διατήρησης της ορμής – Κεντρική ελαστική κρούση_2.0
P05_C_05	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ05_Αρχή διατήρησης της ορμής – Πλαστική κρούση_2.0
P05_C_06	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ06_Προέλευση μαγνητικών πεδίων_2.0
P05_C_07	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ07_Μαγνητική ροή_2.0
P05_C_08	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ08_Ηλεκτρομαγνητική δύναμη Laplace_2.0
P05_C_09	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ09_Νόμος του Faraday (μέρος 1 από 2)_2.0
P05_C_10	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ10_Νόμος του Faraday (μέρος 2 από 2)_2.0
P05_C_11	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ11_Κανόνας του Lenz (μέρος 1 από 2)_2.0
P05_C_12	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ12_Κανόνας του Lenz (μέρος 2 από 2)_2.0
P05_C_13	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ13_Αυτεπαγωγή – Αμοιβαία επαγωγή_2.0
P05_C_14	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ14_Μετασχηματιστές_2.0



5 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΨΕΠ

5.1 ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ01_Έργο σταθερής δύναμης_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Α' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 1
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ01_Έργο σταθερής δύναμης_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, έργο, δύναμη, κινητική ενέργεια, σώμα, ταχύτητα, ανύψωση, μετατόπιση, μέτρο δύναμης, μονάδα μέτρησης, Newton, μέτρο, μαθηματική σχέση, γραφικός υπολογισμός, κάθετη δύναμη, ενέργεια, σταθερή ταχύτητα, αρνητικό έργο, απώλεια ενέργειας, φορά κίνησης, φορά δύναμης, παραγωγή έργου, κατανάλωση έργου, τυχαία φορά, γωνία, μέγιστο θετικό έργο, μέγιστο αρνητικό έργο, μηδενικό έργο, κεκλιμένο επίπεδο, θετικό έργο, βάρος, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Εισαγωγή στην έννοια του έργου • Υπολογισμός του έργου σταθερής δύναμης και ερμηνεία του προσήμου του.



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να αναγνωρίζουν ότι όταν μια δύναμη εξασκείται σε ένα σώμα αρχικά ακίνητο με αποτέλεσμα αυτό να μετατοπίζεται μεταφέρεται ενέργεια στο σώμα.
ΔΣ2	Να αναγνωρίζουν ότι το έργο μπορεί να είναι θετικό, αρνητικό, μηδέν και να ερμηνεύουν το πρόσημο σε κάθε περίπτωση.
ΔΣ3	Να υπολογίζουν το έργο σταθερής δύναμης.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Εισαγωγή στην έννοια του έργου.

Ερώτηση:

Πώς μεταβάλλεται η ενέργεια του αυτοκινήτου;

Ενδεικτική απάντηση:

Το αυτοκίνητο αρχικά είναι ακίνητο και στη συνέχεια, με την παρέμβαση του ανθρώπου, μπαίνει σε κίνηση και συνεπώς η ενέργειά του αυξάνεται. Αυτό συμβαίνει γιατί το έργο της δύναμης που ασκεί ο άντρας στο αυτοκίνητο το οποίο μετακινείται είναι παραγόμενο, δηλαδή γίνεται μεταφορά ενέργειας σε αυτό.

1.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Να αποφασίσετε σε ποια από αυτά τα παραδείγματα παράγεται έργο στα σώματα που δέχονται δύναμη και να τα επιλέξετε.

Απάντηση:

A, B και Γ.



1.3. Ποιοτική διερεύνηση του έργου – 1

Ερώτηση:

1. Να συγκρίνετε το ύψος στο οποίο ανεβαίνουν οι δύο ελέφαντες και κατ' επέκταση το έργο που παράγεται σε αυτούς.

Ενδεικτική απάντηση:

Ο ελέφαντας στην πάνω εικόνα ανέρχεται σε μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τον ελέφαντα της κάτω εικόνας. Το έργο που μεταφέρεται στον ελέφαντα της πάνω εικόνας είναι μεγαλύτερο από το έργο που μεταφέρεται στον ελέφαντα της κάτω εικόνας επειδή η δύναμη που κινεί το όχημα είναι μεγαλύτερη. Έτσι, το έργο που παράγεται στο όχημα είναι μεγαλύτερο.

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

2. Συμπληρώστε τα κενά στις προτάσεις που φαίνονται στην οθόνη:

Απάντηση:

Στο πρώτο αυτοκίνητο είναι στερεωμένος μεγαλύτερος ανεμιστήρας με αποτέλεσμα να ασκείται μεγαλύτερη **δύναμη** σε αυτό. Το ύψος που ανεβαίνει ο ελέφαντας του πρώτου παραδείγματος είναι **μεγαλύτερο** σε σχέση με το ύψος που ανεβαίνει ο ελέφαντας του δεύτερου παραδείγματος συνεπώς το **έργο** που παράγεται σε αυτόν είναι **μεγαλύτερο**.

1.4. Ποιοτική διερεύνηση του έργου – 2.

Ερώτηση:

1. Να συγκρίνετε το ύψος στο οποίο ανεβαίνουν οι δύο ελέφαντες από το σύστημα ανύψωσης και κατ' επέκταση το έργο που παράγεται σε αυτούς.

Ενδεικτική απάντηση:

Ο ελέφαντας στην πάνω εικόνα ανέρχεται σε μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τον ελέφαντα της κάτω εικόνας. Το έργο που μεταφέρεται στον ελέφαντα της πάνω εικόνας είναι μεγαλύτερο από το έργο που μεταφέρεται στον ελέφαντα της κάτω εικόνας επειδή η μετατόπιση του οχήματος είναι μεγαλύτερη. Έτσι, το έργο που παράγεται στο όχημα είναι μεγαλύτερο.

Ερώτηση:

2. Συμπληρώστε τα κενά στις προτάσεις που φαίνονται στην οθόνη:

**Απάντηση:**

Σε αυτά τα παραδείγματα το μέτρο της **δύναμης** που ασκείται στα δύο αυτοκίνητα είναι το ίδιο. Όμως, το πρώτο αυτοκίνητο μπορεί να κινείται σε μεγαλύτερο διάδρομο συνεπώς η **μετατόπιση** του είναι μεγαλύτερη. Το ύψος που ανεβαίνει ο ελέφαντας του πρώτου παραδείγματος είναι **μεγαλύτερο** σε σχέση με το ύψος που ανεβαίνει ο ελέφαντας του δεύτερου παραδείγματος συνεπώς το **έργο** που παράγεται σε αυτόν είναι **μεγαλύτερο**.

1.5. Ποσοτική διερεύνηση του έργου**Ερώτηση:**

1. Να ρυθμίσετε τις μεταβλητές στην οθόνη ώστε και τα τρία αυτοκίνητα να κινούνται σε διαδρόμους μήκους 10 m. Επίσης, το πρώτο αυτοκίνητο να έχει ένα ανεμιστήρα στερεωμένο στην οροφή του, το δεύτερο δύο ανεμιστήρες και το τρίτο τρεις ανεμιστήρες. Να παρατηρήσετε την εξέλιξη των κινήσεων επιλέγοντας το κουμπί  και να συγκρίνετε το ύψος στο οποίο ανεβαίνουν οι ελέφαντες από το σύστημα ανύψωσης και κατ' επέκταση το έργο που παράγεται σε αυτούς.

Ενδεικτική απάντηση:

Ο τρίτος ελέφαντας ανέρχεται περισσότερο από τον δεύτερο και ο δεύτερος περισσότερο από τον πρώτο. Το έργο που μεταφέρεται στον τρίτο ελέφαντα είναι μεγαλύτερο από το έργο που μεταφέρεται στον δεύτερο ελέφαντα, και το έργο που μεταφέρεται στο δεύτερο ελέφαντα είναι μεγαλύτερο από το έργο που μεταφέρεται στον πρώτο ελέφαντα. Αυτό οφείλεται στο ότι η δύναμη που κινεί το τρίτο όχημα είναι μεγαλύτερη και το έργο που παράγεται στο τρίτο όχημα είναι μεγαλύτερο.

Ερώτηση:

2. Να επιλέξετε το κουμπί  ώστε να επανέλθουν τα αυτοκίνητα στην αφετηρία. Να ρυθμίσετε τις μεταβλητές στην οθόνη ώστε και τα τρία αυτοκίνητα να έχουν στερεωμένο από ένα ανεμιστήρα στην οροφή τους. Επίσης, το πρώτο αυτοκίνητο να κινείται σε διάδρομο μήκους 10 m, το δεύτερο σε διάδρομο μήκους 20 m και το τρίτο σε διάδρομο μήκους 30 m. Να παρατηρήσετε την εξέλιξη των κινήσεων επιλέγοντας το κουμπί  και να συγκρίνετε το ύψος στο οποίο ανεβαίνουν οι ελέφαντες από το σύστημα ανύψωσης και κατ' επέκταση το έργο που παράγεται σε αυτούς.

Ενδεικτική απάντηση:

Ο τρίτος ελέφαντας ανέρχεται περισσότερο από τον δεύτερο και ο δεύτερος περισσότερο από τον



πρώτο. Το έργο που μεταφέρεται στον τρίτο ελέφαντα είναι μεγαλύτερο από το έργο που μεταφέρεται στον δεύτερο ελέφαντα, και το έργο που μεταφέρεται στο δεύτερο ελέφαντα είναι μεγαλύτερο από το έργο που μεταφέρεται στον πρώτο ελέφαντα. Αυτό οφείλεται στο ότι η μετατόπιση του τρίτου οχήματος είναι μεγαλύτερη και το έργο που παράγεται στο τρίτο όχημα είναι μεγαλύτερο.

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Το έργο W που παράγει δύναμη F όταν μετατοπίζει ένα σώμα σύμφωνα με τη διεύθυνση και τη φορά της κατά Δx δίνεται από τη μαθηματική σχέση.

Απάντηση:

$$W = F\Delta x$$

1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Η μονάδα μέτρησης του έργου της δύναμης είναι ίση με:

Απάντηση:

$$N.m = \text{Joule}$$

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Γραφικός Υπολογισμός του Έργου

Ερώτηση:

1. Να προτείνετε δύο τρόπους υπολογισμού του έργου.

Ενδεικτική απάντηση:

1ος τρόπος: Να πολλαπλασιαστεί το μέτρο της δύναμης που κινεί το σώμα επί την μετατόπιση του σώματος.

2ος τρόπος: Να υπολογιστεί το εμβαδόν της γραμμοσκιασμένης περιοχής.

Ερώτηση:

2. Να επιλέξετε τα κουμπιά **1^{ος} τρόπος** και **2^{ος} τρόπος**. Οι δύο τρόποι που προτείνετε (ερώτηση 1) είναι σωστοί;

**Ενδεικτική απάντηση:**

Ναι, οι δυο τρόποι είναι ορθοί. Ουσιαστικά, υπολογίζοντας το εμβαδόν του ορθογωνίου (μήκος \times πλάτος) χρησιμοποιούμε τη σχέση $F \cdot \Delta x$, η οποία ταυτίζεται με την εξίσωση υπολογισμού του έργου.

2.2. Παραδείγματα στα οποία το έργο ισούται με μηδέν – 1**Ερώτηση:**

1. Πριν παρακολουθήσετε την παρουσίαση να προβλέψετε κατά πόσο θα μεταφερθεί η ενέργεια στο αυτοκίνητο, δηλαδή κατά πόσο παράγεται σε αυτό έργο, όταν μπει σε λειτουργία ο ανεμιστήρας.

Ενδεικτική απάντηση:

Όχι, δε θα παραχθεί έργο στο αυτοκίνητο όταν μπει σε λειτουργία ο ανεμιστήρας. Συνεπώς το έργο της δύναμης από τον ανεμιστήρα δεν παράγει έργο στο αυτοκίνητο.

Ερώτηση:

2. Να επιλέξετε το κουμπί  και να παρακολουθήσετε προσεκτικά τη σκηνή που εξελίσσεται στην οθόνη του υπολογιστή σας. Τι παρατηρείτε; Παράγεται έργο στο αυτοκίνητο, όταν μπει σε λειτουργία ο ανεμιστήρας;

Ενδεικτική απάντηση:

Το αυτοκίνητο μένει ακίνητο, δεν μετατοπίζεται. Συνεπώς το έργο της δύναμης από τον ανεμιστήρα δεν παράγει έργο στο αυτοκίνητο.

2.3. Παραδείγματα στα οποία το έργο ισούται με μηδέν – 2.**Ερώτηση:**

1. Πριν παρακολουθήσετε την παρουσίαση να προβλέψετε κατά πόσο θα μεταφερθεί η ενέργεια στο αυτοκίνητο, δηλαδή κατά πόσο παράγεται σε αυτό έργο, όταν μπει σε λειτουργία ο ανεμιστήρας.

Ενδεικτική απάντηση:

Δε θα μεταφερθεί ενέργεια στο αυτοκίνητο και συνεπώς δε θα παραχθεί έργο. Αντίθετα, το αυτοκίνητο θα χάσει ενέργεια και συνεπώς θα καταναλωθεί έργο.

**Ερώτηση:**

2. Να επιλέξετε το κουμπί  και να παρακολουθήσετε προσεκτικά τη σκηνή που εξελίσσεται στην οθόνη του υπολογιστή σας. Τι παρατηρείτε; Παράγεται έργο στο αυτοκίνητο, όταν μπει σε λειτουργία ο ανεμιστήρας;

Ενδεικτική απάντηση:

Το αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα και επομένως δεν μεταφέρεται ενέργεια σε αυτό. Αυτό συμβαίνει γιατί η δύναμη είναι κάθετη στη μετατόπιση.

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που σας δίνονται.

Απάντηση:

Στα δύο τελευταία παραδείγματα που εξετάσατε *δε* μεταφέρθηκε *ενέργεια* στο αυτοκίνητο γιατί είτε παρέμεινε ακίνητο είτε συνέχισε να κινείται με *σταθερή* ταχύτητα όταν ασκήθηκε σε αυτό *δύναμη* μέσω του ανεμιστήρα. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν η δύναμη είναι κάθετη στη *μετατόπιση* δεν παράγεται έργο στο σώμα, δηλαδή το έργο ισούται με *μηδέν*.

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Σε ποιες από τις παρουσιάσεις που παρακολουθήσατε η δύναμη F δεν παράγει έργο στο σώμα στο οποίο ασκείται; Να τις επιλέξετε πατώντας με το ποντίκι στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι Β, Γ και Ε.

2.6. Παραδείγματα στα οποία το έργο είναι αρνητικό**Ερώτηση:**

1. Πριν παρακολουθήσετε την παρουσίαση να προβλέψετε κατά πόσο θα μεταφερθεί η ενέργεια στο αυτοκίνητο, δηλαδή κατά πόσο παράγεται σε αυτό έργο, όταν μπει σε λειτουργία ο ανεμιστήρας.

Ενδεικτική απάντηση:

Δε θα μεταφερθεί ενέργεια στο αυτοκίνητο και συνεπώς δε θα παραχθεί έργο. Αντίθετα, το αυτοκίνητο θα χάσει ενέργεια και συνεπώς θα καταναλωθεί έργο.

**Ερώτηση:**

2. Να επιλέξετε το κουμπί  και να παρακολουθήσετε προσεκτικά τη σκηνή που εξελίσσεται στην οθόνη του υπολογιστή σας. Τι παρατηρείτε; Παράγεται έργο στο αυτοκίνητο, όταν μπει σε λειτουργία ο ανεμιστήρας;

Ενδεικτική απάντηση:

Το αυτοκίνητο ελαττώνει ταχύτητα με αποτέλεσμα να σταματήσει στιγμιαία γιατί το χάνει ενέργεια. Επομένως, το πρόσημο του έργου είναι αρνητικό και αυτό συμβαίνει γιατί η δύναμη είναι αντίθετη σε σχέση με την μετατόπιση. Άρα, η δύναμη καταναλώνει έργο.

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που σας δίνονται.

Απάντηση:

Στο τελευταίο παράδειγμα που εξετάσατε όταν μπει σε λειτουργία ο ανεμιστήρας η ταχύτητά του αυτοκινήτου *ελαττώνεται*. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν η δύναμη είναι αντίθετη στη *μετατόπιση* καταναλώνεται *έργο* στο σώμα, δηλαδή η ενέργειά του *ελαττώνεται*. Σε αυτή την περίπτωση το πρόσημο του έργου είναι *αρνητικό*.

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Το σώμα που φαίνεται στο πιο πάνω σχήμα δέχεται την επίδραση τεσσάρων σταθερών σε μέτρο δυνάμεων, με αποτέλεσμα να μετατοπίζεται προς τα δεξιά σε μια απόσταση X . Να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν.

Απάντηση:

Η δύναμη F παράγει έργο στο σώμα.

Η δύναμη T καταναλώνει έργο στο σώμα.

Οι δυνάμεις B και N ούτε παράγουν ούτε καταναλώνουν έργο στο σώμα.

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Σε ποια από τα παραδείγματα η δύναμη F καταναλώνει έργο στο σώμα που ασκείται, δηλαδή το πρόσημο του έργου είναι αρνητικό; Να τα επιλέξετε πατώντας με το ποντίκι στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.

**Απάντηση:**

Η σωστή απάντηση είναι Α, Γ και Δ.

2.10. Υπολογισμός έργου σταθερής δύναμης.**Ερώτηση:**

Να παρακολουθήσετε την εξέλιξη των δύο κινήσεων. Να συγκρίνετε την ενέργεια που αποκτούν τα δύο καρότσια στο τέρμα του διαδρόμου.

Ενδεικτική απάντηση:

Η ενέργεια που αποκτά το καρότσι της πάνω εικόνας είναι μεγαλύτερη από το καρότσι της κάτω εικόνας.

2.11. Έλεγχος της ορθότητας της σχέσης $W = F \Delta x \sin\theta$ για τον υπολογισμό του έργου.**Ερώτηση:**

1. Αν η γωνία μεταξύ μετατόπισης και δύναμης είναι 0° να προβλέψετε την τιμή του έργου που παράγει η δύναμη χρησιμοποιώντας τον τύπο $W = F \Delta x \sin\theta$ που αποδείχθηκε στην προηγούμενη δραστηριότητα.

Ενδεικτική απάντηση:

$$W = F \Delta x \sin \theta = (100 \text{ N}) (100 \text{ m}) \sin 0 = 10 \ 000 \text{ J.}$$

Ερώτηση:

2. Αν η γωνία μεταξύ μετατόπισης και δύναμης είναι 0° , να επιλέξετε το κουμπί  και να παρακολουθήσετε την εξέλιξη της κίνησης. Όταν το σώμα φτάσει στο τέρμα του διαδρόμου, ο υπολογιστής δίνει την τιμή του έργου που παρήγαγε η δύναμη κατά τη διαδρομή. Να συγκρίνετε την τιμή που υπολογίσατε με την τιμή που έδωσε ο υπολογιστής. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Οι δυο τιμές ισούνται.

Ερώτηση:

3. Αν η γωνία μεταξύ μετατόπισης και δύναμης είναι 30° να προβλέψετε την τιμή του έργου που παράγει η δύναμη χρησιμοποιώντας τον τύπο $W = F \Delta x \sin\theta$ που αποδείχθηκε στην



προηγούμενη δραστηριότητα.

Ενδεικτική απάντηση:

$$W = F \Delta x \sin \theta = (100 \text{ N}) (100 \text{ m}) \sin 30 = 8660 \text{ J.}$$

Ερώτηση:

4. Να ρυθμίσετε τη γωνία μεταξύ μετατόπισης και δύναμης στις 30° , να επιλέξετε το κουμπί  και να παρακολουθήσετε την εξέλιξη της κίνησης. Όταν το σώμα φτάσει στο τέρμα του διαδρόμου, ο υπολογιστής δίνει την τιμή του έργου που παράγαγε η δύναμη κατά τη διαδρομή. Να συγκρίνετε την τιμή που υπολογίσατε με την τιμή που έδωσε ο υπολογιστής. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Οι δυο τιμές ισούνται.

Ερώτηση:

5. Αν η γωνία μεταξύ μετατόπισης και δύναμης είναι 90° να προβλέψετε την τιμή του έργου που παράγει η δύναμη χρησιμοποιώντας τον τύπο $W = F \Delta x \sin \theta$ που αποδείχθηκε στην προηγούμενη δραστηριότητα.

Ενδεικτική απάντηση:

$$W = F \Delta x \sin \theta = (100 \text{ N}) (100 \text{ m}) \sin 90 = 0.$$

Ερώτηση:

6. Να ρυθμίσετε τη γωνία μεταξύ μετατόπισης και δύναμης στις 90° , να επιλέξετε το κουμπί  και να παρακολουθήσετε την εξέλιξη της κίνησης. Όταν το σώμα φτάσει στο τέρμα του διαδρόμου, ο υπολογιστής δίνει την τιμή του έργου που παράγαγε η δύναμη κατά τη διαδρομή. Να συγκρίνετε την τιμή που υπολογίσατε με την τιμή που έδωσε ο υπολογιστής. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Οι δυο τιμές ισούνται.

Ερώτηση:

7. Να ρυθμίσετε τη γωνία μεταξύ μετατόπισης και δύναμης και για άλλες τιμές της γωνίας π.χ. 60° , 120° , 150° , 180° για να ελέγξετε κατά πόσο η σχέση $W = F \Delta x \sin \theta$ προβλέπει σωστά την τιμή του έργου που παράγεται σε κάθε περίπτωση. Τι παρατηρείτε;

**Ενδεικτική απάντηση:**

Πράγματι, η εξίσωση $W = F \Delta x \cos \theta$ προβλέπει σωστά την τιμή του έργου σε όλες τις περιπτώσεις.

2.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις με βάση τις παρατηρήσεις που κάνατε στη δραστηριότητα 2.11.

Απάντηση:

Η μαθηματική σχέση υπολογισμού του έργου $W = F \Delta x \cos \theta$ συνθ ισχύει για **όλες** τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν. Το έργο παίρνει τη μέγιστη θετική του τιμή όταν η γωνία θ είναι 0° ή 360° . Το έργο παίρνει τη μέγιστη αρνητική του τιμή όταν η γωνία θ είναι 180° . Το έργο έχει τιμή μηδέν όταν η γωνία θ είναι 90° ή 270° .

2.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Το σώμα του πιο πάνω σχήματος κινείται προς τα πάνω κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου με σταθερή ταχύτητα. Η δύναμη F έχει σταθερό μέτρο και μετατοπίζει το σώμα κατά απόσταση d . Το έργο που παράγει η δύναμη αυτή στο σώμα είναι:

Απάντηση:

$$W = F d$$

2.14. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στο πιο πάνω σώμα ασκούνται οι δυνάμεις $F_1 = 50 \text{ N}$, $F_2 = 30 \text{ N}$ και $F_3 = 10 \text{ N}$, όπως φαίνεται στο διάγραμμα. Η μάζα του σώματος είναι 2 Kg . Το σώμα μετατοπίζεται κατά 10 m πάνω στο επίπεδο, προς την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Το έργο της δύναμης F_1 στο σώμα είναι:

Απάντηση:

$$400 \text{ J}$$

2.15. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στο πιο πάνω σώμα ασκούνται οι δυνάμεις $F_1 = 50 \text{ N}$, $F_2 = 30 \text{ N}$ και $F_3 = 10 \text{ N}$, όπως φαίνεται στο διάγραμμα. Η μάζα του σώματος είναι 2 Kg . Το σώμα μετατοπίζεται κατά 10 m πάνω στο επίπεδο, προς την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Το έργο της δύναμης F_2 στο σώμα είναι:

**Απάντηση:**

-210 J.

2.16. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στο πιο πάνω σώμα ασκούνται οι δυνάμεις $F_1 = 50 \text{ N}$, $F_2 = 30 \text{ N}$ και $F_3 = 10 \text{ N}$, όπως φαίνεται στο διάγραμμα. Η μάζα του σώματος είναι 2 Kg. Το σώμα μετατοπίζεται κατά 10 m πάνω στο επίπεδο, προς την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Το έργο της δύναμης F_3 στο σώμα είναι:

Απάντηση:

0 J

2.17. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στο πιο πάνω σώμα ασκούνται οι δυνάμεις $F_1 = 50 \text{ N}$, $F_2 = 30 \text{ N}$ και $F_3 = 10 \text{ N}$, όπως φαίνεται στο διάγραμμα. Η μάζα του σώματος είναι 2 Kg. Το σώμα μετατοπίζεται κατά 10 m πάνω στο επίπεδο, προς την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Το έργο του βάρους B του σώματος είναι:

Απάντηση:

0 J

5.2 ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ02_Έργο μεταβλητής δύναμης_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Α' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 2
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ02_Έργο μεταβλητής δύναμης_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, έργο, μεταβλητή δύναμη, σταθερή διεύθυνση, δύναμη, μετατόπιση, αρνητική δύναμη, κάθετη δύναμη, αντίθεση δύναμη, συνολικό έργο, μέγιστο έργο, φορά δύναμης, τέλος μαθήματος.



Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> Υπολογισμός έργου μεταβλητής δύναμης με σταθερή διεύθυνση. Υπολογισμός συνολικού και μέγιστου έργου. Σημασία της αρνητικής δύναμης σε σχέση με τη μετατόπιση και επιπτώσεις στο έργο.
---------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να υπολογίζουν το έργο μεταβλητής δύναμης με σταθερή διεύθυνση
ΔΣ2	Να υπολογίζουν το συνολικό έργο και το μέγιστο έργο
ΔΣ3	Να αντιλαμβάνονται τη σημασία της αρνητικής δύναμης σε σχέση με τη μετατόπιση και τις επιπτώσεις στο έργο

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Παρατήρηση έργου μεταβλητής δύναμης.

Ερώτηση:

Μπορούμε να υπολογίσουμε το έργο που παράγει αυτή η δύναμη στο περιπολικό χρησιμοποιώντας τη σχέση $W = F\Delta x$;

Ενδεικτική απάντηση:

Ο υπολογισμός του έργου δύναμης η οποία μετατοπίζει ένα σώμα σύμφωνα με τη διεύθυνσή της δεν μπορεί να γίνει με τη σχέση $W = F\Delta x$ όταν το μέτρο της μεταβάλλεται. Σε αυτή την περίπτωση το έργο ισούται αριθμητικά με το εμβαδόν που περικλείεται στο διάγραμμα δύναμης – μετατόπισης, από τη γραφική παράσταση της δύναμης και του άξονα της μετατόπισης.



1.2. Υπολογισμός έργου μεταβλητής δύναμης με σταθερή διεύθυνση

Ερώτηση:

Να χρησιμοποιήσετε τη γραφική παράσταση $F = f(\Delta x)$ για να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που ασκείται στο ελατήριο όταν σε αυτό αναρτήσουμε 5 σταθμά των 100 g. (Για τον υπολογισμό μπορείτε να στηριχθείτε στο γραφικό τρόπο υπολογισμού του έργου που αναφέρθηκε στην ενότητα Παρατήρηση του έργου μεταβλητής δύναμης).

Ενδεικτική απάντηση:

Ο υπολογισμός του έργου δύναμης η οποία μετατοπίζει ένα σώμα σύμφωνα με τη διεύθυνσή της δεν μπορεί να γίνει με τη σχέση $W = F \Delta x$ όταν το μέτρο της μεταβάλλεται. Σε αυτή την περίπτωση το έργο ισούται αριθμητικά με το εμβαδόν που περικλείεται στο διάγραμμα δύναμης – μετατόπισης, από τη γραφική παράσταση της δύναμης και του άξονα της μετατόπισης.

1.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Το έργο που παράγει η δύναμη που ασκεί το άλογο στην άμαξα είναι:

Απάντηση:

500 J

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Το έργο που παράγει η δύναμη είναι :

Απάντηση:

100 J.

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Το έργο που παράγει η δύναμη είναι :

Απάντηση:

125 J

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Το έργο που παράγει η δύναμη είναι :

Απάντηση:

180 J



2.1. Έργο αρνητικής δύναμης

Ερώτηση:

1. Τι παρατηρείτε σε σχέση με την ταχύτητα του σώματος;

Ενδεικτική απάντηση:

Η ταχύτητα του σώματος ελαττώνεται.

Ερώτηση:

2. Τι επιπτώσεις έχει αυτή η μεταβολή στην ενέργεια του σώματος;

Ενδεικτική απάντηση:

Εφόσον η ταχύτητα του σώματος ελαττώνεται και η ενέργειά του (κινητική ενέργεια) ελαττώνεται.

2.2. Έργο αρνητικής δύναμης – εφαρμογή 1

Ερώτηση:

1. Συγκρίνετε την απόσταση που διανύει το αυτοκίνητο για να σταματήσει σε βρεγμένο και στεγνό οδόστρωμα.

Ενδεικτική απάντηση:

Η απόσταση που διανύει το αυτοκίνητο στο βρεγμένο οδόστρωμα είναι μεγαλύτερη από την απόσταση που διανύει στο στεγνό οδόστρωμα.

Ερώτηση:

2. Να υπολογίσετε την απόσταση που θα διανύσει το αυτοκίνητο από τη στιγμή που ο οδηγός πατά τα φρένα μέχρι τη στιγμή που θα σταματήσει, αν το αυτοκίνητο κινείται σε:

A) στεγνό οδόστρωμα οπότε η δύναμη τριβής που δέχεται έχει σταθερό μέτρο και ίσο με 8000 N,

B) βρεγμένο οδόστρωμα οπότε η δύναμη τριβής που δέχεται έχει σταθερό μέτρο και ίσο με 2000 N.

Ενδεικτική απάντηση:

A) 50 m

B) 200 m



ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.1. Υπολογισμός συνολικού και μέγιστου έργου

Ερώτηση:

1. Να δώσετε τη μαθηματική σχέση από την οποία υπολογίσετε η μέγιστη ενέργεια στο σώμα κατά τη διάρκεια της κίνησης του στο λείο στο κεκλιμένο επίπεδο.

Ενδεικτική απάντηση:

Η ενέργεια που μεταφέρεται στο σώμα κατά την κίνησή του στο κεκλιμένο επίπεδο οφείλεται στο έργο που παράγει η συνιστώσα δύναμη B_x του βάρους του σώματος εφόσον οι υπόλοιπες δυνάμεις (B_y και N) είναι κάθετες στη μετατόπιση επομένως δεν παράγουν έργο. Ο υπολογισμός του έργου της συνιστώσας B_x υπολογίζεται ως εξής: $W_{(B_x)} = B_x S_1 = B \eta \mu \theta S_1$ όπου B το βάρος του σώματος, θ η γωνία κλίσης του κεκλιμένου επιπέδου και S_1 το μήκος του κεκλιμένου επιπέδου. Το έργο αυτό αποτελεί τη μέγιστη ενέργεια που μεταφέρεται στο σώμα κατά την κίνησή του.

Ερώτηση:

2. Να δώσετε τη μαθηματική σχέση από την οποία υπολογίζεται συνολικό έργο των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα σε ολόκληρη τη διαδρομή.

Ενδεικτική απάντηση:

Κατά την κίνηση του σώματος στο οριζόντιο επίπεδο, οι δυνάμεις του βάρους B και της αντίδρασης N από το επίπεδο δεν παράγουν έργο γιατί είναι κάθετες στη μετατόπιση. Η δύναμη της τριβής T που αντιστέκεται στην κίνηση καταναλώνει έργο ίσο με: $W_T = T S_2 \text{ συν} 180^\circ = -T S_2$ όπου T η δύναμη της τριβής και S_2 η απόσταση που διανύει το σώμα στο οριζόντιο επίπεδο μέχρι να σταματήσει. Το συνολικό έργο των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα και στις δύο διαδρομές είναι: $W_{(ολ)} = W_{(B_x)} + W_T = B \eta \mu \theta S_1 - T S_2$

3.2. Υπολογισμός συνολικού και μέγιστου έργου – Εφαρμογή.

Ερώτηση:

Η ενέργεια που μεταφέρεται στο αυτοκίνητο στο διάστημα που επιταχύνεται είναι

Απάντηση:

200000 J.

Ερώτηση:

Όταν ο οδηγός πατήσει τα φρένα του αυτοκινήτου αυτό επιβραδύνεται και τελικά



σταματά. Το έργο που καταναλώνουν οι δυνάμεις που ασκούνται στο αυτοκίνητο είναι:

Απάντηση:

-200000 J.

Ερώτηση:

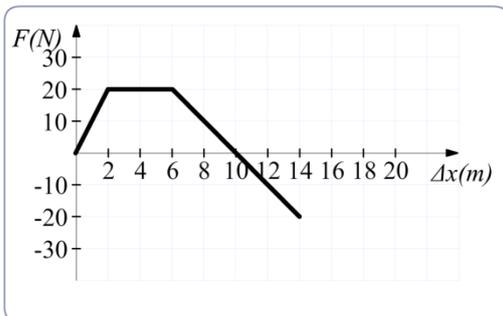
Το συνολικό έργο των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα σε ολόκληρη τη διαδρομή είναι:

Απάντηση:

0 J.

3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Σε ένα σώμα ενεργεί δύναμη F σταθερής διεύθυνσης, της οποίας το μέτρο μεταβάλλεται με τη μετατόπιση Δx , όπως φαίνεται στο διάγραμμα.

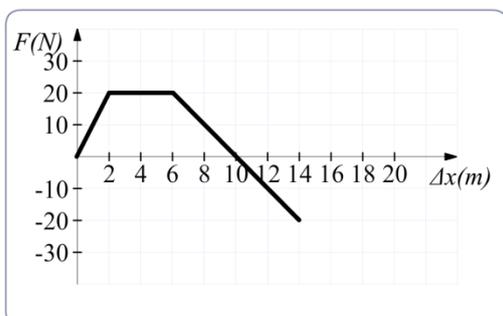


Απάντηση:

Η φορά της δύναμης που ασκείται στο σώμα αντιστρέφεται όταν η μετατόπιση του σώματος είναι $\Delta x = 10$ m.

3.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Σε ένα σώμα ενεργεί δύναμη F σταθερής διεύθυνσης, της οποίας το μέτρο μεταβάλλεται με τη μετατόπιση Δx , όπως φαίνεται στο διάγραμμα.



Απάντηση:

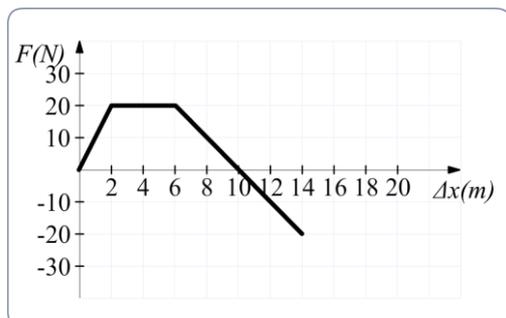
Το έργο που παράγει η δύναμη που ασκείται στο σώμα μέχρι τη μετατόπιση $\Delta x = 10$ m είναι **140**



m.

3.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών

Σε ένα σώμα ενεργεί δύναμη F σταθερής διεύθυνσης, της οποίας το μέτρο μεταβάλλεται με τη μετατόπιση Δx , όπως φαίνεται στο διάγραμμα.



Απάντηση:

Το συνολικό έργο της δύναμης σε όλη τη διαδρομή είναι **100 J**.

5.3 ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ03_Ισχύς_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Α' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 3
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ03_Ισχύς_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	εισαγωγή, ενέργεια, ρυθμός μεταφοράς, ρυθμός μετατροπής, ισχύς, έργο, απόδοση, ρυθμός ανύψωσης, χρόνος ανύψωσης, joule, μονάδα μέτρησης, δευτερόλεπτα, watt, ταχύτητα, ρυθμός παραγωγής έργου, ηλεκτρική ενέργεια, φωτοβολταϊκά, χρόνος αναρρίχισης, βάρος, αρσιβαρίστας, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> σημασία του ρυθμού μεταφοράς ή μετατροπής μιας μορφής ενέργειας σε άλλη ορισμός της ισχύος και της μονάδας μέτρησής της



- αντιμετώπιση προβλημάτων υπολογισμού της ισχύος που αναπτύσσεται σε παραδείγματα από την καθημερινή ζωή

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα του ρυθμού μεταφοράς ή μετατροπής μιας μορφής ενέργειας σε άλλη και να δίνουν παραδείγματα που ενισχύουν τη θέση αυτή
ΔΣ2	Να ορίζουν και να υπολογίζουν την ισχύ και τη μονάδα μέτρησής της

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Εισαγωγή στην έννοια της ισχύος

Ερώτηση:

Με ποιο από τους δύο τρόπους ανυψώνεται πιο γρήγορα το πακέτο; Ποιο θεωρείτε ποιο αποδοτικό τρόπο;

Ενδεικτική απάντηση:

Το πακέτο ανυψώνεται πιο γρήγορα όταν χρησιμοποιούμε τον γερανό.

1.2. Διερεύνηση των παραγόντων από τους οποίους καθορίζεται η ισχύς.

Ερώτηση:

1. Οι δύο γερανοί που βλέπετε στην οθόνη ανεβάζουν το ίδιο κιβώτιο μάζας 20 kg με σταθερή ταχύτητα. Να υπολογίσετε την ενέργεια που μεταφέρεται στο κιβώτιο, δηλαδή το έργο που παράγεται, σε κάθε περίπτωση.

**Ενδεικτική απάντηση:**

Γερανός στα αριστερά: $W = B h_1 = 200 \cdot 5 = 1000 \text{ J}$

Γερανός στα δεξιά: $W = B h_2 = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ J}$

Ερώτηση:

2. Ποιος από αυτούς τους δύο γερανούς είναι αποδοτικότερος για την ανύψωση κιβωτίων σε ένα εργοστάσιο;

Ενδεικτική απάντηση:

Ο δεύτερος γερανός είναι πιο αποδοτικός, γιατί ανυψώνει το κιβώτιο πιο γρήγορα.

1.3. Διερεύνηση των παραγόντων από τους οποίους καθορίζεται η ισχύς II**Ερώτηση:**

1. Ένας εργάτης κι ένας γερανός ανεβάζουν το ίδιο κιβώτιο μάζας 20 kg με σταθερή ταχύτητα. Να υπολογίσετε την ενέργεια που μεταφέρεται στο κιβώτιο, δηλαδή το έργο που παράγεται, σε κάθε περίπτωση.

Ενδεικτική απάντηση:

Γερανός: $W = B h = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ J}$

Άνθρωπος: $W = B h = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ J}$

Ερώτηση:

2. Ποιος από αυτούς τους δύο τρόπους είναι αποδοτικότερος για την ανύψωση κιβωτίων;

Ενδεικτική απάντηση:

Αποδοτικότερος τρόπος είναι η ανύψωση του κιβωτίου με το γερανό γιατί ο χρόνος που απαιτείται είναι μικρότερος.

1.4. Διερεύνηση των παραγόντων από τους οποίους καθορίζεται η ισχύς – Συμπέρασμα**Ερώτηση:**

Να συμπληρώσετε τις πιο κάτω προτάσεις με τις λέξεις που σας δίνονται.

Απάντηση:

1. Στο παράδειγμα της υποενότητας Διερεύνηση των παραγόντων από τους οποίους καθορίζεται η



ισχύς I, αποδοτικότερος για την ανύψωση κιβωτίων ήταν ο δεύτερος γερανός, ο οποίος στον ίδιο χρόνο παράγει **μεγαλύτερο** έργο.

2. Στο παράδειγμα της υποεπένδυσης Διερεύνηση των παραγόντων από τους οποίους καθορίζεται η ισχύς II, αποδοτικότερος για την ανύψωση κιβωτίων ήταν ο γερανός, ο οποίος παράγει το ίδιο έργο με τον άνθρωπο σε **λιγότερο** χρόνο.

3. Επομένως, οι παράγοντες που καθορίζουν την ισχύ που αναπτύσσεται σε κάθε περίπτωση είναι το **έργο** που παράγεται και ο **χρόνος** στον οποίο συμβαίνει αυτό.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Ποσοτική διερεύνηση των παραγόντων από τους οποίους καθορίζεται η ισχύς I.

Ερώτηση:

1. Αφού ρυθμίσετε την ισχύ του γερανού στην τιμή P, να τρέξετε την πολυμεσική παρουσίαση και να παρατηρήσετε την ανύψωση του κιβωτίου. Σε πόσο ύψος ανεβαίνει το κιβώτιο σε χρόνο ενός λεπτού;

Ενδεικτική απάντηση:

Σε 1 λεπτό το κιβώτιο ανυψώνεται κατά 10 m.

Ερώτηση:

2. Να προβλέψετε το ύψος στο οποίο μπορεί να ανεβάσει ο γερανός το κιβώτιο σε χρόνο ενός λεπτού αν διπλασιαστεί ή τριπλασιαστεί η ισχύς του. Να συγκρίνετε το έργο που παράγει ο γερανός σε κάθε περίπτωση.

Ενδεικτική απάντηση:

Αν διπλασιαστεί/τριπλασιαστεί η ισχύς του γερανού τότε θα διπλασιαστεί/τριπλασιαστεί και το ύψος στο οποίο ανέρχεται το κιβώτιο. Επίσης, το έργο θα διπλασιαστεί/τριπλασιαστεί.

Ερώτηση:

3. Να ρυθμίσετε την ισχύ του γερανού στη θέση Διπλάσια Ισχύς 2P, να τρέξετε την πολυμεσική παρουσίαση και να παρατηρήσετε το ύψος στο οποίο ανεβαίνει το κιβώτιο σε χρόνο ενός λεπτού. Να συγκρίνετε την ένδειξη για το ύψος με την αρχική σας πρόβλεψη.

**Ενδεικτική απάντηση:**

Το κιβώτιο ανεβαίνει σε ύψος 20 m. Η πρόβλεψη συμφωνεί με την παρατήρηση.

Ερώτηση:

4. Να ρυθμίσετε την ισχύ του γερανού στη θέση Τριπλάσια Ισχύς 3P, να τρέξετε την πολυμεσική παρουσίαση και να παρατηρήσετε το ύψος, στο οποίο ανεβαίνει το κιβώτιο σε χρόνο ενός λεπτού. Να συγκρίνετε την ένδειξη για το ύψος με την αρχική σας πρόβλεψη.

Ενδεικτική απάντηση:

Το κιβώτιο ανεβαίνει σε ύψος 30 m. Η πρόβλεψη συμφωνεί με την παρατήρηση.

2.2. Ποσοτική διερεύνηση των παραγόντων από τους οποίους καθορίζεται η ισχύς II.**Ερώτηση:**

1. Αφού ρυθμίσετε την ισχύ του γερανού στην τιμή P, να τρέξετε την πολυμεσική παρουσίαση και να παρατηρήσετε την ανύψωση του κιβωτίου. Πόσο χρόνο χρειάζεται ο γερανός για να ανεβάσει το κιβώτιο σε ύψος 10 m;

Ενδεικτική απάντηση:

Ο γερανός χρειάζεται 1 λεπτό για να ανυψώσει το κιβώτιο σε ύψος 10 m.

Ερώτηση:

2. Να προβλέψετε το χρόνο που χρειάζεται ο γερανός για να ανεβάσει το κιβώτιο σε ύψος 10 m, αν διπλασιαστεί ή τριπλασιαστεί η ισχύς του.

Ενδεικτική απάντηση:

Ο γερανός χρειάζεται 30 s/ 20 s για να ανυψώσει το κιβώτιο σε ύψος 10 m αν διπλασιαστεί/τριπλασιαστεί η ισχύς του.

Ερώτηση:

3. Να ρυθμίσετε την ισχύ του γερανού στη θέση Διπλάσια Ισχύς 2P, να τρέξετε την πολυμεσική παρουσίαση και να παρατηρήσετε το χρόνο που χρειάζεται ο γερανός για να ανεβάσει το κιβώτιο σε ύψος 10 m. Να συγκρίνετε την ένδειξη για το χρόνο με την αρχική σας πρόβλεψη.

Ενδεικτική απάντηση:

Χρειάζονται 30 s για να ανυψωθεί το κιβώτιο στα 10 m. Η πρόβλεψη συμφωνεί με την



παρατήρηση.

Ερώτηση:

4. Να ρυθμίσετε την ισχύ του γερανού στη θέση Τριπλάσια Ισχύς 3P, να τρέξετε την πολυμεσική παρουσίαση και να παρατηρήσετε το χρόνο που χρειάζεται ο γερανός για να ανεβάσει το κιβώτιο σε ύψος 10 m. Να συγκρίνετε την ένδειξη για το χρόνο με την αρχική σας πρόβλεψη.

Ενδεικτική απάντηση:

Χρειάζονται 20 s για να ανυψωθεί το κιβώτιο στα 10 m. Η πρόβλεψη συμφωνεί με την παρατήρηση.

2.3. Ισχύς – Μαθηματική Σχέση και Μονάδα Μέτρησης

Ερώτηση:

Η μαθηματική σχέση που δίδει την ισχύ είναι:

Απάντηση:

$$P = \frac{W}{t}$$

2.4. Ισχύς – Μαθηματική Σχέση και Μονάδα Μέτρησης.

Ερώτηση:

Η μονάδα μέτρησης της ισχύος είναι ίση με:

Απάντηση:

J/s=Watt

2.5. Ισχύς – Παραδείγματα από την καθημερινή ζωή.

Ερώτηση:

Σύρετε τις σωστές απαντήσεις στις κατάλληλες θέσεις.

Απάντηση:

1. ένα άλογο που καλπάζει. **1 kW**
2. ένα ηλεκτρικό ψυγείο σε λειτουργία. **150 W**
3. ένας κινητήρας αυτοκινήτου. **120 kW**



4. ένας κινητήρας αεροπλάνου Boeing. **21 MW**
5. ένας άνθρωπος που εργάζεται. **75 W**
6. ένα έντομο που πετάει. **1 mW**
7. ένας σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. **1200 MW**
8. η καρδιά ενός ανθρώπου που λειτουργεί. **1 W**
9. ένας ηλεκτρικός λαμπτήρας που φωτοβολεί. **100 W**
10. ένας ηλεκτρικός θερμοσίφωνας που ζεσταίνει το νερό. **3 kW**

2.6. Δεύτερος τρόπος υπολογισμού της ισχύος.

Ερώτηση:

1. Να πατήσετε στα κουμπιά **Υπολογισμός 1** και **Υπολογισμός 2** για να δείτε δύο τρόπους υπολογισμού της ισχύος που αναπτύσσει ο άνθρωπος. Είναι και οι δύο τρόποι υπολογισμού της ισχύος σωστοί;

Ενδεικτική απάντηση:

Ναι, και οι δυο τρόποι υπολογισμού της ισχύος είναι ορθοί.

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση πολλαπλής επιλογής

Δύο αρσιβαρίστες, ο Πέτρος και ο Κώστας, προπονούνται σηκώνοντας βάρη των 100 kg στο ίδιο ύψος. Ο Πέτρος σηκώνει το βάρος των 100 kg 10 φορές το λεπτό και ο Κώστας σηκώνει το ίδιο βάρος 10 φορές σε 20 s. Το έργο που παράγει ο Πέτρος κατά την ανύψωση των βαρών:

Απάντηση:

Ισούται με το έργο που παράγει ο Κώστας.

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Δύο αρσιβαρίστες, ο Πέτρος και ο Κώστας, προπονούνται σηκώνοντας βάρη των 100 kg στο ίδιο ύψος. Ο Πέτρος σηκώνει το βάρος των 100 kg 10 φορές το λεπτό και ο Κώστας σηκώνει το ίδιο βάρος 10 φορές σε 20 s. Η ισχύς που αναπτύσσει ο Πέτρος κατά την ανύψωση των βαρών:

Απάντηση:

Είναι μικρότερη από την ισχύ που αναπτύσσει ο Κώστας.

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Σε μια συνηθισμένη ημέρα η ηλιοφάνεια στην Κύπρο διαρκεί περίπου 10 ώρες. Μια φωτοβολταϊκή πλάκα αποδίδει ηλεκτρική ενέργεια με ισχύ 50 W. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η πλάκα κατά



τη διάρκεια μιας τέτοιας ημέρας είναι:

Απάντηση:

1800 kJ.

2.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Κατά τη διάρκεια αγώνων αναρρίχησης ο Γιώργος και η Ελένη ανεβαίνουν σε ένα λόφο. Ο Γιώργος έχει διπλάσια μάζα από την Ελένη και η Ελένη ανεβαίνει στην κορυφή του λόφου στο μισό χρόνο από ότι ο Γιώργος. Το έργο που παράγει ο Γιώργος κατά την άνοδό του είναι:

Απάντηση:

Είναι μεγαλύτερο από το έργο που παράγει η Ελένη.

2.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Κατά τη διάρκεια αγώνων αναρρίχησης ο Γιώργος και η Ελένη ανεβαίνουν σε ένα λόφο. Ο Γιώργος έχει διπλάσια μάζα από την Ελένη και η Ελένη ανεβαίνει στην κορυφή του λόφου στο μισό χρόνο από ότι ο Γιώργος. Η ισχύς που αναπτύσσει ο Γιώργος κατά την άνοδό του:

Απάντηση:

Ισούται με την ισχύ που αναπτύσσει η Ελένη.

2.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Ένας ηλεκτρικός κινητήρας ανεβάζει, με σταθερή ταχύτητα, έναν ανελκυστήρα βάρους 100 000 N κατά 15 m σε χρόνο 30 s. Η ισχύς που αναπτύσσει ο κινητήρας είναι:

Απάντηση:

50 000 W

2.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Ένας αρσιβαρίστας σηκώνει βάρη μάζας 100 Kg, σε ύψος 2 m, σε χρόνο 2 s. Η ισχύς που αναπτύσσει ο αρσιβαρίστας κατά την ανύψωση των βαρών:

Απάντηση:

Είναι μικρότερη από την ισχύ που αναπτύσσει ένας ηλεκτρικός κινητήρας που ανεβάζει με σταθερή ταχύτητα, ένα ανελκυστήρα βάρους 100 000 N κατά 15 m σε χρόνο 30 s.



5.4 ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ04_Κινητική ενέργεια_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Α' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 4
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ04_Κινητική ενέργεια_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, Α, εισαγωγή, μορφές ενέργειας, χημική ενέργεια, θερμική ενέργεια, ελαστική ενέργεια, βαρυτική ενέργεια, κινητική ενέργεια, κίνηση, παράγοντες που επηρεάζουν την κινητική ενέργεια, μάζα, ταχύτητα, σχέση κινητικής ενέργειας και μάζα, έργο, επιτάχυνση, απόσταση, δύναμη, οριζόντια δύναμη, κάθετη δύναμη, έργο δύναμης, έργο δύναμης του βάρους, ελεύθερη πτώση, κατακόρυφη βολή προς τα πάνω, αρχική – τελική κινητική ενέργεια, παραγωγή έργου στην καθημερινότητα, έργο και δύναμη, παράγοντες που την επηρεάζουν, χρόνος αντίδρασης, απόσταση φρεναρίσματος, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Σχέση της κινητικής ενέργειας με το έργο. • Παράγοντες που επηρεάζουν την κινητική ενέργεια. • Προϋποθέσεις για αλλαγή στην κινητική ενέργεια.

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να συνδέουν την κινητική ενέργεια με το έργο
ΔΣ2	Να κατανοούν και να περιγράφουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την κινητική ενέργεια, μέσω επίλυσης σχετικών προβλημάτων
ΔΣ3	Να μελετούν προϋποθέσεις για αλλαγή στην κινητική ενέργεια



Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Διάφορες μορφές Ενέργειας.

Σκεφτείτε ποια μορφή ενέργειας περικλείει το αντικείμενο του κάθε εικονιδίου και να επιλέξετε τη σωστή μορφή ενέργειας από τις πέντε επιλογές που σας δίνονται.

Απάντηση:

Ακίνητο Εκκρεμές - Βαρυτική δυναμική ενέργεια

Συμπιεσμένο Ελατήριο - Ελαστική δυναμική ενέργεια

Μπαταρία – Χημική ενέργεια

Μπάλα που κυλά σε κεκλιμένο επίπεδο – Κινητική ενέργεια

Θερμάστρα – θερμική ενέργεια

1.2. Κινητική Ενέργεια.

Παρακολουθήστε τις πολυμεσικές παρουσιάσεις που σας δίνονται και αποφασίστε κατά πόσο είναι παραδείγματα κινητικής ενέργειας ή όχι.

Απάντηση:

Γερανός - Σωστό

Κρούση - Σωστό

Αυτοκίνητο - Σωστό

Βιβλίο σε τραπέζι - Λάθος

Μπάλα που κυλά σε κεκλιμένο επίπεδο - Σωστό

Ερώτηση:

Σύμφωνα με ποιο κριτήριο καθορίζεται ότι ένα σώμα περικλείει κινητική ενέργεια;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ένα σώμα περικλείει κινητική ενέργεια όταν κινείται, δηλαδή όταν το σώμα αποκτά ταχύτητα.



ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1 Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την Κινητική Ενέργεια.

Μπορείτε να προβλέψετε σε ποια από τις δυο περιπτώσεις θα ανυψωθεί πιο ψηλά ο ελέφαντας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Στην περίπτωση όπου το φορτηγό κτυπά τον ανυψωτήρα.

Ερώτηση:

Με βάση τις δύο πολυμεσικές παρουσιάσεις που παρακολουθήσατε, ποιος παράγοντας επηρεάζει την κινητική ενέργεια ενός σώματος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο παράγοντας που επηρεάζει την κινητική ενέργεια ενός σώματος είναι η μάζα του.

Ερώτηση:

Πώς ο παράγοντας αυτός φαίνεται να επηρεάζει την κινητική ενέργεια;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του σώματος τόσο μεγαλύτερη είναι και η κινητική του ενέργεια.

2.2. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την Κινητική Ενέργεια 2.

Προβλέψτε σε ποια περίπτωση θα ανυψωθεί ψηλότερα το σώμα, θεωρώντας ότι δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας. Εξηγήστε το συλλογισμό σας. Αφού καταγράψετε την πρόβλεψή σας παρακολουθήστε την πολυμεσική παρουσίαση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το σώμα θα ανυψωθεί ψηλότερα στην περίπτωση του γρήγορου αυτοκινήτου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το γρήγορο αυτοκίνητο έχει μεγαλύτερη ορμή και, σύμφωνα με τον γενικευμένο 2ο νόμο του Νεύτωνα, η δύναμη που μεταφέρει είναι μεγαλύτερη (αν υποθέσουμε ότι ο χρόνος ακινητοποίησης των δυο αυτοκινήτων είναι ο ίδιος και στις δυο περιπτώσεις).

Ερώτηση:

Με βάση τις δύο πολυμεσικές παρουσιάσεις που παρακολουθήσατε, ποιος παράγοντας επηρεάζει την κινητική ενέργεια ενός σώματος;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Η ταχύτητα του σώματος επηρεάζει την κινητική του ενέργεια.

Ερώτηση:

Πώς ο παράγοντας αυτός φαίνεται να επηρεάζει την κινητική ενέργεια;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του σώματος τόσο μεγαλύτερη είναι και η κινητική του ενέργεια.

2.3. Η σχέση που συνδέει την Κινητική Ενέργεια με την μάζα.

Προβλέψτε το ύψος στο οποίο θα ανυψώσουν τα άλλα δύο οχήματα τον ελέφαντα.

Απάντηση:

$$H_2 = 2h_1$$

$$H_3 = 3h_1$$

2.4. Η σχέση που συνδέει την Κινητική Ενέργεια με την ταχύτητα.

Προβλέψτε το ύψος στο οποίο θα ανυψώσουν τα άλλα δύο αυτοκίνητα τον ελέφαντα.

Απάντηση:

$$h_2 = 4h_1$$

$$h_3 = 9h_1$$

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των προηγούμενων δραστηριοτήτων, επιλέξτε τη σωστή σχέση για την κινητική ενέργεια ενός κινούμενου σώματος:

Απάντηση:

$$E_k = m u^2$$

Ερώτηση:

Μία Κυριακή αποφασίζετε να πάτε οικογενειακώς εκδρομή στο Τρόδος. Ο πατέρας σας οδηγά και κάποια στιγμή το ταχύμετρο γράφει 10 m / s. Αν γνωρίζετε ότι η μάζα του αυτοκινήτου σας είναι 1500 Kg, μπορείτε να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου εκείνη τη χρονική στιγμή;

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_k = \frac{1}{2} m U^2 = \frac{1}{2} 1500 10^2 = 75000 \text{ J}$$

**ΕΝΟΤΗΤΑ 3****3.1. Κινητική Ενέργεια και Έργο 1****Ερώτηση:**

Η επιτάχυνση του αυτοκινήτου:

Απάντηση:

1 m/s²

Ερώτηση:

Η τελική ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι:

Απάντηση:

5 m/s

Ερώτηση:

Η απόσταση που διανύει το αυτοκίνητο σε αυτή την κίνηση είναι:

Απάντηση:

12,5 m

Ερώτηση:

Η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου στο τέλος της κίνησής του είναι:

Απάντηση:

12500 J

Ερώτηση:

Το έργο που παράγει η δύναμη του ανεμιστήρα στο αυτοκίνητάκι κατά τη μετακίνησή του αυτή είναι:

Απάντηση:

12500 J

Ερώτηση:

Η σχέση που συνδέει το έργο που προσφέρεται στο αυτοκίνητο από τη δύναμη του ανεμιστήρα με



την κινητική ενέργεια που αποκτά είναι:

Απάντηση:

$$W = E_k$$

3.2. Κινητική Ενέργεια και Εργο 2

Ερώτηση:

Γράψτε τη σχέση που θα χρησιμοποιήσετε για να υπολογίσετε το έργο που παράγει η δύναμη F.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$W = F \Delta x = \Delta E_k$$

$$F = m a$$

$$\Delta x = u_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} a t^2$$

Συνδυάζοντας τα πιο πάνω προκύπτει ότι:

$$E_k = \frac{1}{2} m a^2 t^2 = \frac{1}{2} m (u^2/t^2) t^2 = \frac{1}{2} m u^2$$

Ερώτηση:

Εφαρμόστε τη σχέση που γράψατε στην προηγούμενη ερώτηση και δείξτε, με τη χρήση των σχέσεων των επιταχυνόμενων κινήσεων, ότι η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου δίνεται από τη σχέση $E_k = m u^2 / 2$.

Ενδεικτική Απάντηση:

Συνδυάζοντας τα πιο πάνω προκύπτει ότι $E_k = \frac{1}{2} m a^2 t^2 = \frac{1}{2} m (u^2/t^2) t^2 = \frac{1}{2} m u^2$

3.3. Κινητική Ενέργεια και Εργο: Εφαρμογή οριζόντιας δύναμης – Εφαρμογή (1)

Ερώτηση:

Το έργο της δύναμης F κατά τη μετακίνηση του αυτοκινήτου.

Απάντηση:

$$37500 \text{ J}$$

Ερώτηση:

Την τελική κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου.

**Απάντηση:**

50000 J

3.4. Κινητική Ενέργεια και Έργο: Εφαρμογή οριζόντιας δύναμης – Εφαρμογή (2)

Εισάγετε μία από τις επιλογές για τη δύναμη που ασκείται στο αυτοκίνητο, όταν λειτουργεί ο ανεμιστήρας και υπολογίστε την τελική κινητική ενέργεια, $E_{κτ}$, του αυτοκινήτου.

1.

 $E_{κα} = 1000 \text{ J}$ $F = 1000 \text{ N}$ $X = 5 \text{ cm}$ **Απάντηση:** $E_{κτ} = 6000 \text{ J}$

2.

 $E_{κα} = 1000 \text{ J}$ $F = 2000 \text{ N}$ $X = 5 \text{ cm}$ **Απάντηση:** $E_{κτ} = 11000 \text{ J}$

3.

 $E_{κα} = 1000 \text{ J}$ $F = 3000 \text{ N}$ $X = 5 \text{ cm}$ **Απάντηση:** $E_{κτ} = 16000 \text{ J}$ **3.5. Κινητική Ενέργεια και Έργο: Εφαρμογή οριζόντιας δύναμης – Εφαρμογή (3)****Ερώτηση:**

Το έργο της δύναμης F μέχρι να σταματήσει το αυτοκίνητο.

**Απάντηση:**

$$W = - 12500$$

Ερώτηση:

Η απόσταση που θα διανύσει το αυτοκίνητο, από τη στιγμή που θα ασκηθεί πάνω του η δύναμη F μέχρι να σταματήσει είναι:

Απάντηση:

$$x = 12,5 \text{ m}$$

Ερώτηση:

Η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου όταν σταματήσει:

Απάντηση:

$$E_{\text{κτ}} = 0 \text{ J}$$

3.6. Κινητική Ενέργεια και Εργο: Εφαρμογή κάθετης δύναμης**Ερώτηση:**

Το έργο της δύναμης κατά τη μετακίνηση του αυτοκινήτου:

Απάντηση:

$$W = 0 \text{ J}$$

Ερώτηση:

Η τελική κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου:

Απάντηση:

$$E_{\text{κτ}} = 12500 \text{ J}$$

ΕΝΟΤΗΤΑ 4**4.1. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**

Ένας εργάτης για να μετακινήσει ένα κιβώτιο κατά $x = 5 \text{ m}$, σπρώχνει το αρχικά ακίνητο κιβώτιο με σταθερή δύναμη $F = 40 \text{ N}$. Αν γνωρίζετε ότι η μάζα του κιβωτίου είναι $m = 20 \text{ kg}$ να υπολογίσετε το



έργο της δύναμης του ανθρώπου για τη μετακίνηση του κιβωτίου και την αρχική και τελική κινητική ενέργεια του κιβωτίου.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$W = F \Delta x = 40 \cdot 5 = 200 \text{ J}$$

Το σώμα είναι αρχικά ακίνητο $\Rightarrow E_{K, \text{ αρχικό}} = 0$

$$W = \Delta E_K \Rightarrow E_{K, \text{ τελικό}} = 200 \text{ J}$$

4.2.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Σφαίρα $m = 1 \text{ kg}$ αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος $h = 3 \text{ m}$, μέχρι που κτυπά στο έδαφος. Υπολογίστε την κινητική ενέργεια της σφαίρας λίγο πριν τη σύγκρουσή της με το έδαφος και το έργο της δύναμης του βάρους.

Ενδεικτική Απάντηση:

Θεώρημα διατήρησης μηχανικής ενέργειας: $E_{\Delta, \text{ αρχική}} = E_{K, \text{ τελική}} \Rightarrow E_{K, \text{ τελική}} = m g h = 30 \text{ J}$

$$W_B = B h = m g h = 30 \text{ J}$$

4.3.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Αμαξάκι μάζας $m = 1 \text{ kg}$ βρίσκεται σε λείο οριζόντιο τραπέζι δεμένο με νήμα, το οποίο καταλήγει σε σώμα μάζας $M = 4 \text{ kg}$ και το σύστημα ισορροπεί. Αν αφήσουμε το σώμα μάζας $M = 4 \text{ kg}$ ελεύθερο να κινηθεί προς το έδαφος να υπολογίσετε την τελική κινητική ενέργεια του αμαξιού. Δίνεται ότι το ύψος είναι $h = 1,5 \text{ m}$ (θεωρήστε ότι δεν υπάρχουν τριβές).

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_{M, \text{ αρχική}} = E_{M, \text{ τελική}} \Rightarrow M g h = E_K \Rightarrow E_K = 4 \cdot 10 \cdot 1,5 = 60 \text{ J}$$

4.4.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος $h = 5 \text{ m}$. Να υπολογίσετε το έργο μέχρι να φτάσει το σώμα στο έδαφος και την τελική κινητική ενέργεια του σώματος λίγο πριν φτάσει στο έδαφος.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$W = B h \Rightarrow W = m g h = 2 \cdot 10 \cdot 5 = 100 \text{ J}$$

$$W = \Delta E_K \Rightarrow E_{K, \text{ τελική}} - E_{K, \text{ αρχική}} = W \Rightarrow E_{K, \text{ τελική}} - 0 = 100 \Rightarrow E_{K, \text{ τελική}} = 100 \text{ J}$$



4.5.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Μπάλα μάζας $m = 0,5 \text{ kg}$ εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα $u_0 = 5 \text{ m/s}$. Να υπολογίσετε την αρχική και τελική κινητική ενέργεια της μπάλας και το μέγιστο ύψος, στο οποίο θα φτάσει η μπάλα.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_{K, \text{ αρχική}} = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} 0,5 \cdot 25 = 6,25 \text{ J}$$

Σχετικά με την τελική κινητική ενέργεια: Αν το ερώτημα αφορά τη στιγμή που η μπάλα βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο της τροχιάς της, τότε $E_{K, \text{ τελική}} = 0$. Αν το ερώτημα αφορά τη στιγμή που η μπάλα επιστρέφει στο χέρι, τότε $E_{K, \text{ τελική}} = E_{K, \text{ αρχική}} = 6,25 \text{ J}$.

Από θεώρημα διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας:

$$E_{K, \text{ αρχική}} = m g h \Rightarrow h = E_{K, \text{ αρχική}} / (m g) \Rightarrow 6,25 / 5 = 1,25 \text{ m}$$

4.6.Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ανοικτού τύπου

Ένα σώμα κινείται οριζόντια με δύναμη που δίνεται από την πιο πάνω γραφική παράσταση δύναμης-απόστασης. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης αλλά και την αρχική και τελική κινητική ενέργεια του σώματος. Σας δίνεται ότι η αρχική ταχύτητα του σώματος ήταν $u_0 = 5 \text{ m/s}$ και η μάζα του είναι $m = 2 \text{ kg}$.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$W = \text{Εμβαδόν τριγώνου} \Rightarrow W = \frac{1}{2} 5 \cdot 25 = 62,5 \text{ J}$$

$$E_{K, \text{ αρχική}} = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} 2 \cdot 25 = 25 \text{ J}$$

$$W = \Delta E_K \Rightarrow E_{K, \text{ τελική}} = W + E_{K, \text{ αρχική}} \Rightarrow E_{K, \text{ τελική}} = 62,5 + 25 = 87,5 \text{ J}$$

4.7.Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ανοικτού τύπου

Να αναφέρετε δύο παραδείγματα από την καθημερινή ζωή στα οποία έχουμε παραγωγή έργου και δύο στα οποία δεν έχουμε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Δυο παραδείγματα στα οποία παράγεται έργο είναι α) η οριζόντια μετακίνηση ενός κιβωτίου όταν το σπρώχνουμε και β) η κατακόρυφη ανύψωση ενός πακέτου από ένα γερανό. Δυο παραδείγματα στα οποία δεν παράγεται έργο είναι α) η προσπάθεια ενός ανθρώπου να μετακινήσει μια πολυκατοικία σπρώχνοντάς την και β) η εξάσκηση κατακόρυφης δύναμης πάνω σε ένα σώμα που



κινείται οριζόντια με σκοπό να το επιταχύνουμε.

4.8.Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Σε ποια από τα πιο κάτω παραδείγματα παράγεται έργο στα σώματα που δέχονται δύναμη;

Απάντηση:

A, B και Γ

4.9.Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Από δυο σώματα ίδιας κινητικής ενέργειας, μεγαλύτερη ταχύτητα, έχει το σώμα με τη:

Απάντηση:

Μικρότερη μάζα

4.10.Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Ένα κινούμενο σώμα έχει σταθερή μάζα m . Η κινητική ενέργεια του είναι:

Απάντηση:

Ανάλογη προς το τετράγωνο της ταχύτητάς του.

4.11.Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Ένα αυτοκινητάκι που κινείται με κάποια ταχύτητα έχει κινητική ενέργεια 200 J. Κάποια στιγμή φρενάρει. Όταν η ταχύτητά του θα έχει γίνει ίση με το μισό της αρχικής τότε η κινητική ενέργεια που έχασε το αυτοκινητάκι θα είναι:

Απάντηση:

150 J

4.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα που παριστάνει την πορεία μιας μπάλας όταν αυτή ρίχνεται προς τα πάνω. Να εξηγήσετε σε ποια/ες θέση/εις το μπαλάκι έχει την μεγαλύτερη κινητική ενέργεια.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι : A

4.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα που παριστάνει την πορεία μιας μπάλας όταν αυτή ρίχνεται προς



τα πάνω. Να εξηγήσετε σε ποια/ες θέση/εις η κινητική ενέργεια που έχει το μπαλάκι ισούται με μηδέν.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι : Δ

4.14. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Ένα ποδήλατο έχει μάζα m και κινείται με ταχύτητα u_1 . Ένα μοτοποδήλατο έχει μάζα $4 m$ και κινείται με ταχύτητα u_2 . Ποια από τις παρακάτω σχέσεις είναι η σωστή, αν και τα δυο κινητά έχουν την ίδια κινητική ενέργεια;

Απάντηση:

$$u_1 = 2 u_2$$

4.15. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Όταν διπλασιάζεται η ταχύτητα ενός σώματος, η κινητική του ενέργεια:

Απάντηση:

Τετραπλασιάζεται



5.5 ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ05_Βαρυτική δυναμική ενέργεια_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Α' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 5
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ05_Βαρυτική δυναμική ενέργεια_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, βάρος, έργο, κινητική ενέργεια, κλειστή διαδρομή, οριζόντια μετατόπιση, δύναμη, κυκλική τροχιά, αντίσταση αέρα, ενέργεια, βαρύτητα, δυναμική ενέργεια, βαρυτική δυναμική ενέργεια, επίπεδο αναφοράς, μεταβολή ενέργειας, ύψος, μονάδα μέτρησης, οριζόντια μετατόπιση, μάζα, επιτάχυνση βαρύτητας, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> Έργο που παράγει το πεδίο βαρύτητας στα σώματα που βρίσκονται σε αυτό Βαρυτική δυναμική ενέργεια Υπολογισμός βαρυτικής δυναμικής ενέργειας σε σχέση με διάφορα επίπεδα αναφοράς

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να αναγνωρίζουν ότι το πεδίο βαρύτητας της γης παράγει έργο στα σώματα που βρίσκονται σε αυτό
ΔΣ2	Να ορίζουν τη δυναμική ενέργεια
ΔΣ3	Να υπολογίζουν το έργο του βάρους
ΔΣ4	Να αναγνωρίζουν ότι η δυναμική ενέργεια υπολογίζεται σε σχέση με ένα επίπεδο αναφοράς



Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Έργο του βάρους ενός σώματος όταν κατεβαίνει

Ερώτηση:

1. Πώς μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια του μήλου καθώς πέφτει;

Ενδεικτική απάντηση:

Στο μήλο ασκείται μόνο η δύναμη του βάρους αρά εκτελεί ελεύθερη πτώση με αποτέλεσμα η ταχύτητα του να αυξάνει. Έτσι η κινητική ενέργεια του μήλου αυξάνεται καθώς πέφτει.

Ερώτηση:

2. Ποια είναι η αιτία που προκαλεί αυτή τη μεταβολή;

Ενδεικτική απάντηση:

Η δύναμή του βάρους του μήλου η οποία έχει την ίδια φορά στην κίνηση του και κατ' επέκταση το βαρυτικό πεδίο της Γης.

1.2. Έργο του βάρους ενός σώματος με κλειστή διαδρομή

Ερώτηση:

1. Παρατηρήστε προσεκτικά την ανοδική κίνηση της μπάλας. Πώς μεταβάλλεται η κινητική της ενέργεια σε αυτό το στάδιο της κίνησης;

Ενδεικτική απάντηση:

Καθώς η μπάλα ανέρχεται, η κινητική της ενέργεια ελαττώνεται.

Ερώτηση:

2. Ποια είναι η αιτία που προκαλεί αυτή τη μεταβολή;

Ενδεικτική απάντηση:

Η δύναμή του βάρους του μήλου η οποία έχει αντίθετη φορά στην κίνηση του και κατ' επέκταση το βαρυτικό πεδίο της Γης.

**Ερώτηση:**

3. Παρατηρήστε επίσης την καθοδική κίνηση της μπάλας. Πώς μεταβάλλεται η κινητική της ενέργεια σε αυτό το στάδιο της κίνησης;

Ενδεικτική απάντηση:

Καθώς η μπάλα κατέρχεται, η κινητική της ενέργεια αυξάνεται.

Ερώτηση:

4. Ποια είναι η αιτία που προκαλεί αυτή τη μεταβολή;

Ενδεικτική απάντηση:

Η δύναμή του βάρους του μήλου η οποία έχει την ίδια φορά με την κίνηση του και κατ' επέκταση το βαρυτικό πεδίο της Γης.

1.3. Έργο του βάρους ενός σώματος όταν μετατοπίζεται οριζόντια**Ερώτηση:**

Παρατηρήστε προσεκτικά την κίνηση του κιβωτίου. Πώς μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια του κιβωτίου καθώς κινείται; Εξηγήστε.

Ενδεικτική απάντηση:

Η κινητική ενέργεια του κιβωτίου αυξάνεται τη στιγμή που ο άνθρωπος ασκεί δύναμη και στη συνέχεια παραμένει σταθερή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η δύναμη που ασκείται επιταχύνει το σώμα, ενώ στη συνέχεια δεν ασκούνται οποιεσδήποτε οριζόντιες δυνάμεις πάνω στο κιβώτιο. Συνεπώς, η επιτάχυνση του σώματος είναι μηδέν και έτσι η ταχύτητά του παραμένει σταθερή.

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής**Ερώτηση:**

Συγκρίνετε το έργο που παράγει η δύναμη του βάρους στο σώμα στις τρεις κινήσεις.

Απάντηση:

Το μέτρο της ταχύτητας της μπάλας είναι το ίδιο όταν φτάνει στο έδαφος και στις τρεις κινήσεις.

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Ένα τρενάκι του λούνα παρκ (roller coaster) εκτελεί διαδρομή σε μια κατακόρυφη κυκλική τροχιά.

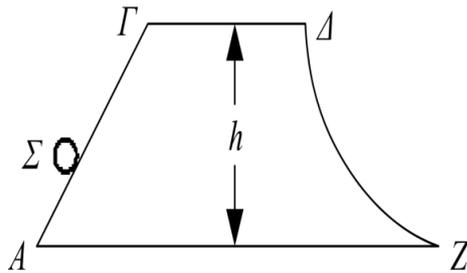


Όταν το τρενάκι ολοκληρώσει τον κύκλο, επιστρέφει στην ίδια θέση από την οποία ξεκίνησε την κυκλική του κίνηση.

Απάντηση:

Το έργο του βάρους ενός βαγονιού στο σύνολο της διαδρομής είναι 0 J .

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

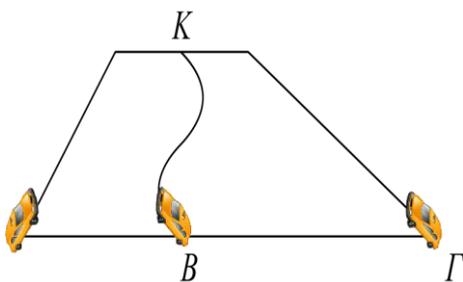


Απάντηση:

Ένα σώμα κινείται στη διαδρομή ΑΓΔΖ. Το έργο του βάρους του σώματος στο σύνολο της διαδρομής είναι 0 J .

1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Υποθέστε ότι ένα αυτοκίνητο ταξιδεύει με σταθερή ταχύτητα από τη βάση προς την κορυφή ενός βουνού. Ο οδηγός μπορεί να επιλέξει κάποια από τις διαδρομές ΑΚ, ΒΚ, ΓΚ. Σε ποια από τις 3 διαδρομές το έργο του βάρους του αυτοκινήτου είναι μεγαλύτερο, αν η ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι η ίδια και στις τρεις διαδρομές;



Απάντηση:

Και στις 3 διαδρομές είναι το ίδιο.

1.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένας άνθρωπος κατεβαίνει από έναν ουρανοξύστη με τους εξής τρόπους:

- α) από τη σκάλα,
- β) με τον ανελκυστήρα,



γ) πηδά με αλεξίπτωτο,

δ) πηδά χωρίς αλεξίπτωτο.

Σε ποια περίπτωση το έργο του βάρους είναι μεγαλύτερο;

Απάντηση:

Το έργο του βάρους είναι το ίδιο και στις τέσσερις περιπτώσεις.

1.9.Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Από ένα αεροπλάνο αφήνουμε να πέσει μια βαλίτσα. Το έργο του βάρους της...

Απάντηση:

Δεν εξαρτάται από την αντίσταση του αέρα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Εισαγωγική στη βαρυτική δυναμική ενέργεια

Ερώτηση:

1. Πόση είναι η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο φορτίο; (Στην απάντησή σας να χρησιμοποιήσετε τον 1^ο Νόμο του Νεύτωνα)

Ενδεικτική απάντηση:

Το φορτίο ανυψώνεται με σταθερή ταχύτητα. Συνεπώς, η επιτάχυνση ισούται με μηδέν και άρα η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται πάνω στο φορτίο ισούται με μηδέν.

Ερώτηση:

2. Πόσο είναι το μέτρο της δύναμης που ασκεί ο γερανός στο φορτίο και το ανυψώνει;

Ενδεικτική απάντηση:

$\Sigma F = 0 \Rightarrow$ Δύναμη γερανού = $B \Rightarrow$ Δύναμη γερανού = $m g = 2000 \text{ N}$

Ερώτηση:

3. Να δείξετε ότι το έργο που παράγει αυτή η δύναμη στο φορτίο είναι 10 000 J.

Ενδεικτική απάντηση:

$W =$ Δύναμη γερανού $\cdot h = B h = m g h = 2000 \cdot 5 = 10\,000 \text{ J}$

**Ερώτηση:**

4. Προσπαθήστε να εξηγήσετε τι απέγινε αυτή η ποσότητα ενέργειας, όταν το φορτίο είναι εμφανώς ακίνητο μετά το ανέβασμά του.

Ενδεικτική απάντηση:

Η ποσότητα ενέργειας αποθηκεύτηκε στο φορτίο υπό την μορφή δυναμικής ενέργειας.

2.2. Ορισμός βαρυτικής δυναμικής ενέργειας**Ερώτηση:**

1. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια που έχει το φορτίο τη στιγμή που συναντά την επιφάνεια του εδάφους (η κινητική ενέργεια δίνεται από τη σχέση $E_{KIN} = \frac{1}{2} mv^2$)

Ενδεικτική απάντηση:

$$E_K = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} 200 \cdot 100 = 10\,000 \text{ J}$$

Ερώτηση:

2. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το φορτίο πριν κοπεί το σχοινί είναι ακίνητο, προσπαθήστε να εξηγήσετε την προέλευση αυτής της ποσότητας ενέργειας.

Ενδεικτική απάντηση:

Η ποσότητα ενέργειας προέρχεται από το έργο της δύναμης που ασκήθηκε από το γερανό προκειμένου να ανυψωθεί το φορτίο. Όταν το σώμα ακινητοποιήθηκε, αυτό το έργο αποθηκεύτηκε υπό τη μορφή δυναμικής ενέργειας του φορτίου λόγω θέσης.

2.3. Υπολογισμός βαρυτικής δυναμικής ενέργειας – Επίπεδο αναφοράς**Ερώτηση:**

1. Να υπολογίσετε τη βαρυτική δυναμική ενέργεια του βιβλίου θεωρώντας ως επίπεδο αναφοράς το πάτωμα.

Ενδεικτική απάντηση:

$$E_{\Delta} = m g h$$

Ερώτηση:

2. Να υπολογίσετε τη βαρυτική δυναμική ενέργεια του βιβλίου θεωρώντας ως επίπεδο αναφοράς την επιφάνεια του τραπεζιού.

**Ενδεικτική απάντηση:**

$$E_{\Delta} = 0$$

Ερώτηση:

3. Να υπολογίσετε τη βαρυτική δυναμική ενέργεια του βιβλίου θεωρώντας ως επίπεδο αναφοράς την οροφή.

Ενδεικτική απάντηση:

$$E_{\Delta} = m g (h - H)$$

2.4. Υπολογισμός της μεταβολής της δυναμικής ενέργειας σε σχέση με διάφορα επίπεδα αναφοράς**Ερώτηση:**

1. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας της κούκλας θεωρώντας ως επίπεδο αναφοράς **το έδαφος**.

Ενδεικτική απάντηση:

$$\Delta E_{\Delta} = E_{\Delta, \text{τελική}} - E_{\Delta, \text{αρχική}} \Rightarrow \Delta E_{\Delta} = m g (h_2 - h_1)$$

Ερώτηση:

2. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας της κούκλας θεωρώντας ως επίπεδο αναφοράς **το μπαλκόνι του πρώτου ορόφου**.

Ενδεικτική απάντηση:

$$\Delta E_{\Delta} = E_{\Delta, \text{τελική}} - E_{\Delta, \text{αρχική}} \Rightarrow \Delta E_{\Delta} = m g [(h_2 - h_1) - 0] = m g (h_2 - h_1)$$

Ερώτηση:

3. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας της κούκλας θεωρώντας ως επίπεδο αναφοράς **το μπαλκόνι του δεύτερου ορόφου**.

Ενδεικτική απάντηση:

$$\Delta E_{\Delta} = E_{\Delta, \text{τελική}} - E_{\Delta, \text{αρχική}} \Rightarrow \Delta E_{\Delta} = m g [0 - (h_1 - h_2)] = m g (h_2 - h_1)$$

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση Σωστό – Λάθος

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός πουλιού μετρείται σε Joule.

**Απάντηση:**

Σωστό

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση Σωστό – Λάθος

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός πουλιού είναι μηδέν, όταν το πουλί κάθεται στο κλαδί ενός δέντρου.

Απάντηση:

Λάθος

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση Σωστό – Λάθος

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός πουλιού μεταβάλλεται, όταν το πουλί πετά οριζόντια.

Απάντηση:

Λάθος

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση Σωστό – Λάθος

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός πουλιού αυξάνεται, όταν το πουλί πλησιάζει το έδαφος.

Απάντηση:

Λάθος

2.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση Σωστό – Λάθος

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός πουλιού αυξάνεται, όταν το πουλί πετά σε μεγαλύτερο ύψος.

Απάντηση:

Σωστό

2.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Μια γλάστρα μάζας 2 kg βρίσκεται στο μπαλκόνι ενός σπιτιού σε ύψος 2 m από το έδαφος.

Απάντηση:

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια της γλάστρας σε σχέση με το έδαφος είναι **40 J**.

2.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

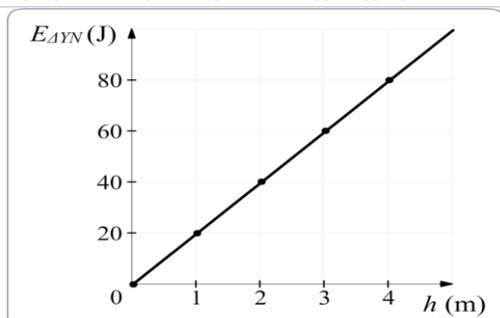
Μια γλάστρα μάζας 2 kg βρίσκεται στο μπαλκόνι ενός σπιτιού σε ύψος 2 m από το έδαφος.

**Απάντηση:**

Η μεταβολή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας της γλάστρας αν την αφήσουμε ελεύθερη να πέσει είναι -40 J .

2.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Δίνεται η γραφική παράσταση $E_{ΔΥΝ} = f(h)$ της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας σε σχέση με το ύψος από την επιφάνεια της Γης, για ένα σώμα μάζας m . Η μάζα m του σώματος είναι:

**Απάντηση:**

2 Kg

2.14. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Αν το σώμα μεταφερθεί σε ένα πλανήτη Χ, στον οποίο η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι διπλάσια από την επιτάχυνση της βαρύτητας της Γης, η γραφική παράσταση της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του σώματος σε σχέση με το ύψος του από την επιφάνεια ενός πλανήτη Χ στο διάγραμμα $E_{ΔΥΝ} = f(h)$:

Απάντηση:

Θα έχει τη διπλάσια κλίση σε σχέση με την αντίστοιχη γραφική παράσταση στη Γη.



5.6 ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ06_Ελαστική δυναμική ενέργεια_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Α' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 6
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Α_ΨΕΠ06_Ελαστική δυναμική ενέργεια_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	εισαγωγή, δύναμη, παραμόρφωση, ελαστική παραμόρφωση, μόνιμη παραμόρφωση, ελατήριο, επιμήκυνση, συσπείρωση, σταθερά ελατηρίου, νόμος Hooke, βάρος, επιμήκυνση, φυσικό μήκος, συσπείρωση, μάζα, έργο, δυναμική ενέργεια, ελαστικότητα, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • διάκριση των παραμορφώσεων σε ελαστικές και πλαστικές • διερεύνηση του νόμου του Hooke – φυσική σημασία της σταθεράς K του ελατηρίου • ορισμός ελαστικής δυναμικής ενέργειας

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να κατανοούν και να επεξηγούν το νόμο του Hooke με πειραματικές διαδικασίες
ΔΣ2	Να διακρίνουν τις ελαστικές από τις μόνιμες παραμορφώσεις
ΔΣ3	Να εξηγούν τους παράγοντες στους οποίους οφείλεται η ύπαρξη της ελαστικής δυναμικής ενέργειας
ΔΣ4	Να δίνουν τη φυσική σημασία της σταθεράς K



ΔΣ5

Να επιλύουν προβλήματα και ασκήσεις που αφορούν στην ελαστική δυναμική ενέργεια, και με τη χρήση γραφικών παραστάσεων

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Η δύναμη προκαλεί παραμόρφωση

Ερώτηση:

Να συγκρίνετε το αποτέλεσμα που προκαλεί η δύναμη (παραμόρφωση) όταν ασκείται στο μπαλόνι και στην πλαστελίνη. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Και στις δυο περιπτώσεις η δύναμη προκαλεί την παραμόρφωση του σώματος. Η διαφορά είναι ότι στην περίπτωση του μπαλονιού η παραμόρφωση δεν είναι μόνιμη, ενώ στην περίπτωση της πλαστελίνης η παραμόρφωση είναι μόνιμη.

1.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Να αποφασίσετε σε ποια από αυτά η παραμόρφωση που προκαλεί η δύναμη είναι ελαστική και να τα επιλέξετε.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι: Α, Γ και Ζ.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Παραμόρφωση ελατηρίου

Ερώτηση:

1. Να παρατηρήσετε τη μεταβολή που προκαλεί η δύναμη F στο μήκος του ελατηρίου. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Η δύναμη F προκαλεί αύξηση του μήκους του ελατηρίου.

**Ερώτηση:**

2. Αν η δύναμη F συνεχίσει να εξασκείται στο ελατήριο πέραν από μια τιμή, να εξηγήσετε κατά πόσο η παραμόρφωση του ελατηρίου θα παραμείνει ελαστική.

Ενδεικτική απάντηση:

Αν η δύναμη F συνεχίζει να εξασκείται πέραν από μια τιμή, τότε το ελατήριο θα χάσει τις ιδιότητές του και η παραμόρφωση θα είναι μόνιμη και όχι ελαστική. Η τιμή αυτή εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά του ελατηρίου, τα οποία καθορίζουν τη σταθερά του ελατηρίου.

2.2. Πειραματική μελέτη του νόμου του Hooke**Ερώτηση:**

1. Να επιλέξετε ένα από τα ελατήρια που εμφανίζονται στην οθόνη και να το κρεμάσετε στο ελεύθερο σημείο στήριξης. Να καταγράψετε την τιμή του αρχικού φυσικού μήκους του ελατηρίου. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Το αρχικό μήκος του ελατηρίου είναι 3,5 cm / 6 cm / 4,5 cm (μπλε / πράσινο / κόκκινο). Παρατηρούμε ότι το αρχικό μήκος κάθε ελατηρίου διαφέρει.

Ερώτηση:

2. Να ρυθμίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου στο 1 N και να μετρήσετε την επιμήκυνσή του. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Η επιμήκυνση ισούται με 2 cm / 1,2 cm / 1 cm (μπλε / πράσινο / κόκκινο). Παρατηρούμε ότι η επιμήκυνση του κάθε ελατηρίου διαφέρει.

Ερώτηση:

Να ρυθμίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου στα 2 N, 3 N και 4 N και να επαναλάβετε την ίδια διαδικασία. Να παρατηρήσετε τη μορφή της γραφικής παράστασης $F = f(\Delta x)$ και να εξηγήσετε ποια είναι η σχέση που συνδέει τα μεγέθη δύναμη και επιμήκυνση.

Ενδεικτική απάντηση:

Καθώς αυξάνεται η δύναμη που εξασκείται πάνω στα ελατήρια, αυξάνεται και η επιμήκυνσή τους.



Η μορφή της γραφικής παράστασης σε κάθε περίπτωση είναι μια ευθεία που ξεκινά από την αρχή των αξόνων και έχει κάποια κλίση. Συνεπώς, η σχέση που συνδέει τη δύναμη με την επιμήκυνση είναι γραμμική και επομένως τα δυο μεγέθη είναι ποσά ανάλογα.

Ερώτηση:

4. Να υπολογίσετε την κλίση της ευθείας και να εξηγήσετε τι εκφράζει.

Ενδεικτική απάντηση:

Κλίση ευθείας: $\epsilon\varphi \varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 26,57^\circ$ / $\epsilon\varphi \varphi = \frac{3}{4} \Rightarrow \varphi = 36,87^\circ$ / $\epsilon\varphi \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 45^\circ$ (μπλε / πράσινο / κόκκινο). Η κλίση της ευθείας εκφράζει την τιμή της σταθεράς του εκάστοτε ελατηρίου.

Ερώτηση:

5. Να επιλέξετε ένα άλλο ελατήριο και να το κρεμάσετε στο ελεύθερο σημείο στήριξης. Να μετρήσετε το φυσικό (αρχικό) μήκος του ελατηρίου. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Το αρχικό μήκος του ελατηρίου είναι 3,5 cm / 6 cm / 4,5 cm (μπλε / πράσινο / κόκκινο). Παρατηρούμε ότι το αρχικό μήκος κάθε ελατηρίου διαφέρει.

Ερώτηση:

6. Να ρυθμίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου στο 1 N και να μετρήσετε την επιμήκυνσή του. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Η επιμήκυνση ισούται με 2 cm / 1,2 cm / 1 cm (μπλε / πράσινο / κόκκινο). Παρατηρούμε ότι η επιμήκυνση του κάθε ελατηρίου διαφέρει.

Ερώτηση:

7. Να ρυθμίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου στα 2 N, 3 N και 4 N και να επαναλάβετε την ίδια διαδικασία. Να παρατηρήσετε τη μορφή της γραφικής παράστασης $F = f(\Delta x)$ και να εξηγήσετε ποια είναι η σχέση που συνδέει τα μεγέθη δύναμη και επιμήκυνση.

Ενδεικτική απάντηση:

Καθώς αυξάνεται η δύναμη που εξασκείται πάνω στα ελατήρια, αυξάνεται και η επιμήκυνσή τους. Η μορφή της γραφικής παράστασης σε κάθε περίπτωση είναι μια ευθεία που ξεκινά από την αρχή



των αξόνων και έχει κάποια κλίση. Συνεπώς, η σχέση που συνδέει τη δύναμη με την επιμήκυνση είναι γραμμική και επομένως τα δυο μεγέθη είναι ποσά ανάλογα.

Ερώτηση:

8. Να υπολογίσετε την κλίση της ευθείας και να εξηγήσετε τι εκφράζει. Συγκρίνετε αυτό το αποτέλεσμα με το αποτέλεσμα που βρήκατε όταν επιλέξατε το προηγούμενο ελατήριο. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Κλίση ευθείας: $\epsilon\phi \varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 26,57^\circ$ / $\epsilon\phi \varphi = \frac{3}{4} \Rightarrow \varphi = 36,87^\circ$ / $\epsilon\phi \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 45^\circ$ (μπλε / πράσινο / κόκκινο). Η κλίση της ευθείας εκφράζει την τιμή της σταθεράς του εκάστοτε ελατηρίου.

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Ένα ελατήριο έχει σταθερά $K = 50 \text{ N/m}$.

Απάντηση:

Αυτό σημαίνει ότι για να επιμηκυνθεί το ελατήριο κατά 1 m πρέπει να ασκηθεί δύναμη μέτρου **50 N**.

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σε στερεωμένο κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς 20 N/m κρεμάμε ένα σώμα μάζας 4 kg .

Απάντηση:

Η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι **2 m**.

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Έχουμε στη διάθεσή μας στερεωμένο οριζόντιο ελατήριο σταθεράς $K = 10 \text{ N/cm}$.

Απάντηση:

Για να προκληθεί σε αυτό το ελατήριο επιμήκυνση ίση με 5 cm πρέπει να ασκηθεί στο ελεύθερο του άκρο δύναμη μέτρου **50 N**.

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Έχουμε στη διάθεσή μας στερεωμένο οριζόντιο ελατήριο σταθεράς $K = 10 \text{ N/cm}$. Το φυσικό μήκος του ελατηρίου είναι 15 cm και επιμηκύνεται κατά 5 cm .

**Απάντηση:**

Το νέο μήκος που αποκτά το ελατήριο αυτή την περίπτωση είναι **20 cm**.

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Οριζόντιο ελατήριο, μήκους 20 cm, που το ένα άκρο του είναι στερεωμένο, επιμηκύνεται όταν δεχθεί την επίδραση δύναμης 30 N και το μήκος του γίνεται 30 cm.

Απάντηση:

Η σταθερά K του ελατηρίου είναι **3 N/cm**.

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

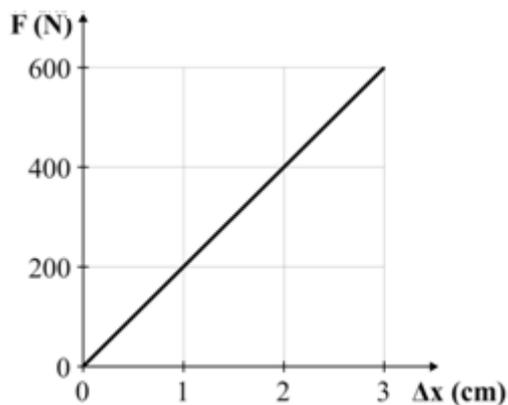
Οριζόντιο ελατήριο, μήκους 20 cm, που το ένα άκρο του είναι στερεωμένο, επιμηκύνεται όταν δεχθεί την επίδραση δύναμης 30 N και το μήκος του γίνεται 30 cm.

Απάντηση:

Το νέο μήκος που θα αποκτήσει το ελατήριο αν στο ελεύθερο άκρο του ασκηθεί δύναμη 45 N είναι **35 cm**.

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

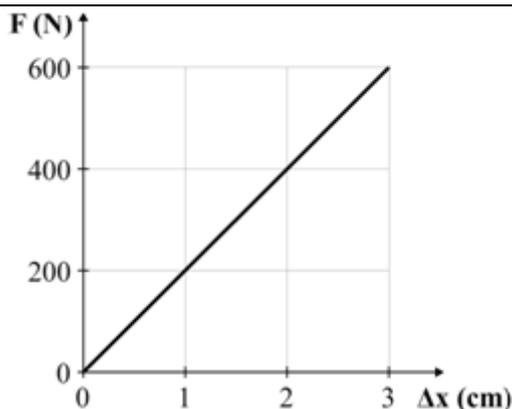
Μια ζυγαριά περιέχει ελατήριο μεγάλης σκληρότητας, για το οποίο δίνεται το πιο κάτω διάγραμμα δύναμης – συσπείρωσης.

**Απάντηση:**

Η σταθερά K του ελατηρίου είναι **200 N/cm**.

2.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

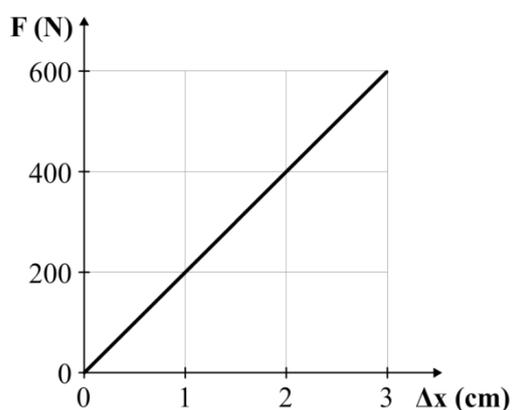
Μια ζυγαριά περιέχει ελατήριο μεγάλης σκληρότητας, για το οποίο δίνεται το πιο κάτω διάγραμμα δύναμης – συσπείρωσης.

**Απάντηση:**

Αν ζυγιστεί ένας άνθρωπος μάζας 80 kg σ' αυτή τη ζυγαριά, το ελατήριο θα συμπιεστεί κατά 4 cm.

2.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Μια ζυγαριά περιέχει ελατήριο μεγάλης σκληρότητας, για το οποίο δίνεται το πιο κάτω διάγραμμα δύναμης – συσπίρωσης.

**Απάντηση:**

Αν ζυγίσω ένα άγνωστο φορτίο, η συσπίρωση του ελατηρίου είναι 2,75 cm. Η μάζα του άγνωστου φορτίου είναι 55 kg.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.1. Υπολογισμός του έργου που παράγεται στο ελατήριο καθώς συσπειρώνεται****Ερώτηση:**

Η δύναμη συσπειρώνει το ελατήριο με αποτέλεσμα να παράγει έργο σε αυτό. Να υπολογίσετε το έργο που παράγεται.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Το έργο που παράγεται είναι ίσο με το γινόμενο της δύναμης (F) επί τη συσπείρωση που προκαλεί στο ελατήριο (Δx)

3.2. Υπολογισμός Ελαστικής Δυναμικής Ενέργειας**Ερώτηση:**

1. Να παρατηρήσετε προσεκτικά τη μεταβολή στην κινητική ενέργεια της μπάλας. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Αρχικά, το σώμα είναι ακίνητο => Η κινητική ενέργεια της μπάλας είναι μηδέν.

Στη συνέχεια, μια σταθερή δύναμη το σπρώχνει προς τα αριστερά => Η μπάλα αποκτά κάποια κινητική ενέργεια.

Στο τέλος, το ελατήριο απελευθερώνεται προσδίδοντας στην μπάλα μια μεγάλη ταχύτητα => Η κινητική ενέργεια της μπάλας αυξάνεται.

Ερώτηση:

Τη στιγμή που η μπάλα αφέθηκε ελεύθερη, η αρχική της ταχύτητα ήταν μηδέν (το ίδιο και η κινητική της ενέργεια). Αμέσως μετά η μπάλα κινείται δηλαδή αυξάνεται η κινητική της ενέργεια. Να εξηγήσετε πού οφείλεται η μεταβολή στην κινητική ενέργεια της μπάλας.

Ενδεικτική απάντηση:

Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας της μπάλας οφείλεται στο έργο που παράγαγε η δύναμη προκειμένου να συσπειρώσει το ελατήριο. Το έργο αυτό αποθηκεύτηκε στο ελατήριο υπό μορφή δυναμικής ελαστικής ενέργειας και στη συνέχεια μετατράπηκε σε κινητική ενέργεια της μπάλας.

3.3. Πειραματική διερεύνηση της σχέσης υπολογισμού της ελαστικής δυναμικής ενέργειας**Ερώτηση:**

1. Να προβλέψετε την τιμή της ελαστικής δυναμικής ενέργειας που αποθηκεύεται στο ελατήριο αν η σταθερά ελατηρίου ρυθμιστεί στα 200 N/m και στη συνέχεια στα 300 N/m. Γράψτε την πρόβλεψή σας στο διαθέσιμο χώρο.

**Ενδεικτική απάντηση:**

Για αρχική συσπείρωση $\Delta x = 0,05 \text{ m}$:

α) $E_{\Delta} = \frac{1}{2} k \Delta X^2 = \frac{1}{2} 200 0,0025 = 0,25 \text{ J}$

β) $E_{\Delta} = \frac{1}{2} k \Delta X^2 = \frac{1}{2} 300 0,0025 = 0,375 \text{ J}$

Ερώτηση:

2. Να επιλέξετε  και αφού ρυθμίσετε τη σταθερά του ελατηρίου στα 200 N/m (η αρχική συσπείρωση ελατηρίου παραμένει στα 0,05 m) να τρέξετε ξανά την προσομοίωση πατώντας . Να συγκρίνετε την τιμή της ελαστικής δυναμικής ενέργειας όπως προκύπτει από την προσομοίωση (η ελαστική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου ισούται με την τελική κινητική ενέργεια που αποκτά η μπάλα) με τις προβλέψεις σας. Να επιλέξετε  και να επαναλάβετε τη διαδικασία αφού ρυθμίσετε τη σταθερά του ελατηρίου στα 300 N/m.

Ενδεικτική απάντηση:

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων συμπίπτουν με τις προβλέψεις και στις δυο περιπτώσεις.

Ερώτηση:

3. Να προβλέψετε την τιμή της ελαστικής δυναμικής ενέργειας που αποθηκεύεται στο ελατήριο αν η σταθερά ελατηρίου ρυθμιστεί πάλι στα 100 N/m και η αρχική συσπείρωση ελατηρίου στα 0,10 m και στη συνέχεια στα 0,15 m.

Ενδεικτική απάντηση:

α) $E_{\Delta} = \frac{1}{2} k \Delta X^2 = \frac{1}{2} 100 0,01 = 0,5 \text{ J}$

β) $E_{\Delta} = \frac{1}{2} k \Delta X^2 = \frac{1}{2} 100 0,0225 = 1,125 \text{ J}$

Ερώτηση:

4. Να επιλέξετε  και αφού ρυθμίσετε την αρχική συσπείρωση ελατηρίου στα 0,10 m (η σταθερά του ελατηρίου παραμένει στα 100 N/m) να τρέξετε ξανά την προσομοίωση πατώντας . Να συγκρίνετε την τιμή της ελαστικής δυναμικής ενέργειας όπως προκύπτει από την προσομοίωση (η ελαστική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου ισούται με την τελική κινητική ενέργεια που αποκτά η μπάλα) με τις προβλέψεις σας. Να επιλέξετε  και να επαναλάβετε τη διαδικασία αφού ρυθμίσετε την αρχική συσπείρωση ελατηρίου στα 0,15 m.

**Ενδεικτική απάντηση:**

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων συμπίπτουν με τις προβλέψεις και στις δυο περιπτώσεις.

3.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σύρετε τις σωστές απαντήσεις στις προτάσεις που σας δίνονται.

Απάντηση:

Στο πρώτο παράδειγμα, η αρχική συσπείρωση ελατηρίου ήταν ρυθμισμένη στα 0,05 m. Όταν η σταθερά ελατηρίου είχε τιμή 100 N/m η ελαστική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου ήταν 0,125 J. Στη δραστηριότητα 2 όταν η σταθερά ελατηρίου είχε τιμή 200 N/m η ελαστική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου ήταν 0,250 J. Όταν η σταθερά ελατηρίου είχε τιμή 300 N/m η ελαστική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου ήταν 0,375 J.

Συνεπώς, όταν διπλασιάζεται η σταθερά του ελατηρίου η ελαστική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύει **διπλασιάζεται** και όταν τριπλασιάζεται η σταθερά του ελατηρίου η ελαστική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύει **τριπλασιάζεται**, για την ίδια τιμή της αρχικής συσπείρωσης. Επομένως, η ελαστική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύει ένα ελατήριο είναι **ανάλογη** της σταθεράς K.

3.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σύρετε τις σωστές απαντήσεις στις προτάσεις που σας δίνονται.

Απάντηση:

Στο πρώτο παράδειγμα, η σταθερά ελατηρίου ήταν ρυθμισμένη στα 100 N/m. Όταν η αρχική συσπείρωση ελατηρίου είχε τιμή 0,05 m ελαστική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου ήταν 0,125 J. Στη δραστηριότητα 4 όταν η αρχική συσπείρωση ελατηρίου είχε τιμή 0,10 m η ελαστική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου ήταν 0,500 J. Όταν η αρχική συσπείρωση ελατηρίου είχε τιμή 0,15 m η ελαστική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου ήταν 1,125 J. Συνεπώς, όταν διπλασιάζεται η αρχική συσπείρωση του ελατηρίου η ελαστική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύει **τετραπλασιάζεται** και όταν τριπλασιάζεται η αρχική συσπείρωση του ελατηρίου η ελαστική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύει **εννιπλασιάζεται** εφόσον η σταθερά του ελατηρίου K παραμένει σταθερή. Επομένως, η ελαστική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύει ένα ελατήριο είναι **ανάλογη** του **τετραγώνου** της παραμόρφωσής του Δx. Τα συμπεράσματα αυτά συμφωνούν με τη μαθηματική σχέση υπολογισμού της ελαστικής δυναμικής ενέργειας που αποθηκεύεται στο ελατήριο σε σχέση με τη σταθερά K και την παραμόρφωση Δx του ελατηρίου:

$$E_{\tau\lambda} = \frac{1}{2} K * \Delta x^2 .$$

**3.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Ερώτηση πολλαπλών επιλογών**

Να αποφασίσετε σε ποια από τα παραδείγματα εμφανίζεται ελαστική δυναμική ενέργεια και να τα επιλέξετε πατώντας με το ποντίκι στο τετραγωνάκι που αντιστοιχεί στο καθένα.

Απάντηση:

Οι σωστές απαντήσεις είναι: Β και Δ

3.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Οριζόντιο ελατήριο, μήκους 20 cm, που το ένα άκρο του είναι στερεωμένο, επιμηκύνεται όταν δεχθεί την επίδραση δύναμης 40 N και το μήκος του γίνεται 30 cm.

Απάντηση:

4 N/cm

3.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Οριζόντιο ελατήριο, μήκους 20 cm, που το ένα άκρο του είναι στερεωμένο, επιμηκύνεται όταν δεχθεί την επίδραση δύναμης 40 N και το μήκος του γίνεται 30 cm.

Απάντηση:

2 J

3.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Για να επιμηκυνθεί ένα ελατήριο κατά X_1 απαιτείται έργο W_1 . Για να επιμηκυνθεί το ίδιο ελατήριο κατά

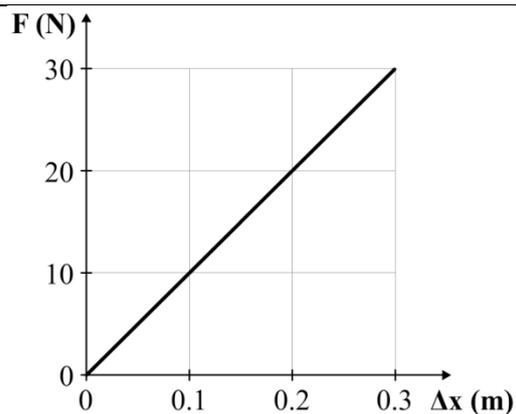
$X_2 = 3X_1$ απαιτείται έργο W_2 . Η σχέση που συνδέει το έργο W_2 με το έργο W_1 είναι:

Απάντηση:

$$W_2 = 9 W_1$$

3.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Δίνεται η γραφική παράσταση της δύναμης σε σχέση με την επιμήκυνση ενός ελατηρίου σταθεράς Κ.



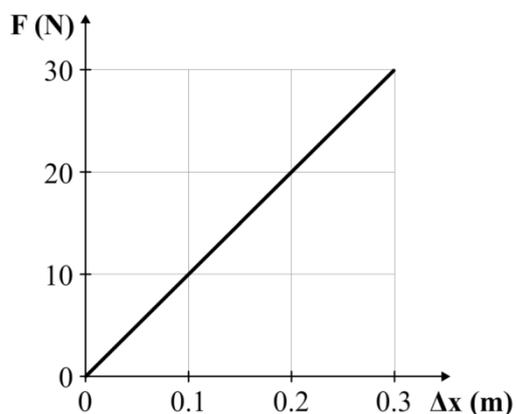
Η σταθερά K του ελατηρίου ισούται με:

Απάντηση:

100 N/m

3.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Δίνεται η γραφική παράσταση της δύναμης σε σχέση με την επιμήκυνση ενός ελατηρίου σταθεράς K .



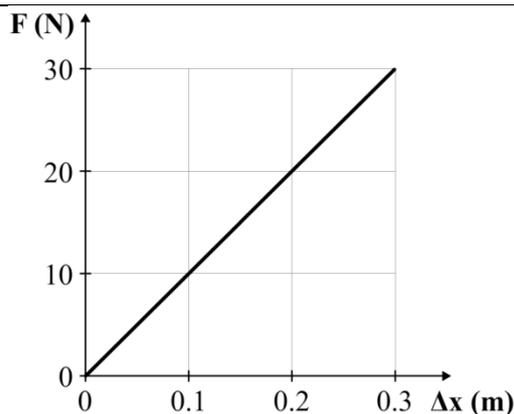
Η ελαστική δυναμική ενέργεια που αποκτά το ελατήριο όταν επιμηκύνεται κατά 0,1 m είναι:

Απάντηση:

0,5 J

3.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Δίνεται η γραφική παράσταση της δύναμης σε σχέση με την επιμήκυνση ενός ελατηρίου σταθεράς K .



Το έργο που πρέπει να προσφέρουμε για να παραμορφώσουμε το ελατήριο από 0,1 m σε 0,3 m είναι:

Απάντηση:

4 J

5.7 ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ07_Μηχανική ενέργεια και θεώρημα διατήρησης_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Α' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 7
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_A_ΨΕΠ07_Μηχανική ενέργεια και θεώρημα διατήρησης_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	εισαγωγή, μηχανική ενέργεια, κινητική ενέργεια, δυναμική ενέργεια, μορφές ενέργειας, ύψος, μηχανική ενέργεια, τροχιά, ελαστική ενέργεια, έργο, κίνηση σώματος, αιολική ενέργεια, διατήρηση ενέργειας, κατακόρυφη κίνηση, κεκλιμένο επίπεδο, συντηρητική δύναμη, διατηρητική δύναμη, οριζόντια κίνηση, ταχύτητα, μάζα, τελική ταχύτητα, ελεύθερη πτώση, βολή προς τα πάνω, μέγιστο ύψος, αρχική ταχύτητα, τριβή, θερμότητα, καμπυλόγραμμη κίνηση, μετατόπιση, δύναμη τριβής, αντίσταση ελατηρίου, μεταβολή ενέργειας, μέγιστη συσπείρωση, τέλος



	μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Ορισμός της μηχανικής ενέργειας ως το άθροισμα της κινητικής και της συνολικής δυναμικής ενέργειας ενός σώματος. • Ερμηνεία της σημασίας αυτού του αθροίσματος. • Περιγραφή των προϋποθέσεων διατήρησης της μηχανικής ενέργειας. • Κατανόηση και επεξήγηση εφαρμογών διατήρησης μηχανικής ενέργειας και επίλυση σχετικών προβλημάτων.

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να ορίζουν το άθροισμα της κινητικής και της συνολικής δυναμικής ενέργειας ενός σώματος.
ΔΣ2	Να εξηγούν τη σημασία αυτού του αθροίσματος.
ΔΣ3	Να περιγράφουν τις προϋποθέσεις διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.
ΔΣ4	Να κατανοούν και να επεξηγούν εφαρμογές διατήρησης μηχανικής ενέργειας και να επιλύουν σχετικά προβλήματα.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Ορισμός της Μηχανικής Ενέργειας

Ερώτηση:

1. Ένας αρσιβαρίστας σηκώνει μια μπάρα εξασκώντας δύναμη. Ποιο είναι το αποτέλεσμα που προκαλεί η δύναμη αυτή στην ενεργειακή κατάσταση της μπάρας;

**Ενδεικτική απάντηση:**

Καθώς ο αρσιβαρίστας σηκώνει την μπάρα αυξάνει τόσο την κινητική όσο και τη δυναμική της ενέργεια. Όταν η μπάρα ακινητοποιείται στο ψηλότερο σημείο, τότε όλη της ενέργεια έχει τη μορφή δυναμικής ενέργειας.

Ερώτηση:

2. Ένα άλογο εξασκεί δύναμη σε μια άμαξα. Ποιο είναι το αποτέλεσμα που προκαλεί η δύναμη αυτή στην ενεργειακή κατάσταση της άμαξας;

Ενδεικτική απάντηση:

Η κινητική ενέργεια της άμαξας αυξάνεται.

Ερώτηση:

3. Ένας τοξοβόλος εξασκεί δύναμη στη χορδή ενός τόξου. Ποιο είναι το αποτέλεσμα που προκαλεί η δύναμη αυτή στην ενεργειακή κατάσταση της χορδής;

Ενδεικτική απάντηση:

Η δυναμική ελαστική ενέργεια της χορδής αυξάνεται.

Ερώτηση:

4. Ένας γερανός εξασκεί μια δύναμη στο κιβώτιο. Ποιο είναι το αποτέλεσμα που προκαλεί η δύναμη αυτή στην ενεργειακή κατάσταση στο κιβώτιο;

Ενδεικτική απάντηση:

Καθώς ο γερανός σηκώνει το κιβώτιο αυξάνει τόσο την κινητική όσο και τη δυναμική του ενέργεια. Όταν το κιβώτιο ακινητοποιείται στο ψηλότερο σημείο, τότε όλη του ενέργεια έχει τη μορφή δυναμικής ενέργειας.

Ερώτηση:

5. Σε ένα αυτοκίνητο εξασκείται δύναμη από τη μηχανή του. Ποιο είναι το αποτέλεσμα που προκαλεί η δύναμη αυτή στην ενεργειακή κατάσταση του αυτοκινήτου;

Ενδεικτική απάντηση:

Η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου αυξάνεται.

**Ερώτηση:**

6. Ποια μορφή ενέργειας αποκτούν τα σώματα στα οποία ασκείται δύναμη σε κάθε περίπτωση;

Ενδεικτική απάντηση:

Τα σώματα αποκτούν είτε κινητική ενέργεια, είτε δυναμική ενέργεια λόγω θέσης, είτε δυναμική ελαστική ενέργεια λόγω παραμόρφωσης.

1.2. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Αντιστοίχιση εικόνας και κειμένου

Σε ποια μορφή εμφανίζεται η μηχανική ενέργεια στο κάθε σώμα;

Απάντηση:

A – κινητική ενέργεια

B – ελαστική δυναμική ενέργεια

Γ – βαρυτική δυναμική και κινητική ενέργεια

Δ – βαρυτική δυναμική ενέργεια

1.3. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Αντιστοίχιση εικόνας και κειμένου

Σε ποια μορφή εμφανίζεται η μηχανική ενέργεια στο κάθε σώμα;

Απάντηση:

Στην κορυφή της πλαγιάς – **δυναμική ενέργεια**

Στη μέση της πλαγιάς – **δυναμική και κινητική ενέργεια**

Στη βάση της πλαγιάς – **κινητική ενέργεια**

1.4. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Σύρω και αφήνω

Συμπληρώστε τα κενά

Απάντηση:

Όταν το παιδί ξεκινά από τη θέση A έχει **δυναμική** ενέργεια.

Όταν το παιδί περνά από τη θέση B έχει **δυναμική και κινητική** ενέργεια.

Όταν το παιδί περνά από τη θέση Γ έχει **κινητική** ενέργεια.

Όταν το παιδί περνά από τη θέση Δ έχει **δυναμική και κινητική** ενέργεια.

Όταν το παιδί καταλήγει στη θέση E έχει **δυναμική** ενέργεια.



1.5. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

Να συμπληρώσετε κατάλληλα τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν.

Απάντηση:

Όταν το σώμα ξεκινά από τη θέση Α η μηχανική του ενέργεια εμφανίζεται σε μορφή **βαρυτικής δυναμικής** ενέργειας.

Όταν το σώμα περνά από τη θέση Β η μηχανική του ενέργεια εμφανίζεται σε μορφή **βαρυτικής δυναμικής και κινητικής** ενέργειας.

Όταν περνά από τη θέση Γ η μηχαν. ενέργεια του συστήματος εμφανίζεται σε **βαρυτικής δυναμικής, ελαστικής δυναμικής και κινητικής** ενέργειας.

Όταν περνά από τη θέση Δ η μηχαν. ενέργεια του συστήματος εμφανίζεται σε μορφή **ελαστικής δυναμικής** ενέργειας.

1.6. Ερμηνεία της μηχανικής ενέργειας – 1

Ερώτηση:

1. Ποια μορφή ενέργειας περικλείει το σφυρί πριν χτυπήσει το καρφί;

Ενδεικτική απάντηση:

Κινητική ενέργεια.

Ερώτηση:

2. Ποιες επιπτώσεις έχει αυτή η ενέργεια που περικλείει το σφυρί στο καρφί;

Ενδεικτική απάντηση:

Η κινητική ενέργεια του σφυριού μεταφέρεται στο καρφί κατά την κρούση και το αναγκάζει να εισχωρήσει στον κορμό του δέντρου.

1.7. Ερμηνεία της μηχανικής ενέργειας – 2

Ερώτηση:

1. Ποια μορφή ενέργειας περικλείει η λευκή μπάλα πριν χτυπήσει τις υπόλοιπες;

**Ενδεικτική απάντηση:**

Κινητική ενέργεια.

Ερώτηση:

2. Ποιες επιπτώσεις έχει αυτή η ενέργεια που περικλείει η λευκή μπάλα στις υπόλοιπες;

Ενδεικτική απάντηση:

Η κινητική ενέργεια της άσπρης μπάλας μεταφέρεται στις υπόλοιπες μπάλες κατά τη σύγκρουσή τους και τις αναγκάζει να κινηθούν.

1.8. Ερμηνεία της μηχανικής ενέργειας – 3**Ερώτηση:**

1. Ποια μορφή ενέργειας περικλείει η μπάλα:

- όταν βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο του κεκλιμένου επιπέδου;
- καθώς κυλά κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου;
- όταν κινείται κατά μήκος του οριζόντιου επιπέδου και προτού φτάσει στο σύστημα με το ελατήριο;

Ενδεικτική απάντηση:

α) Δυναμική ενέργεια λόγω θέσης

β) Κινητική και δυναμική ενέργεια

γ) Κινητική ενέργεια

Ερώτηση:

2. Ποιες επιπτώσεις έχει αυτή η ενέργεια που περικλείει η μπάλα στο ελατήριο;

Ενδεικτική απάντηση:

Η ενέργεια της μπάλας μεταφέρεται στο ελατήριο κατά την επαφή τους και το αναγκάζει να συσπειρωθεί. Η κινητική ενέργεια έχει μετατραπεί σε δυναμική ελαστική ενέργεια.

1.9. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που σας δίνονται.

**Απάντηση:**

Μια βάρκα με ανοικτά πανιά, που είναι ακίνητη σε ήρεμη θάλασσα, αρχίζει να κινείται όταν φυσά ο άνεμος. Η μηχανική ενέργεια του σώματος εκφράζει την ικανότητα παραγωγής έργου.

Ο άνεμος καθώς κινείται περικλείει μηχανική ενέργεια στη μορφή **κινητικής** ενέργειας. Αυτή η ποσότητα ενέργειας δίνει την ικανότητα στον άνεμο να ασκήσει **δύναμη** στη βάρκα και να τη μετατοπίσει. Με αυτό τον τρόπο ο άνεμος παράγει **έργο** στη βάρκα.

1.10. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που σας δίνονται.

Απάντηση:

Ένα παιδί οπλίζει ένα παιδικό πιστόλι με ελατήριο, με αποτέλεσμα το ελατήριο που βρίσκεται στο εσωτερικό του να συσπειρώνεται. Όταν το παιδί τραβήξει τη σκανδάλη το πιστόλι εκτοξεύει ένα βελάκι. Να εξηγήσετε πώς η αλληλεπίδραση του ελατηρίου με το βελάκι μπορεί να το θέσει σε κίνηση, χρησιμοποιώντας τις ενεργειακές μετατροπές που συμβαίνουν στο σύστημα.

Όταν το παιδί οπλίσει το πιστόλι το ελατήριο αποκτά μηχανική ενέργεια στη μορφή **ελαστικής δυναμικής** ενέργειας. Αυτή η ποσότητα ενέργειας δίνει την ικανότητα στο ελατήριο να ασκήσει **δύναμη** στο βελάκι και να το μετατοπίσει όταν το παιδί πατήσει τη σκανδάλη. Με αυτό τον τρόπο το ελατήριο παράγει **έργο** στο βελάκι.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.1. Αρχή διατήρησης μηχανικής ενέργειας – κίνηση σε κατακόρυφο άξονα με φορά προς τα κάτω****Ερώτηση:**

1. Εξηγήστε ποιοτικά τις μεταβολές στις τιμές της δυναμικής, της κινητικής και της μηχανικής ενέργειας όπως εμφανίζονται στην οθόνη.

Ενδεικτική απάντηση:

Αρχικά το σώμα εμπεριέχει μόνο δυναμική ενέργεια. Καθώς το σώμα πέφτει προς το έδαφος, αυξάνεται η κινητική του ενέργεια και μειώνεται η δυναμική του ενέργεια. Αμέσως πριν το σώμα ακουμπήσει το έδαφος εμπεριέχει μόνο κινητική ενέργεια. Σε κάθε χρονική στιγμή της κίνησης του σώματος, η μηχανική ενέργεια παραμένει σταθερή.

**Ερώτηση:**

2. Να επαναλάβετε την κίνηση της πέτρας και να παρατηρήσετε προσεκτικά την κατασκευή των ραβδογραμμάτων της Δυναμικής, Κινητικής και Μηχανικής Ενέργειας. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Η στήλη της δυναμικής ενέργειας μειώνεται από μια μέγιστη τιμή μέχρι να μηδενιστεί, ενώ η στήλη της κινητικής ενέργειας αυξάνεται μέχρι που φτάνει στην ίδια μέγιστη τιμή. Η στήλη της μηχανικής ενέργειας δεν μεταβάλλεται έχοντας πάντα τη μέγιστη τιμή.

Ερώτηση:

3. Να επαναλάβετε την κίνηση της πέτρας και να παρατηρήσετε προσεκτικά την κατασκευή των γραφικών παραστάσεων της Δυναμικής, Κινητικής και Μηχανικής Ενέργειας σε σχέση με την κατακόρυφη μετατόπιση από την αρχική θέση. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Καθώς το σώμα πέφτει προς τα κάτω, η ευθεία που περιγράφει την δυναμική ενέργεια φθίνει γραμμικά, ενώ η ευθεία που περιγράφει την κινητική ενέργεια αυξάνεται γραμμικά. Η ευθεία που περιγράφει την μηχανική ενέργεια παραμένει οριζόντια σε όλες τις χρονικές στιγμές.

2.2. Αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας - κίνηση σε κεκλυμένο επίπεδο**Ερώτηση:**

1. Να υπολογίσετε τη δυναμική, την κινητική και τη μηχανική ενέργεια που έχει ο σκιέρ καθώς περνά από τα τρία σημεία.

Ενδεικτική απάντηση:

Στο Α: $E_{\Delta} = m g h = 80 \cdot 10 \cdot 30 = 24000 \text{ J}$, $E_{\kappa} = \frac{1}{2} m u^2 = 0$, $E_M = E_{\Delta} + E_{\kappa} = 24000 \text{ J}$

Στο Β: $E_{\Delta} = m g h = 80 \cdot 10 \cdot 20 = 16000 \text{ J}$, $E_{\kappa} = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 200 = 8000$, $E_M = E_{\Delta} + E_{\kappa} = 24000 \text{ J}$

Στο Γ: $E_{\Delta} = m g h = 80 \cdot 10 \cdot 10 = 8000 \text{ J}$, $E_{\kappa} = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 400 = 16000$, $E_M = E_{\Delta} + E_{\kappa} = 24000 \text{ J}$

Ερώτηση:

2. Να διερευνήσετε κατά πόσο ισχύει η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας κατά την κίνηση του σκιέρ.

**Ενδεικτική απάντηση:**

Κατά τη διάρκεια της κίνησης του σκιέρ, το άθροισμα της κινητικής και δυναμικής ενέργειας παραμένει σταθερό. Συνεπώς, ισχύει το θεώρημα της μηχανικής ενέργειας.

2.3. Αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας - κίνηση σε οριζόντιο επίπεδο**Ερώτηση:**

1. Να δώσετε την τιμή 1 m/s στην ταχύτητα της μπάλας και να παρατηρήσετε την εξέλιξη της κίνησής της. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Η μπάλα αποκτά κάποια ταχύτητα (άρα και κινητική ενέργεια) και εκτελεί ομαλή ευθύγραμμη κίνηση μέχρι που συναντά το ελατήριο. Στη συνέχεια, η κινητική ενέργεια της μπάλας μεταφέρεται στο ελατήριο κατά τη σύγκρουση και το αναγκάζει να συσπειρωθεί.

Ερώτηση:

2. Να εξετάσετε κατά πόσο ισχύει η αρχή διατήρησης της ενέργειας σε αυτό το παράδειγμα.

Ενδεικτική απάντηση:

$$(\alpha) E_K = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} 1 \cdot 1 = 0,5 \text{ J},$$

$$(\beta) W = \Delta E_K \Rightarrow W = 0,5 \text{ J}, \quad (\gamma) W = E_{\Delta, \text{ελατηρίου}} \Rightarrow E_{\Delta, \text{ελατηρίου}} = 0,5 \text{ J}$$

Συμπέρασμα:

$$E_{M, \text{αρχική}} = E_{K, \text{αρχική}} + E_{\Delta, \text{αρχική}} = 0,5 + 0 = 0,5 \text{ J}$$

$$E_{M, \text{τελική}} = E_{K, \text{τελική}} + E_{\Delta, \text{τελική}} = 0 + 0,5 = 0,5 \text{ J}$$

Συνεπώς ισχύει η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.

Σημείωση: Θα έπρεπε να είχε δοθεί η τιμή της σταθεράς του ελατηρίου προκειμένου να υπολογιστεί η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου με χρήση του τύπου: $E_{\Delta} = \frac{1}{2} K \Delta X^2$.

Ερώτηση:

3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα της μπάλας ώστε να προκαλέσει διπλάσια συσπίρωση στο ελατήριο. Ποια είναι αυτή η τιμή της ταχύτητας σε m/s;

Απάντηση:

2

**Ερώτηση:**

Να δώσετε στην ταχύτητα την τιμή που υπολογίσατε στο προηγούμενο ερώτημα και να εξετάσετε την τιμή της συσπείρωσης. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Η συσπείρωση του ελατηρίου διπλασιάζεται.

2.5. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σώμα μάζας 2 kg αφήνεται ελεύθερο να πέσει από ύψος 3,2 m.

Απάντηση:

Η ταχύτητα του σώματος όταν φτάνει στο έδαφος είναι **8 m/s**.

2.6. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σώμα μάζας 2 kg αφήνεται ελεύθερο να πέσει από ύψος 3,2 m.

Απάντηση:

Το ύψος από το έδαφος στο οποίο η ταχύτητα είναι 4 m/s είναι **2,4 m**.

2.7. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σώμα μάζας 2 kg αφήνεται ελεύθερο να πέσει από ύψος 3,2 m.

Απάντηση:

Η κινητική ενέργεια του σώματος όταν βρίσκεται σε ύψος 2 m είναι **24 J**.

2.8. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σώμα μάζας 2 kg αφήνεται ελεύθερο να πέσει από ύψος 3,2 m.

Απάντηση:

Η δυναμική ενέργεια του σώματος όταν έχει ταχύτητα 2 m/s είναι **60 J**.

2.9. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σώμα μάζας 1 kg, βάλλεται κατακόρυφα προς τα πάνω, από το έδαφος, με ταχύτητα $v_0 = 5 \text{ m/s}$

Απάντηση:

Το μέγιστο ύψος στο οποίο μπορεί να φτάσει το σώμα είναι **1,25 m**.

**2.10. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων**

Σώμα μάζας 1 kg, βάλλεται κατακόρυφα προς τα πάνω, από το έδαφος, με ταχύτητα $u_0 = 5 \text{ m/s}$.

Απάντηση:

Η ταχύτητα του σώματος όταν βρίσκεται στο ύψος των 0,8 m είναι **3 m/s**.

2.11. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σώμα μάζας 1 kg, βάλλεται κατακόρυφα προς τα πάνω, από το έδαφος, με ταχύτητα $v_0 = 5 \text{ m/s}$.

Απάντηση:

Η κινητική ενέργεια του σώματος όταν βρίσκεται σε ύψος 1 m από το έδαφος είναι **2,5 J**.

2.12. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά.

Απάντηση:

Η θέση Β βρίσκεται σε ύψος 1,8 m.

2.13. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά.

Απάντηση:

Η κινητική ενέργεια της μπάλας όταν περνά από τη θέση Γ είναι **64 J**.

2.14. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά.

Απάντηση:

Η ταχύτητα της μπάλας όταν περνά από τη θέση Γ είναι **8 m/s**.

2.15. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά.

Απάντηση:

Η ταχύτητα με την οποία η μπάλα φτάνει στη θέση Δ είναι **10 m/s**.

**2.16. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Αντιστοίχιση**

Ένα σώμα αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος $h = 40 \text{ m}$.

Απάντηση:

Η κινητική ενέργεια του σώματος είναι ίση με τη δυναμική ενέργεια του σώματος σε ύψος **20 m**.

Η κινητική ενέργεια του σώματος είναι τριπλάσια από τη δυναμική ενέργεια του σώματος σε ύψος **10 m**.

Η δυναμική ενέργεια του σώματος είναι τριπλάσια από την κινητική ενέργεια του σώματος σε ύψος **30 m**.

2.17. Η μηχανική ενέργεια δε διατηρείται – 1**Ερώτηση:**

1. Να εξηγήσετε κατά πόσο ισχύει η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας σε αυτή την περίπτωση.

Ενδεικτική απάντηση:

Η αρχή της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας δεν ισχύει σε αυτή την περίπτωση γιατί υπάρχει εξωτερική δύναμη λόγω της αντίστασης από τον αέρα, η οποία προκαλεί απώλειες ενέργειας.

2.18. Η μηχανική ενέργεια δε διατηρείται – 2**Ερώτηση:**

1. Να δώσετε την τιμή 10 m/s στην ταχύτητα του αυτοκινήτου και να παρατηρήσετε την εξέλιξη της κίνησής του. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Το αυτοκίνητο έχει κινητική ενέργεια (η οποία ισούται με την μηχανική του ενέργεια) και από ένα σημείο και μετά το επιβραδύνει κάποια δύναμη μέχρι να ακινητοποιηθεί. Το έργο της δύναμης αυτής ισούται με τη διαφορά στη μηχανική ενέργεια του αυτοκινήτου.

Ερώτηση:

2. Να παρατηρήσετε προσεκτικά τα ραβδογράμματα της κινητικής και μηχανικής ενέργειας του αυτοκινήτου, όπως επίσης και το ραβδόγραμμα του έργου που καταναλώνει η δύναμη που



ασκείται στο αυτοκίνητο. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Αρχικά η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου ισούται με τη μηχανική του ενέργεια, ενώ το έργο ισούται με μηδέν. Στη συνέχεια, η κινητική και μηχανική ενέργεια μηδενίζονται, ενώ το έργο της δύναμης αυτής ισούται με τη διαφορά στη μηχανική ενέργεια του αυτοκινήτου.

Ερώτηση:

3. Να δικαιολογήσετε τη μορφή του ραβδογράμματος του έργου.

Ενδεικτική απάντηση:

Το έργο της δύναμης είναι αρνητικό γιατί η δύναμη που ασκείται στο αυτοκίνητο σχηματίζει γωνία 180 μοιρών με το διάνυσμα της μετατόπισης. Επιπλέον, το έργο της δύναμης αυτής ισούται με τη διαφορά στη μηχανική ενέργεια του αυτοκινήτου.

Ερώτηση:

4. Να συγκρίνετε το ραβδόγραμμα της μηχανικής ενέργειας με το ραβδόγραμμα του έργου. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Το ραβδόγραμμα της μηχανικής ενέργειας παίρνει θετικές τιμές, ενώ το ραβδόγραμμα του έργου παίρνει αρνητικές τιμές. Η απόλυτη τιμή του έργου ισούται με την τιμή της μηχανικής ενέργειας.

Ερώτηση:

5. Να δώσετε την τιμή 20 m/s στην ταχύτητα του αυτοκινήτου και να επαναλάβετε τη δραστηριότητα. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική απάντηση:

Παρατηρούμε ότι το αυτοκίνητο κινείται ταχύτερα και το διάστημα που διανύει μέχρι να ακινητοποιηθεί μεγαλώνει. Η κινητική και η μηχανική ενέργεια του αυτοκινήτου αυξάνονται, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται και η αρνητική τιμή του έργου.

2.19. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το ποσοστό της μηχανικής ενέργειας που χάνει η σφαίρα κατά τη μετακίνησή της από το Α στο Β είναι:

**Απάντηση:**

40%

2.20. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Ένα σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ αφήνεται από την κορυφή A του κεκλιμένου επιπέδου $AB = 4 \text{ m}$, να κινηθεί προς τα κάτω, όπως φαίνεται στην οθόνη. Το σώμα φτάνει στη βάση B του κεκλιμένου επιπέδου με ταχύτητα 4 m/s .

Απάντηση:

Η μεταβολή της μηχανικής ενέργειας του σώματος κατά τη μετατόπισή του από το A στο B είναι **-24 J**.

2.21. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Ένα σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ αφήνεται από την κορυφή A του κεκλιμένου επιπέδου $AB = 4 \text{ m}$, να κινηθεί προς τα κάτω, όπως φαίνεται στην οθόνη. Το σώμα φτάνει στη βάση B του κεκλιμένου επιπέδου με ταχύτητα 4 m/s .

Απάντηση:

Το μέτρο της δύναμης της τριβής που ασκήθηκε στο σώμα κατά τη μετατόπισή του από το A στο B , αν θεωρηθεί σταθερή κατά τη διάρκεια της κίνησης, είναι **6 N**.

2.22. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σώμα μάζας 2 kg αφήνεται να κυλήσει από ύψος 20 m πάνω σε λείο κεκλιμένο επίπεδο $ΑΓ$. Στη βάση του επιπέδου $ΑΓ$ συναντά ένα τραχύ επίπεδο $ΓΔ$, οπότε η ταχύτητά του μειώνεται, και στο σημείο $Δ$ γίνεται 10 m/s . Στη συνέχεια, χτυπά σε ελατήριο σταθεράς 5000 N/m και το συσπειρώνει. Αν το επίπεδο μετά το σημείο $Δ$ θεωρηθεί λείο:

Απάντηση:

Η ταχύτητα του σώματος στο σημείο $Γ$ είναι **20 m/s**.

2.23. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σώμα μάζας 2 kg αφήνεται να κυλήσει από ύψος 20 m πάνω σε λείο κεκλιμένο επίπεδο $ΑΓ$. Στη βάση του επιπέδου $ΑΓ$ συναντά ένα τραχύ επίπεδο $ΓΔ$, οπότε η ταχύτητά του μειώνεται, και στο σημείο $Δ$ γίνεται 10 m/s . Στη συνέχεια, χτυπά σε ελατήριο σταθεράς 5000 N/m και το συσπειρώνει. Αν το επίπεδο μετά το σημείο $Δ$ θεωρηθεί λείο:

Απάντηση:

Η μεταβολή της ενέργειας του σώματος στο επίπεδο $ΓΔ$, είναι **-300 J**.



2.24. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σώμα μάζας 2 kg αφήνεται να κυλήσει από ύψος 20 m πάνω σε λείο κεκλιμένο επίπεδο ΑΓ. Στη βάση του επιπέδου ΑΓ συναντά ένα τραχύ επίπεδο ΓΔ, οπότε η ταχύτητά του μειώνεται, και στο σημείο Δ γίνεται 10 m/s. Στη συνέχεια, χτυπά σε ελατήριο σταθεράς 5000 N/m και το συσπειρώνει. Αν το επίπεδο μετά το σημείο Δ θεωρηθεί λείο:

Απάντηση:

Το μέτρο της αντίστασης που συναντά το σώμα στο επίπεδο ΓΔ, αν αυτή θεωρηθεί σταθερή, είναι 20 N.

2.25. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Συμπλήρωση κενών πεδίων

Σώμα μάζας 2 kg αφήνεται να κυλήσει από ύψος 20 m πάνω σε λείο κεκλιμένο επίπεδο ΑΓ. Στη βάση του επιπέδου ΑΓ συναντά ένα τραχύ επίπεδο ΓΔ, οπότε η ταχύτητά του μειώνεται, και στο σημείο Δ γίνεται 10 m/s. Στη συνέχεια, χτυπά σε ελατήριο σταθεράς 5000 N/m και το συσπειρώνει. Αν το επίπεδο μετά το σημείο Δ θεωρηθεί λείο:

Απάντηση:

Η μέγιστη συσπίρωση που προκαλεί το σώμα στο ελατήριο είναι 0,2 m.

5.8 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ01_Εισαγωγικές έννοιες στην κυματική_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 1
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ01_Εισαγωγικές έννοιες στην κυματική_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Περιοδικές κινήσεις, περιοδικό φαινόμενο, περιοδικά φαινόμενα, κύκλος μέρας νύχτας, εκκρεμές, περίοδος, συχνότητα, διάδοση κύματος, διάδοση κυμάτων, κύμα, ηχητικά κύματα, υδάτινα κύματα, ταχύτητα κύματος, ταχύτητα κυμάτων, περιοδικές κινήσεις, περιοδικές



	κινήσεις, συχνότητα.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Περιοδικά Φαινόμενα: Το κύμα, Ηχητικά και Υδάτινα Κύματα • Παραδείγματα Περιοδικών Φαινομένων • Υπολογισμός της ταχύτητας διαφόρων κυμάτων

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Ορίζουν τα περιοδικά φαινόμενα και δίνουν παραδείγματα
ΔΣ2	Ορίζουν την έννοια του κύματος ως μια διαταραχή που διαδίδεται στο χώρο με πεπερασμένη ταχύτητα κατά την οποία μεταφέρεται ενέργεια και ορμή αλλά όχι ύλη, κατά τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.
ΔΣ3	Διακρίνουν τα κύματα σε μηχανικά, τα οποία διαδίδονται σε υλικά μέλη ηλεκτρομαγνητικά, τα οποία διαδίδονται υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικού και στο κενό, αναφέροντας παραδείγματα.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Περιοδικές κινήσεις

Ερώτηση :

Τι κοινό παρουσιάζουν οι κινήσεις των σωμάτων των τεσσάρων πολυμεσικών παρουσιάσεων;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η κίνηση των σωμάτων επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

**Ερώτηση:**

Γράψτε παραδείγματα περιοδικών φαινομένων από την καθημερινή ζωή, πέρα από αυτά των τεσσάρων πολυμεσικών παρουσιάσεων που παρακολουθήσατε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο κύκλος της καρδιάς, η κίνηση των δεικτών του ρολογιού, η λειτουργία των λαμπτήρων στα φώτα τροχαίας και πολλά άλλα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.1. Περιοδικά φαινόμενα: Κύκλος μέρας και νύκτας****Ερώτηση:**

Γιατί η μέρα ακολουθεί τη νύκτα και η νύκτα τη μέρα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Λόγω της περιοδικής περιστροφικής κίνησης της Γης γύρω από τον άξονά της ένα συγκεκριμένο μέρος του πλανήτη αλλάζει συνεχώς θέση ως προς τον ήλιο, ο οποίος παρέχει φως στη Γη, με αποτέλεσμα να εναλλάσσεται η μέρα με τη νύκτα.

2.2. Περιοδικά φαινόμενα: Το εκκρεμές**Ερώτηση:**

Είναι η κίνηση του εκκρεμούς περιοδική;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ναι, γιατί πρόκειται για παλινδρομική κίνηση που επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Ερώτηση:

Γιατί σε ένα αντίστοιχο εργαστηριακό πείραμα για την εύρεση της περιόδου κίνησης ενός εκκρεμούς μετρούμε το χρόνο 10 ή ακόμη και 20 ταλαντώσεων και όχι απλά το χρόνο για μια ταλάντωση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Αυτό γίνεται για να περιορίσουμε τα σφάλματα των μετρήσεων.

**ΕΝΟΤΗΤΑ 3****3.2. Διάδοση κυμάτων****Ερώτηση:**

Ποιο είναι το μέσο διάδοσης των θαλάσσιων κυμάτων;

Απάντηση:

Το νερό

Ερώτηση:

Διαμέσου ποιων μέσων μπορούν να διαδοθούν τα ηχητικά κύματα;

Απάντηση:

Στα υγρά, στα αέρια και στα στερεά

Ερώτηση:

Ποιο είναι το μέσο διάδοσης των κυμάτων, όταν το παιδί κουνάει το σχοινί;

Απάντηση:

Κάποιο στερεό σώμα

Ερώτηση:

Διαμέσου ποιων μέσων μπορούν να διαδοθούν τα μικροκύματα;

Απάντηση:

Στα υγρά, στα αέρια, σε κάποια στερεά και στο κενό

Ερώτηση:

Διαμέσου ποιων μέσων μπορεί να διαδοθεί το φως;

Απάντηση:

Στο νερό, στον αέρα, κάποιο στερεό, στο κενό

3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

Βάσει ποιου ή ποιων κριτηρίων θα μπορούσατε να χωρίσετε τα κύματα που έχετε μελετήσει σε δυο



κατηγορίες;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το κριτήριο είναι το μέσο μέσα στο οποίο μπορεί να διαδοθεί το κύμα. Με αυτό το κριτήριο χωρίζουμε τα κύματα σε μηχανικά (διαδίδονται στην ύλη) και ηλεκτρομαγνητικά (διαδίδονται στο κενό). Επομένως, τα μηχανικά κύματα χρειάζονται μέσο για να μεταδοθούν, ενώ τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν να διαδοθούν και στο κενό.

Ερώτηση:

Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι οι Ακτίνες γ δε χρειάζονται κάποιο υλικό μέσο για τη διάδοσή τους. Συμφωνείτε με τον ισχυρισμό του; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο ισχυρισμός είναι ορθός, γιατί οι ακτίνες γ ανήκουν στο φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία δε χρειάζεται κάποιο μέσο για να διαδοθεί.

Ερώτηση:

Ολοκληρώστε τον εννοιολογικό χάρτη που σας δίνεται δεξιά (συμπληρώνοντας τα άδεια κουτιά), συνδέοντας με κατάλληλες συνδετικές λέξεις τις έννοιες που έχετε μελετήσει μέχρι τώρα: κύμα, διαταραχή, ενέργεια, μηχανικά κύματα, ηλεκτρομαγνητικά κύματα, υλικό μέσο, κενό.

Απάντηση:





ΕΝΟΤΗΤΑ 4

4.1. Ηχητικά κύματα

Ερώτηση:

Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Παρατηρούμε μια περιοδική παλινδρομική κίνηση των μορίων, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία πυκνωμάτων και αραιωμάτων. Με αυτό τον τρόπο φαίνεται η διαμήκης διάδοση πυκνωμάτων στο χώρο.

Ερώτηση 1:

Τι είδους κίνηση εκτελούν τα σφαιρίδια;

Απάντηση:

Τα σφαιρίδια εκτελούν περιοδική κίνηση.

Ερώτηση 2:

Η θέση ισορροπίας ($\theta.l$) των κόκκινων σφαιριδίων μετατοπίζεται ως προς την κατεύθυνση διάδοσης της διαταραχής;

Απάντηση:

Η θέση ισορροπίας των κόκκινων σφαιριδίων παραμένει η ίδια.

Ερώτηση 3:

Επιλέξτε τι ισχύει για το συγκεκριμένο κύμα:

Απάντηση:

Το κύμα προχωρά / μεταδίδεται από την πηγή στο δέκτη με πεπερασμένη ταχύτητα, χωρίς όμως τη μεταφορά του υλικού μέσου, στο οποίο διαδίδεται.

4.2. Υδάτινα Κύματα

Ερώτηση 1:

Τι είδους κίνηση εκτελούν τα σφαιρίδια;

**Απάντηση:**

Τα σφαιρίδια εκτελούν περιοδική κίνηση.

Ερώτηση 2:

Ποια διαφορά παρατηρείται στην κίνηση των κόκκινων σφαιριδίων με τα κόκκινα σφαιρίδια της προηγούμενης πολυμεσικής παρουσίασης των ηχητικών κυμάτων;

Απάντηση:

Τα κόκκινα σφαιρίδια του υδάτινου κύματος κινούνται γρηγορότερα από ότι τα κόκκινα σφαιρίδια του ηχητικού κύματος.

Ερώτηση 3:

Η θέση ισορροπίας ($\theta.l$) των κόκκινων σφαιριδίων μετατοπίζεται ως προς την κατεύθυνση διάδοσης της διαταραχής;

Απάντηση:

Η θέση ισορροπίας των κόκκινων σφαιριδίων παραμένει η ίδια.

Συμπέρασμα:**Ερώτηση:**

Τι συμπεραίνετε; Επιλέξτε τι ισχύει για το συγκεκριμένο κύμα:

Απάντηση:

Το κύμα προχωρά / μεταδίδεται από την πηγή στον δέκτη με πεπερασμένη ταχύτητα, χωρίς όμως τη μεταφορά του υλικού μέσου, στο οποίο διαδίδεται.

4.3. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Συγκρίνετε το τελικό συμπέρασμα της θεματικής ενότητας: **Ηχητικά Κύματα** με το τελικό συμπέρασμα της θεματικής ενότητας: **Υδάτινα Κύματα**. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Και στις δυο περιπτώσεις, το κύμα διαδίδεται από την πηγή στο δέκτη με πεπερασμένη ταχύτητα, χωρίς όμως τη μεταφορά του υλικού μέσου στο οποίο διαδίδεται. Η διαφορά είναι ότι στα ηχητικά κύματα οι ταλαντώσεις των μορίων γίνεται παράλληλα με τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος, ενώ στα υδάτινα κύματα οι ταλαντώσεις των μορίων είναι κάθετες προς τη διεύθυνση διάδοσης.

**4.4. Δραστηριότητα Αξιολόγησης : Ανοικτού τύπου**

Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι το πιο κάτω συμπέρασμα ισχύει για όλα τα μηχανικά κύματα: "Το κύμα προχωρά / μεταδίδεται από την πηγή στον δέκτη με πεπερασμένη ταχύτητα, χωρίς όμως τη μεταφορά του υλικού μέσου στο οποίο διαδίδεται". Συμφωνείτε με τον ισχυρισμό του; Εξηγήστε το συλλογισμό σας

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο ισχυρισμός είναι ορθός, γιατί στα μηχανικά κύματα τα μόρια του μέσου ταλαντώνονται (διαμήκης ή εγκάρσια ταλάντωση) γύρω από μια θέση ισορροπίας χωρίς να μεταφέρονται.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5**5.1. Υπολογισμός της ταχύτητας του σόναρ**

Ποια είναι η ταχύτητα του σόναρ στην συγκεκριμένη περίπτωση;

Απάντηση:

1500 m/s

5.2. Υπολογισμός της ταχύτητας του ορατού φωτός

Ποια είναι η ταχύτητα του φωτός στην συγκεκριμένη περίπτωση;

Απάντηση:

299 143 968 m/s

5.3. Υπολογισμός της ταχύτητας υδάτινου κύματος

Ποια είναι η ταχύτητα του υδάτινου κύματος στην συγκεκριμένη περίπτωση;

Απάντηση:

25 m/s

5.4. Δραστηριότητες αξιολόγησης : Ανοικτού τύπου

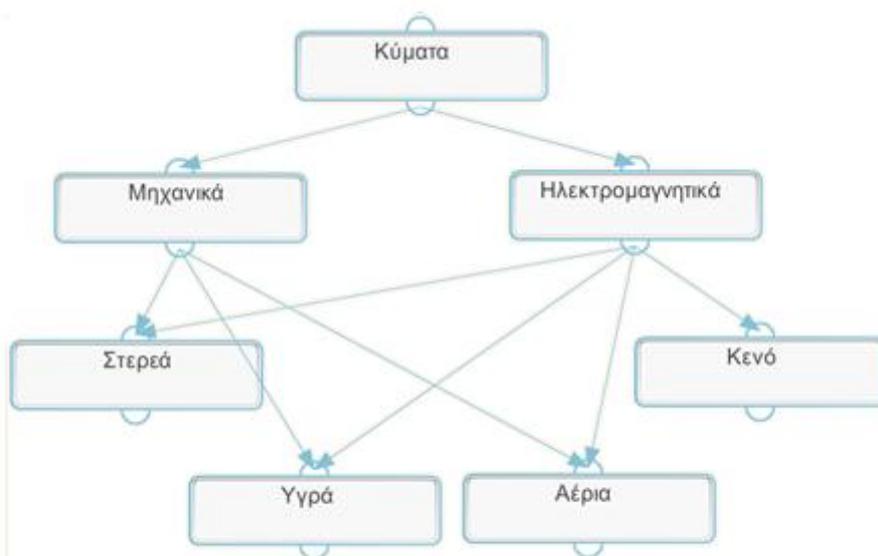
Σε ποιο συμπέρασμα σάς οδηγεί αυτό το κείμενο, σχετικά με την ταχύτητα διάδοσης του φωτός; Πιστεύετε ότι, με βάση την πιο πάνω περιγραφή, η ταχύτητα διάδοσης του φωτός είναι μη πεπερασμένη; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Το συμπέρασμα είναι ότι η ταχύτητα του φωτός είναι πολύ μεγάλη για να μετρηθεί μεταξύ μιας σχετικά μικρής απόστασης μεταξύ πηγής και δέκτη, και με μέτρηση χρόνου που βασίζεται πάνω στη διακριτική ικανότητα του ανθρώπινου ματιού. Σε μια τέτοια διαδικασία θα καταλήγαμε στο συμπέρασμα ότι η ταχύτητα του φωτός είναι μη πεπερασμένη, κάτι το οποίο δεν ισχύει.

ΕΝΟΤΗΤΑ 6**6.1. Δημιουργία εννοιολογικού χάρτη**

Χρησιμοποιείστε τα εργαλεία που βρίσκονται στο κάτω μέρος της οθόνης για να φτιάξετε το δικό σας εννοιολογικό χάρτη.

Ενδεικτική Απάντηση:



5.9 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ02_Χαρακτηριστικά μεγέθη ενός κύματος_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 2
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ02_Χαρακτηριστικά μεγέθη ενός κύματος_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Διάδοση κυμάτων, φυσικά μεγέθη κυμάτων, πλάτος, περίοδος, μήκος, διαμήκη κύματα
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Διάδοση Κυμάτων • Τα φυσικά μεγέθη των κυμάτων και εφαρμογές • Διαμήκη κύματα και εφαρμογές

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Ορίζουν τα χαρακτηριστικά μεγέθη ενός κύματος: πλάτος, ταχύτητα διάδοσης, συχνότητα, περίοδος και μήκος κύματος και γνωρίζουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται κάθε μέγεθος
ΔΣ2	Αναγνωρίζουν ότι το μήκος κύματος ισούται με την απόσταση δύο διαδοχικών μεγίστων ή ελαχίστων.
ΔΣ3	Ορίζουν την ταχύτητα διάδοσης του κύματος και να επιλύουν σχετικά προβλήματα



Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Διάδοση Κυμάτων

Ερώτηση:

Παρακολουθώντας την πολυμεσική παρουσίαση μάς δημιουργείται η εντύπωση της κίνησης. Δηλαδή έχουμε την εντύπωση ότι μια φωτεινή λάμπα τρέχει και ανάβει μια - μια τις λάμπες που συναντά στο δρόμο της. Ξέρουμε όμως ότι αυτό είναι μια οπτική απάτη, διότι οι λάμπες είναι καλά στερεωμένες στη θέση τους. Με ποιον από τους πιο κάτω τρόπους θα έχουμε τη μεγαλύτερη αύξηση στην ταχύτητα της φωταγώγησης της γραμμής;

Απάντηση:

Οι λάμπες να απέχουν μεταξύ τους διπλάσια απόσταση και να ανάβει η μια μετά την άλλη με μισή καθυστέρηση.

Ερώτηση:

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε 20 λάμπες και τις αριθμούμε με τη σειρά που είναι τοποθετημένες, από το 1 μέχρι το 20. Σε κάποια χρονική στιγμή αρχίζουν να ανάβουν η μια μετά την άλλη. Σε κάποια άλλη χρονική στιγμή η λάμπα 16 είναι αναμμένη για 10 δευτερόλεπτα ενώ η λάμπα 11 είναι αναμμένη για 5 δευτερόλεπτα. Ποια είναι η φορά φωταγώγησης;

Απάντηση:

Από το 20 στο 1.

1.2. Τα φυσικά μεγέθη των κυμάτων 1

Ερώτηση:

Προβλέψτε πού θα βρίσκεται η μπαλίτσα 1 μετά από χρόνο 1 s.

Απάντηση:

Στο μέσο της διαδρομής (θέση ισορροπίας) και πάει προς τα κάτω.

Ερώτηση:

παρατηρήσατε; Ποια μπαλίτσα είναι έτοιμη να αρχίσει να ταλαντώνεται μετά από χρόνο 2 s (μιας



περιόδου) από τη στιγμή που άρχισε να ταλαντώνεται η μπαλίτσα 1;

Απάντηση:

Η μπαλίτσα 9

1.3. Τα φυσικά μεγέθη των κυμάτων 2

Ερώτηση:

1. Ποια από τις πέντε πιο κάτω αποστάσεις δεν ισούται με το μήκος κύματος (λ);

Απάντηση:

Από την μπαλίτσα 4 στην μπαλίτσα 10.

Ερώτηση:

2. Πόση είναι η μετατόπιση της μπαλίτσας 5 μετά από χρόνο 1 s ($\frac{T}{2}$);

Απάντηση:

Μηδέν

Ερώτηση:

3. Στην περίπτωση που η περίοδος είναι 2 s , πόση είναι η συχνότητα σε Hz;

Απάντηση:

0,5 Hz.

Ερώτηση:

4. Η σχέση που συνδέει την περίοδο T με τη συχνότητα f είναι:

Απάντηση:

$$T = \frac{1}{f}.$$

Ερώτηση:

5. Σκεφτείτε με τι θα ισούται ο χρόνος Δt στην περίπτωση που επιλέγουμε $\Delta x = \lambda$. Αν συνδυάσουμε και τη σχέση της προηγούμενης ερώτησης, με τι θα ισούται η ταχύτητα διάδοσης;

Απάντηση:

$$u = \lambda \cdot f$$

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Πόσο είναι το μήκος κύματος ραδιοσταθμού που εκπέμπει στη συχνότητα των 94,8 MHz



$(94,8 \cdot 10^6 \text{ Hz})$;

Απάντηση:

3,16 m.

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η μια άκρη ενός οριζόντιου τεντωμένου σχοινού είναι δεμένη σε ένα σημείο ενώ η άλλη τίθεται σε ταλάντωση τη χρονική στιγμή $t = 0$. Ποιο από τα πιο κάτω διαγράμματα παρουσιάζει την εικόνα (στιγμιότυπο) του κύματος τη χρονική στιγμή $t = \frac{5T}{4}$;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι: Γ.

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Την χρονική στιγμή t το στιγμιότυπο ενός κύματος που οδεύει προς τα δεξιά φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Ποιο θα είναι το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t + \frac{T}{4}$;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι: Β.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Διαμήκη κύματα

Παρακολουθώντας στην πολυμεσική παρουσίαση το έμβολο στο αριστερό άκρο να ταλαντώνεται δεξιά και αριστερά, παρατηρούμε να δημιουργούνται περιοχές με μεγάλη πυκνότητα μορίων (πυκνώματα) και ενδιάμεσα περιοχές με μικρή πυκνότητα μορίων (αραιώματα) που κινούνται με σταθερή ταχύτητα προς τα δεξιά. Συγκεντρώστε την προσοχή σας σε ένα μόριο του αερίου. Ποια κίνηση εκτελεί;

Απάντηση:

Ταλαντώνεται δεξιά αριστερά και το κέντρο της ταλάντωσης παραμένει ακίνητο.

Ερώτηση:

Όπως είδαμε πιο πάνω τα μόρια ταλαντώνονται οριζόντια και το κύμα κινείται και αυτό οριζόντια. Τα κύματα αυτά, στα οποία η διεύθυνση ταλάντωσης και διάδοσης ταυίζονται ονομάζονται διαμήκη. Στα διαμήκη κύματα εμφανίζονται πυκνώματα και αραιώματα. Τα κύματα που μελετήσαμε



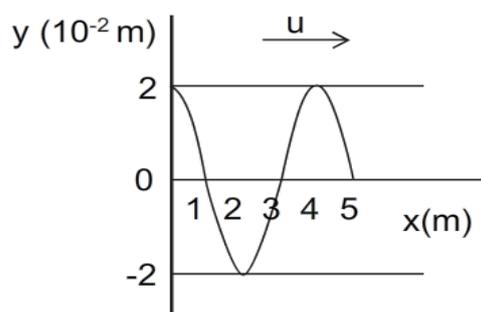
στην προσομοίωση της ενότητας 1 ονομάζονται εγκάρσια. Στα εγκάρσια κύματα η διεύθυνση ταλάντωσης των μορίων είναι κάθετη στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος. Σε αυτά τα κύματα εμφανίζονται όρη και κοιλάδες. Προσέξτε ξανά την πιο πάνω πολυμεσική παρουσίαση. Ισχύει και στα διαμήκη ότι το μήκος κύματος είναι η απόσταση που προχωρά το κύμα σε χρόνο μιας περιόδου. Ποια απόσταση από τις πιο κάτω είναι ίση με το μήκος κύματος;

Απάντηση:

Από το ένα πύκνωμα μέχρι το επόμενο πύκνωμα

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.1. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

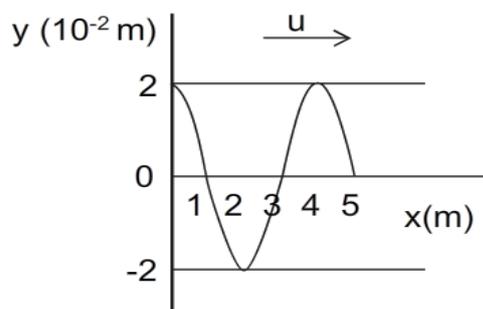


Στο σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο τρέχοντος αρμονικού κύματος που κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα $u = 80 \text{ m/s}$, τη χρονική στιγμή t_0 . Για $t = 0 \text{ s}$ το μέτωπο του κύματος βρίσκεται στη θέση $x = 0 \text{ m}$. Πόσο είναι το μήκος κύματος λ ; Μελετήστε ξανά τι είναι μήκος κύματος.

Απάντηση:

4 m.

3.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων



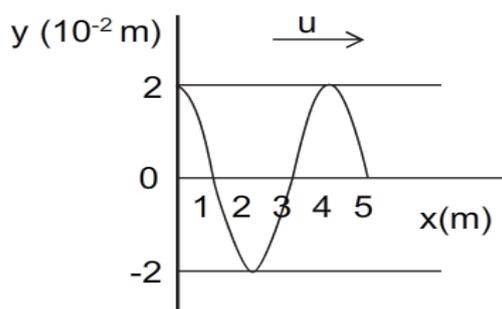


Στο σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο τρέχοντος αρμονικού κύματος που κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα $u = 80 \text{ m/s}$, τη χρονική στιγμή t_0 . Για $t = 0 \text{ s}$ το μέτωπο του κύματος βρίσκεται στη θέση $x = 0 \text{ m}$. Πόση είναι η συχνότητα f ;

Απάντηση:

20 Hz.

3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

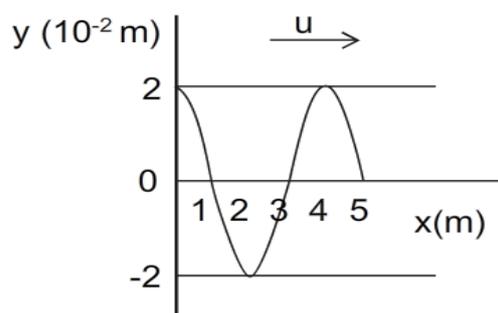


Στο σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο τρέχοντος αρμονικού κύματος που κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα $u = 80 \text{ m/s}$, τη χρονική στιγμή t_0 . Για $t = 0 \text{ s}$ το μέτωπο του κύματος βρίσκεται στη θέση $x = 0 \text{ m}$. Πόσος είναι ο χρόνος t_0 ;

Απάντηση:

0,0625 s.

3.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων



Στο σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο τρέχοντος αρμονικού κύματος που κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα $u = 80 \text{ m/s}$, τη χρονική στιγμή t_0 . Για $t = 0 \text{ s}$ το μέτωπο του κύματος βρίσκεται στη θέση $x = 0 \text{ m}$.

Απάντηση:

0,02 m.

**3.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων**

Η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο διαδίδεται. Η συχνότητα του κύματος είναι ίση με τη συχνότητα ταλάντωσης της πηγής του κύματος. Μια ηχητική πηγή ταλαντώνεται με συχνότητα $f = 500 \text{ Hz}$. Το διάμηκες κύμα που δημιουργείται ταξιδεύει στον αέρα με ταχύτητα $v_1 = 340 \text{ m/s}$ και στη συνέχεια περνά μέσα σε ένα στερεό και κινείται με ταχύτητα $v_2 = 3v_1$ (δηλαδή $v_2 = 1020 \text{ m/s}$). Να υπολογίσετε τη συχνότητα f_1 του κύματος στον αέρα.

Απάντηση:

500 Hz.

3.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο διαδίδεται. Η συχνότητα του κύματος είναι ίση με τη συχνότητα ταλάντωσης της πηγής του κύματος. Μια ηχητική πηγή ταλαντώνεται με συχνότητα $f = 500 \text{ Hz}$. Το διάμηκες κύμα που δημιουργείται ταξιδεύει στον αέρα με ταχύτητα $v_1 = 340 \text{ m/s}$ και στη συνέχεια περνά μέσα σε ένα στερεό και κινείται με ταχύτητα $v_2 = 3v_1$ (δηλαδή $v_2 = 1020 \text{ m/s}$). Να υπολογίσετε τη συχνότητα f_2 του κύματος μέσα στο στερεό.

Απάντηση:

500 Hz.

3.14. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο διαδίδεται. Η συχνότητα του κύματος είναι ίση με τη συχνότητα ταλάντωσης της πηγής του κύματος. Μια ηχητική πηγή ταλαντώνεται με συχνότητα $f = 500 \text{ Hz}$. Το διάμηκες κύμα που δημιουργείται ταξιδεύει στον αέρα με ταχύτητα $v_1 = 340 \text{ m/s}$ και στη συνέχεια περνά μέσα σε ένα στερεό και κινείται με ταχύτητα $v_2 = 3v_1$ (δηλαδή $v_2 = 1020 \text{ m/s}$). Να βρείτε: Το μήκος κύματος λ_1 μέσα στον αέρα.

Απάντηση:

0,68 m.

3.15. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο διαδίδεται. Η

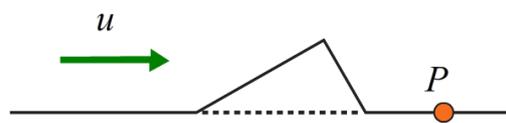


συχνότητα του κύματος είναι ίση με τη συχνότητα ταλάντωσης της πηγής του κύματος. Μια ηχητική πηγή ταλαντώνεται με συχνότητα $f = 500 \text{ Hz}$. Το διάμηκες κύμα που δημιουργείται ταξιδεύει στον αέρα με ταχύτητα $v_1 = 340 \text{ m/s}$ και στη συνέχεια περνά μέσα σε ένα στερεό και κινείται με ταχύτητα $v_2 = 3v_1$ (δηλαδή $v_2 = 1020 \text{ m/s}$). Να υπολογίσετε το μήκος κύματος λ_2 μέσα στο στερεό.

Απάντηση:

2,04 m.

3.16. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής



Μια διαταραχή μεταδίδεται κατά μήκος ενός τεντωμένου σχοινιού με ταχύτητα u όπως φαίνεται στο σχήμα. Ποια από τις γραφικές παραστάσεις του σχήματος αντιπροσωπεύει τη μετατόπιση y του σημείου P με το χρόνο;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι: Γ.



5.10 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ03_Βασικές έννοιες της κβαντικής Φυσικής και του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 3
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ03_Βασικές έννοιες της κβαντικής Φυσικής και του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, h , Planck, φωτόνια, ακτίνες X, μέλαν σώμα, ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, ένταση ακτινοβολίας, θερμοκρασία πηγής, κβάντα ενέργειας, σωματιδιακή φύση, κυματική φύση, μεταβολή θερμοκρασίας, μήκος κύματος, σταθερά του Planck, ακτίνες γ, ορατό φάσμα, υπεριώδης ακτινοβολία, μικροκύματα, ραδιοκύματα, ταχύτητα διάδοσης, μεταλλάξεις, επιβλαβής ακτινοβολία, τέλος μαθήματος, κβαντική φυσική.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Βασικές έννοιες της κβαντικής (ιδιότητες μέλανος σώματος, κβαντική θεωρία του Planck) • Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Γνωρίζουν και να αναφέρουν τα βασικά σημεία της κβαντικής θεωρίας του Planck , δηλαδή ότι τα άτομα συμπεριφέρονται ως ταλαντωτές που ο καθένας έχει χαρακτηριστική συχνότητα ταλάντωσης ν καθώς και ότι



	α) ο ταλαντωτής δεν μπορεί να έχει οποιαδήποτε ενέργεια αλλά μόνον ενέργειες που δίνονται από τον τύπο $E = nhf$, όπου n ακέραιος αριθμός και h μια σταθερά γνωστή ως σταθερά του Planck β) οι ταλαντωτές δεν ακτινοβολούν ενέργεια κατά συνεχή τρόπο αλλά κατά άλματα, κατά κβάντα.
ΔΣ2	Ορίζουν τα κβάντα φωτός ή φωτόνια.
ΔΣ3	Αναγνωρίζουν ότι το φως είναι μέρος ενός ευρύτερου ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.
ΔΣ4	Γνωρίζουν και να αναφέρουν χαρακτηριστικές ιδιότητες και εφαρμογές των μικροκυμάτων, ραδιοφωνικών κυμάτων και των ακτίνων Χ.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Ιδιότητες μέλανος σώματος

Ερώτηση:

Σαν μέλαν (μαύρο) σώμα θεωρούμε το σώμα εκείνο, που απορροφά όλο το φως που χτυπά πάνω του, χωρίς να αντανακλά ούτε ένα ελάχιστο ποσοστό από αυτό. Η προσομοίωση που μόλις τρέξατε είναι μια αναπαράσταση του μέλανος σώματος. Από τη μικρή οπή που διαθέτει το κουτί μπαίνει μια φωτεινή ακτίνα, που ανακλάται διαδοχικά πάνω στα εσωτερικά τοιχώματά του. Η οπή είναι τόσο στενή, που η πιθανότητα εξόδου της ακτίνας από το κουτί είναι αμελητέα. Αν δεχθούμε ότι η ακτίνα περικλείει ενέργεια (φωτεινή ενέργεια), μετά από την απορρόφησης της σε τι μορφή ενέργειας θα μετατραπεί;

Απάντηση:

Θερμότητα

Ερώτηση:

2. Τι θα συμβεί με τη θερμοκρασία του κουτιού, αν μέσα από την οπή περνούν συνεχώς φωτεινές ακτίνες;

**Απάντηση:**

Θα αυξάνεται και μετά θα παραμένει σταθερή.

Ερώτηση:

3. Όπως καταλήξαμε πιο πάνω, από την απάντηση της ερώτησης 2, η θερμοκρασία αυξάνεται και μετά παραμένει σταθερή. Αυτό σημαίνει ότι όταν η θερμοκρασία σταθεροποιηθεί, μέσα από την οπή πρέπει να εξέρχεται μέσα σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα:

Απάντηση:

Ακτινοβολία της ίδιας ενέργειας με αυτή που εισέρχεται.

Ερώτηση:

4. Το φως, όπως μάθαμε στο κεφάλαιο με τα κύματα, έχει κυματικές ιδιότητες. Είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Ένα σώμα που βρίσκεται σε πιο ψηλή θερμοκρασία από το περιβάλλον του εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, που αποτελείται από πολλά μήκη κύματος (ηλεκτρομαγνητικό φάσμα). Με άλλα λόγια, το φως που εκπέμπεται από μια θερμή φωτεινή πηγή δεν είναι μονοχρωματικό (ενός μήκος κύματος), αλλά αποτελείται από πολλά μήκη κύματος, που οι τιμές τους είναι πολύ κοντά ή μια με την άλλη. Ως ένταση J της ακτινοβολίας ονομάζουμε το πηλίκο της ενέργειας E της ακτινοβολίας που περνά από μια επιφάνεια S σε χρόνο t προς το γινόμενο St . Δηλαδή: $J = \frac{E}{St}$ Από τη προσομοίωση 1, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία της πηγής, το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στη μέγιστη ένταση:

Απάντηση:

Ελαττώνεται

1.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία της πηγής, η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπει:

Απάντηση:

Αυξάνεται

1.3 Κβαντική θεωρία του Planck – 1**Ερώτηση:**

1. Φανταστείτε ένα ταλαντωτή ενός μέλανος σώματος, που μπορεί να πάρει τις πιο κάτω τιμές



ενέργειας σε αυθαίρετες μονάδες μέτρησης. $E_n = n \cdot 6$, όπου n ακέραιος αριθμός (1, 2, 3, 4, ...) Τα φωτόνια που εκπέμπονται θα έχουν κάποιες συγκεκριμένες τιμές ενέργειας. Ποια από τις ακόλουθες τιμές ενέργειας δεν ανήκει σε φωτόνιο που εκπέμπει ο πιο πάνω ταλαντωτής;

Απάντηση:

3

Ερώτηση:

2. Μονοχρωματική φωτεινή πηγή είναι η πηγή που εκπέμπει φωτόνια ενός μόνο μήκους κύματος. Μια τέτοια πηγή εκπέμπει N φωτόνια μήκους κύματος λ το καθένα, μέσα σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Αν η συνολική ενέργεια των φωτονίων αυτών είναι E , ποια σχέση μας δίνει την τιμή του N ;

Απάντηση:

$$\frac{E\lambda}{hc}$$

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποσότητα νερού μάζας m δέχεται μια δέσμη που αποτελείται από N φωτόνια μήκους κύματος λ . Από αυτά, το 8% απορροφάται από το νερό και μετατρέπεται σε θερμότητα, ενώ τα υπόλοιπα ανακλώνται ή διαπερνούν το νερό και εξέρχονται. Αν γνωρίζετε την ειδική θερμοχωρητικότητα C_v του νερού, την ταχύτητα c του φωτός και τη σταθερά h του Planck, να υπολογίσετε την αύξηση $\Delta\theta$ της θερμοκρασίας του νερού.

Απάντηση:

$$\Delta\theta = \frac{100Nhc}{8\lambda C_v m}$$

1.5 Κβαντική θεωρία του Planck – 2

Ερώτηση:

1. Πόσο θα αυξηθεί η θερμοκρασία του σώματος Σ όταν απορροφήσει ένα μόνο φωτόνιο; Να δεχθείτε ότι δεν χάνεται θερμότητα από το Σ προς το περιβάλλον και ότι το Σ είναι πολύ καλός αγωγός της θερμότητας έτσι ώστε η θερμότητα που παράγεται από την απορρόφηση του φωτονίου να μεταφέρεται αμέσως σε όλα τα σημεία του. Δίνονται: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $\lambda = 6,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, ειδική θερμοχωρητικότητα Σ : $C_\Sigma = 300 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, Μάζα Σ : $m = 1 \text{ kg}$

**Απάντηση:**

$$\Delta\theta = 10^{-21} \text{ C}$$

Ερώτηση:

2. Αν διαθέτουμε ένα θερμόμετρο που να μπορεί να μετρά θερμοκρασίες της τάξης των 10^{-21} C , ποια από τις πιο κάτω γραφικές παραστάσεις θα αντιπροσωπεύει τη μεταβολή της θερμοκρασίας θ του Σ με το χρόνο t καθώς απορροφά ένα ένα τα φωτόνια;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το: Α.

Ερώτηση:

3. Όπως ξέρουμε, η ακρίβεια στις μετρήσεις της θερμοκρασίας δεν είναι τόσο μεγάλη (10^{-21} C). Αν υποθέσουμε ότι η ακρίβεια του θερμομέτρου είναι της τάξης του ενός βαθμού κελσίου, ποια από τις πιο κάτω γραφικές παραστάσεις θα αντιπροσωπεύει τη μεταβολή της θερμοκρασίας θ του Σ με το χρόνο t καθώς απορροφά ένα ένα τα φωτόνια;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το: Γ.

Ερώτηση:

4. Όπως είδαμε πιο πάνω, αντιλαμβανόμαστε την θερμοκρασία του Σ να αυξάνει με συνεχή τρόπο. Δηλαδή δεν μπορούμε να αντιληφθούμε τη μεταβολή της θερμοκρασίας με άλματα ούτε με τις αισθήσεις μας αλλά ούτε και με τα πιο ευαίσθητα θερμόμετρα. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι:

Απάντηση:

Το κάθε φωτόνιο προσφέρει στο Σ ελάχιστη, για τα ανθρώπινα δεδομένα, ενέργεια

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.1 Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα****Ερώτηση:**

1. Σε πόσες κατηγορίες ακτινοβολίας θα μπορούσαμε να διαχωρίσουμε το ηλεκτρομαγνητικό



φάσμα; Καταγράψτε τον τρόπο αξιοποίησης της κάθε κατηγορίας στην καθημερινή ζωή;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα χωρίζεται σε 7 κατηγορίες: 1. Ακτίνες γ (μελέτη της δομής της ύλης), 2. Ακτίνες x (ιατρική: ακτινογραφίες), 3. Υπεριώδης ακτινοβολία (μαύρισμα από τον ήλιο), 4. Ορατό φως (όραση), 5. Υπέρυθρη ακτινοβολία (δημιουργία θερμικών διαγραμμάτων για νυκτερινές λήψεις), 6. Μικροκύματα (μαγείρεμα, μελέτη δομής γειτονικών γαλαξιών), 7. Ραδιοκύματα (μετάδοση ραδιοφωνικού σήματος, μελέτη της σύστασης των αστερών)

Ερώτηση:

2. Σε ποιες από αυτές τις ακτινοβολίες εκτίθεται ο ανθρώπινος οργανισμός καθημερινά;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ακτίνες γ, υπεριώδης ακτινοβολία, ορατό φως, ραδιοκύματα.

2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Όπως φαίνεται στην εικόνα το ορατό μέρος του φάσματος κατέχει ένα πολύ μικρό μέρος του φάσματος. Ποιας ακτινοβολίας φωτόνιο τρέχει στο κενό με τη μεγαλύτερη ταχύτητα;

Απάντηση:

Καμιάς

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποιας ορατής ακτινοβολίας φωτόνιο έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια;

Απάντηση:

Της ιώδους.

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Τα φωτόνια μεγάλης ενέργειας μπορούν να δημιουργήσουν μεταλλάξεις στα γεννητικά κύτταρα με πιθανότητα τερατογένεσης. Κινδυνεύουμε περισσότερο από αυτό το ενδεχόμενο, αν εκτεθούμε σε: Ποια ακτινοβολία αποτελείται από φωτόνια που έχουν το μικρότερο μήκος κύματος και άρα τη μεγαλύτερη ενέργεια;

Απάντηση:

Ακτίνες



5.11 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ04_Ορισμός του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και ερμηνεία του_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 4
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ04_Ορισμός του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και ερμηνεία του_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	εισαγωγή, ηλεκτρόνιο, δυναμικές ηλεκτρικές γραμμές, παράλληλη κίνηση, κινητική ενέργεια, ταχύτητα ηλεκτρονίου, κάθοδος, άνοδος, ηλεκτρικό πεδίο, ανοδική τάση, ηλεκτρόνιο, δυναμικές γραμμές, ατομική φυσική, ηλεκτρονιοβόλτ, κρυσταλλικό πλέγμα, ελεύθερα ηλεκτρόνια, θετικά ιόντα, διαφυγή ηλεκτρονίου, επιφάνεια μετάλλου, ελεύθερο ηλεκτρόνιο, έργο εξαγωγής, ενέργεια, διαφυγή ηλεκτρονίων, ελκτικές δυνάμεις, εξαγωγή ηλεκτρονίων, θερμοκρασία, ηλεκτρόνια, θερμοιονική εκπομπή, φωτοηλεκτρική εκπομπή, προσπίπτουσα ακτινοβολία, φωτόνια, φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, μέγιστη κινητική ενέργεια, οριακή συχνότητα, τάση αποκοπής, φωτοηλεκτρικό πείραμα, τέλος μαθήματος..
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Κίνηση ηλεκτρικών φορτίων μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο • Μέθοδοι εξαγωγής ηλεκτρονίων από τα μέταλλα • Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Κατανοούν και να περιγράψουν τρόπους εξαγωγής ηλεκτρονίων από τα μέταλλα.
ΔΣ2	Ορίζουν το έργο εξαγωγής ενός μετάλλου και τη μονάδα μέτρησης της ενέργειας eV.
ΔΣ3	Εξηγούν το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο με βάση τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein.
ΔΣ4	Εξηγούν την ύπαρξη οριακής συχνότητας (συχνότητα κατωφλίου) για ένα μέταλλο, κάτω από την οποία είναι αδύνατη η εξαγωγή ηλεκτρονίων ανεξάρτητα από την τιμή της έντασης της ακτινοβολίας και να εξάγουν την αντίστοιχη σχέση.



Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ

1.1. Κίνηση ηλεκτρονίου παράλληλα με τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές 1

Ερώτηση:

1. Ηλεκτρόνιο βάλλεται παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου. Αν η αρχική ταχύτητα του ηλεκτρονίου έχει την ίδια φορά με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου, η κίνηση του ηλεκτρονίου θα είναι:

Απάντηση:

Ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη

Ερώτηση:

2. Ηλεκτρόνιο βάλλεται παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου. Αν η αρχική ταχύτητα του ηλεκτρονίου έχει αντίθετη φορά με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου, η κίνηση του ηλεκτρονίου θα είναι:

Απάντηση:

Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη.

1.3. Κίνηση ηλεκτρονίου παράλληλα με τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές 2

Ερώτηση:

1. Να προσδιοριστεί η κινητική ενέργεια, με την οποία το ηλεκτρόνιο θα κτυπήσει στην απέναντι πλάκα, αν η φορά των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών είναι ίδια με τη φορά της κίνησης του ηλεκτρονίου.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$W = \Delta E_K \Rightarrow -qV = E_{K, \text{τελική}} - \frac{1}{2} m u_0^2 \Rightarrow E_{K, \text{τελική}} = \frac{1}{2} m u_0^2 - qV$$

**Ερώτηση:**

2. Να προσδιοριστεί η κινητική ενέργεια, με την οποία το ηλεκτρόνιο θα κτυπήσει στην απέναντι πλάκα, αν η φορά των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών είναι αντίθετη της φοράς της κίνησης του ηλεκτρονίου.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$W = \Delta E_K \Rightarrow q V = E_{K, \text{τελική}} - \frac{1}{2} m u_0^2 \Rightarrow E_{K, \text{τελική}} = \frac{1}{2} m u_0^2 + q V$$

Ερώτηση:

3. Να εργαστείτε με τον ίδιο τρόπο και να αποδείξετε ότι η τελική κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου δίνεται (για κάθε περίπτωση) από τις σχέσεις:

$$E_k^{\text{τελική}} = E_k^{\text{αρχική}} \pm V_{AB} \cdot q e^-$$

Ενδεικτική Απάντηση:

$$\left. \begin{array}{l} W = F \Delta x \text{ συν}\theta \\ F = q E \\ E = \Delta V / \Delta x \end{array} \right\} \Rightarrow W = q \Delta V \text{ συν}\theta$$

$$\left. \begin{array}{l} W = \Delta E_K \Rightarrow q \Delta V \text{ συν}\theta = E_{K, \text{τελική}} - E_{K, \text{αρχική}} \\ \theta = 0 \text{ ή } 180^\circ \Rightarrow \text{συν}\theta = \pm 1 \end{array} \right\} \Rightarrow E_{K, \text{τελική}} = E_{K, \text{αρχική}} \pm q \Delta V$$

1.4. Κίνηση ηλεκτρονίου σε ηλεκτρικό πεδίο – Εφαρμογή**Ερώτηση:**

1. Η αρχική ταχύτητα με την οποία το ηλεκτρόνιο εισέρχεται σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο είναι 40 m/s. Αν η φορά των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών είναι ομόρροπη με τη φορά κίνησης του ηλεκτρονίου, να υπολογίσετε την ανοδική τάση (τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου), έτσι ώστε το ηλεκτρόνιο να φτάνει στην άνοδο με μηδενική ταχύτητα. Δίνεται το φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ και η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Ενδεικτική Απάντηση:

$$W = \Delta E_K \Rightarrow q \Delta V \text{ συν}180^\circ = E_{K, \text{τελική}} - E_{K, \text{αρχική}}$$

$$\Rightarrow -q \Delta V = 0 - \frac{1}{2} m u_0^2$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{m u_0^2}{2 q}$$

**Ερώτηση:**

2. Η ανοδική τάση V (τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου) κατά τη διεξαγωγή ενός πειράματος βρέθηκε ότι είναι $V = -5 \text{ V}$. Να υπολογίσετε την αρχική ταχύτητα με την οποία το ηλεκτρόνιο εισέρχεται στο πεδίο, παράλληλα και αντίρροπα με τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές και η ταχύτητα με την οποία φτάνει στην άνοδο ισούται με 40 m/s . Δίνεται το φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ και η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$\begin{aligned}
 W &= \Delta E_K \Rightarrow q \Delta V \text{ συν} 0 = E_{K, \text{τελική}} - E_{K, \text{αρχική}} \\
 \Rightarrow q \Delta V &= \frac{1}{2} m u^2 - \frac{1}{2} m u_0^2 \\
 \Rightarrow u_0 &= \sqrt{u^2 - \frac{2 q V}{m}}
 \end{aligned}$$

Ερώτηση:

3. Να επιλέξετε τη σχέση που δίνει την ανοδική τάση V για ένα ηλεκτρόνιο που εισέρχεται σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο παράλληλα και ομόρροπα με τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές, και φτάνει στην άνοδο με μηδενική ταχύτητα:

Απάντηση:

$$V = \frac{E_{\text{καρχ}}}{q}$$

1.5. Μονάδα ενέργειας eV**Ερώτηση:**

Σε πόσα Joule αντιστοιχεί το 1 eV ;

Απάντηση:

$$1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

1. Η κινητική ενέργεια ενός σωματιδίου είναι -4620 eV . Να βρεθεί η ενέργειά του σε Joule.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$



$$E_K = -4620 \text{ eV} = -4620 (1,6 \times 10^{-19}) = -7,392 \times 10^{-16} \text{ J}$$

Ερώτηση:

2. Η κινητική ενέργεια ενός σωματιδίου είναι $-2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$. Να βρεθεί η ενέργειά του σε eV.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$1 \text{ J} = 0,625 \times 10^{19} \text{ eV}$$

$$E_K = -2,18 \times 10^{-18} = (-2,18 \times 10^{-18})(0,625 \times 10^{19}) = -13,625 \text{ eV}$$

Ερώτηση:

3. Η αρχική κινητική ενέργεια ενός ηλεκτρονίου είναι 13,58 eV όταν κινηθεί σε διαφορά δυναμικού 2 V. Να υπολογιστεί η τελική κινητική ενέργειά του (όταν κινηθεί προς υψηλότερο δυναμικό).

Ενδεικτική Απάντηση:

Κίνηση προς υψηλότερο δυναμικό: Κίνηση αντίθετα με τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές.

$$\begin{aligned} W = \Delta E_K \Rightarrow q \Delta V \text{ συν}0 &= E_{K,\text{τελική}} - E_{K,\text{αρχική}} \\ \Rightarrow E_{K,\text{τελική}} &= E_{K,\text{αρχική}} + q \Delta V \end{aligned}$$

Ερώτηση:

4. Η αρχική κινητική ενέργεια ενός ηλεκτρονίου είναι 13,58 eV όταν κινηθεί σε διαφορά δυναμικού 2 V. Να υπολογιστεί η τελική κινητική ενέργειά του (όταν κινηθεί προς χαμηλότερο δυναμικό).

Ενδεικτική Απάντηση:

Κίνηση προς χαμηλότερο δυναμικό: Κίνηση ομόρροπα με τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές.

$$\begin{aligned} W = \Delta E_K \Rightarrow q \Delta V \text{ συν}180 &= E_{K,\text{τελική}} - E_{K,\text{αρχική}} \\ \Rightarrow E_{K,\text{τελική}} &= E_{K,\text{αρχική}} - q \Delta V \end{aligned}$$

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.2. Διαφυγή ηλεκτρονίων****Ερώτηση:**

1. Προς τα πού θα κινηθεί το 'ελεύθερο' ηλεκτρόνιο που εξέρχεται από την επιφάνεια του μετάλλου;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Αρχικά θα αιωρηθεί πάνω από την επιφάνεια του μετάλλου και στη συνέχεια θα κινηθεί ξανά προς αυτή.

Ερώτηση:

2. Παρατηρήστε την κίνηση των ηλεκτρονίων και να αναφέρετε κατά πόσο τα διάφορα ηλεκτρόνια φτάνουν στην ίδια απόσταση από την επιφάνεια του μετάλλου πριν επιστρέψουν.

Ενδεικτική Απάντηση:

Κάποια ηλεκτρόνια απομακρύνονται περισσότερο και κάποια λιγότερο από την επιφάνεια του μετάλλου.

2.3. Έργο εξαγωγής 1**Ερώτηση:**

Παρατηρήστε την κίνηση των ηλεκτρονίων που βγαίνουν από την επιφάνεια του μετάλλου. Κρίνετε κατά πόσο χρειάζονται να απορροφήσουν όλα το ίδιο ποσό ενέργειας, ώστε να εγκαταλείψουν οριστικά την επιφάνεια του μετάλλου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όλα τα ηλεκτρόνια χρειάζεται να απορροφήσουν το ίδιο ποσό ενέργειας για να εγκαταλείψουν το μέταλλο. Αυτή η ενέργεια εξαρτάται μόνο από το είδος του μετάλλου.

2.4. Έργο εξαγωγής 2**Ερώτηση:**

1. Δοκιμάστε διάφορες τιμές ενέργειας που δίνονται στο σχετικό πίνακα, η οποία απορροφάται από τα ηλεκτρόνια, και βρείτε για ποια τιμή της ενέργειας εμφανίζονται ηλεκτρόνια να απομακρύνονται μόνιμα από το μέταλλο για πρώτη φορά.

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα ηλεκτρόνια απομακρύνονται μόνιμα από το μέταλλο για πρώτη φορά όταν η ενέργεια ισούται με 4 eV.

Ερώτηση:

2. Δοκιμάστε να τρέξετε ξανά την προσομοίωση. Χρησιμοποιείστε τιμές ενέργειας, η οποία



απορροφάται από τα ηλεκτρόνια (1,2,3 eV) που δίνονται στο σχετικό πίνακα. Στη συνέχεια παρατηρήστε τη συμπεριφορά των ηλεκτρονίων και επιλέξτε την ορθή απάντηση:

Απάντηση:

Κανένα ηλεκτρόνιο δεν απομακρύνεται μόνιμα από το μέταλλο, αλλά όλα επιστρέφουν και πάλι σ' αυτό.

Ερώτηση:

3. Δοκιμάστε να τρέξετε ξανά την προσομοίωση. Χρησιμοποιείτε τιμές ενέργειας, η οποία απορροφάται από τα ηλεκτρόνια (4,5,6 eV) που δίνονται στο σχετικό πίνακα. Στη συνέχεια παρατηρήστε τη συμπεριφορά των ηλεκτρονίων και επιλέξτε την ορθή απάντηση:

Απάντηση:

Όλα τα ηλεκτρόνια απομακρύνονται μόνιμα από το μέταλλο.

2.5. Μέθοδοι εξαγωγής ηλεκτρονίων από μέταλλα – 1

Ερώτηση:

Συζητήστε κατά πόσο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένας ανάλογος τρόπος, ώστε να εξαχθούν ηλεκτρόνια από την επιφάνεια ενός μετάλλου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ένας ανάλογος τρόπος εξαγωγής ηλεκτρονίων από την επιφάνεια του μετάλλου θα ήταν η εφαρμογή εξωτερικής δύναμης από ένα εξωτερικό ηλεκτρικό πεδίο.

2.6. Μέθοδοι εξαγωγής ηλεκτρονίων από μέταλλα – 2

Ερώτηση:

Συγκρίνετε τις δύο πολυμεσικές παρουσιάσεις. Τι κοινό έχουν μεταξύ τους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το κοινό ανάμεσα στις δυο πολυμεσικές παρουσιάσεις είναι ότι μια εξωτερική δύναμη αποκολλά το μπαλάκι/ηλεκτρόνιο από τη ρακέτα/το μέταλλο. Και στις δυο περιπτώσεις αυτή η δύναμη είναι μεγαλύτερη από τις ελκτικές δυνάμεις που ασκούνται στη μπαλίτσα και το ηλεκτρόνιο.



2.7. Μέθοδοι εξαγωγής ηλεκτρονίων από μέταλλα – 3

Ερώτηση:

Συγκρίνετε την κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων σε σχέση με τη θερμοκρασία του μετάλλου. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του μετάλλου, τόσο αυξάνεται και η κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων.

2.8. Μέθοδοι εξαγωγής ηλεκτρονίων από μέταλλα – 4

Ερώτηση:

Συγκρίνετε τις δύο πολυμεσικές παρουσιάσεις. Τι κοινό έχουν μεταξύ τους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το κοινό ανάμεσα στις δυο πολυμεσικές παρουσιάσεις είναι το γεγονός ότι η μπαλίτσα/το ηλεκτρόνιο αποκολλάται από τη ρακέτα/το μέταλλο λόγω της αύξησης της κινητικής της/του ενέργειας, εξ' αιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας.

2.9. Μέθοδοι εξαγωγής ηλεκτρονίων από μέταλλα – 5

Ερώτηση:

Συγκρίνετε τις δύο πολυμεσικές παρουσιάσεις. Τι κοινό έχουν μεταξύ τους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το κοινό ανάμεσα στις δυο πολυμεσικές παρουσιάσεις είναι το γεγονός ότι η μπαλίτσα/το ηλεκτρόνιο αποκολλάται από τη ρακέτα/το μέταλλο λόγω της αύξησης της κινητικής της/του ενέργειας, εξ' αιτίας βομβαρδισμού με μια δέσμη φωτονίων.

**ΕΝΟΤΗΤΑ 3****3.1. Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο – 1****Ερώτηση:**

1. Τι συμβαίνει στην περίπτωση που τα φωτόνια που προσπίπτουν στην επιφάνεια του μετάλλου έχουν ενέργεια μικρότερη από το έργο εξαγωγής του μετάλλου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα ηλεκτρόνια παραμένουν στο εσωτερικό του μετάλλου.

Ερώτηση:

2. Τι συμβαίνει στην περίπτωση που τα φωτόνια που προσπίπτουν στην επιφάνεια του μετάλλου έχουν ενέργεια μεγαλύτερη από το έργο εξαγωγής του μετάλλου;

- Θα καταφέρουν κάποια ηλεκτρόνια να απομακρυνθούν μόνιμα από το μέταλλο;
- Όλα τα ηλεκτρόνια που θα απορροφήσουν ενέργεια θα απομακρυνθούν ή όχι από το μέταλλο;
- Όλα τα ηλεκτρόνια που απομακρύνονται από το μέταλλο θα έχουν την ίδια κινητική ενέργεια;
- Ποια είναι η μέγιστη κινητική ενέργεια ή οι κινητικές ενέργειες των ηλεκτρονίων, όταν θα έχουν εγκαταλείψει οριστικά το μέταλλο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όσα από τα ηλεκτρόνια απορροφήσουν ενέργεια μεγαλύτερη του έργου εξαγωγής του μετάλλου, θα απομακρυνθούν μόνιμα από το μέταλλο. Εντούτοις, δεν έχουν όλα τα φωτοηλεκτρόνια την ίδια μέγιστη κινητική ενέργεια. Η τιμή της μέγιστης κινητικής ενέργειας δίνεται από τη σχέση:

$$E_{κ, \text{ μέγιστη}} = E_{\text{φωτονίου}} - b$$

Ερώτηση:

3. Τι συμβαίνει στην περίπτωση που τα φωτόνια που προσπίπτουν στην επιφάνεια του μετάλλου έχουν ενέργεια ακριβώς ίση με το έργο εξαγωγής του μετάλλου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα φωτοηλεκτρόνια μόλις που καταφέρνουν να διαφύγουν από το μέταλλο (αιωρούνται πάνω από την επιφάνεια του μετάλλου) με μηδενική κινητική ενέργεια.

**Ερώτηση:**

4. Ποια είναι η μέγιστη κινητική ενέργεια ή οι κινητικές ενέργειες των ηλεκτρονίων, όταν θα έχουν εγκαταλείψει οριστικά το μέταλλο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Σχεδόν μηδενική.

3.3. Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο – 3**Ερώτηση:**

1. Προσδιορίστε την τελική κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων στην περίπτωση που η ενέργεια του φωτονίου είναι ίση με το έργο εξαγωγής.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_k = 0$$

Ερώτηση:

2. Να δείξετε ότι η οριακή συχνότητα και το οριακό μήκος κύματος δίνονται από τις σχέσεις $f_{op} = \frac{b}{h}$ και $\lambda_{op} = \frac{hc}{b}$.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_k = E_\varphi - b \Rightarrow 0 = h f_{op} - b \Rightarrow f_{op} = b / h$$

$$E_k = E_\varphi - b \Rightarrow 0 = h c / \lambda_{op} - b \Rightarrow \lambda_{op} = h c / b$$

3.4. Εισαγωγή της τάσης αποκοπής**Ερώτηση:**

1. Χρησιμοποιώντας τη φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein να προσδιορίσετε την τάση αποκοπής.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_k = E_\varphi - b \Rightarrow V_{\text{απ}} q = E_\varphi - b \Rightarrow V_{\text{απ}} = (E_\varphi - b) / q$$

Ερώτηση:

2. Η κινητική ενέργεια ενός ηλεκτρονίου είναι 6 eV. Να υπολογιστεί η τάση αποκοπής.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

$$E_K = q V_{\text{απ}} \Rightarrow V_{\text{απ}} = E_K / q$$

3.5. Η φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein – εφαρμογή**Ερώτηση:**

1. Δίνεται η φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein ($E_K^{\text{max}} = E_\varphi - b$) στη μορφή που φαίνεται στο πιο πάνω σχήμα, καθώς και μια σειρά από εικονίδια με τις σχέσεις που συνδέουν τα τρία μεγέθη της εξίσωσης με άλλα φυσικά μεγέθη. Αντιστοιχίστε το κάθε εικονίδιο στην ορθή θέση, έτσι ώστε να σχηματιστεί μια σωστή “πολυεξίσωση”.

Απάντηση:

$$U_{\text{απ}} q_e: \text{Θέση 1 ή Θέση 2}$$

$$h f_{\text{ορ}}: \text{Θέση 5 ή Θέση 6}$$

$$h \frac{c}{\lambda_{\text{ορ}}}: \text{Θέση 5 ή Θέση 6}$$

$$h \frac{c}{\lambda_\varphi}: \text{Θέση 3 ή Θέση 4}$$

$$h f_\varphi: \text{Θέση 3 ή Θέση 4}$$

$$\frac{1}{2} m v_{\text{max}}^2: \text{Θέση 1 ή Θέση 2}$$

Ερώτηση:

2. Όταν φως μήκους κύματος 0,50 μm προσπέσει σε μεταλλική επιφάνεια, εξάγει φωτοηλεκτρόνια που έχουν μέγιστη κινητική ενέργεια 6×10^5 m/s.

α) Υπολογίστε το έργο εξαγωγής σε eV.

β) Υπολογίστε τη συχνότητα κατωφλίου του μετάλλου αυτού.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$A) E_K = E_\varphi - b \Rightarrow E_K = h c / \lambda_{\text{ορ}} - b \Rightarrow b = h c / \lambda_{\text{ορ}} - E_K$$

$$B) E_K = E_\varphi - b \Rightarrow 0 = h f_{\text{ορ}} - b \Rightarrow f_{\text{ορ}} = b / h$$



5.12 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ05_Φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 5
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ05_Φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φύση φωτός, κλασική φυσική, κίνηση ηλεκτρονίων, ηλεκτρόνια, εξίσωση φωτοηλεκτρικού φαινομένου, φωτόνια, έργο εξαγωγής, ηλεκτρομαγνητικό κύμα, φώς, κβάντα φωτός, συχνότητα, μήκος κύματος, φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, νόμος, εκπεμπόμενα φωτοηλεκτρόνια, ένταση φωτός, νόμοι του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, προσπίπτουσα ακτινοβολία, οριακή συχνότητα, συχνότητα κατωφλίου, κινητική ενέργεια, μέγιστη κινητική ενέργεια, έργο εξαγωγής μετάλλου, δέσμη φωτονίων, σταθερά Planck, εκπομπή φωτοηλεκτρονίων, τέταρτος νόμος, φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, αριθμός εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων, ένταση προσπίπτουσας ακτινοβολίας, ένταση ακτινοβολίας, Einstein, φωτοηλεκτρική, φύση φωτός.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Απόψεις της κλασικής φυσικής γύρω από τη φύση του φωτός • Η εξίσωση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου • Πρώτος νόμος του φωτοηλεκτρικού φαινομένου • Δεύτερος νόμος του φωτοηλεκτρικού φαινομένου • Τρίτος νόμος του φωτοηλεκτρικού φαινομένου • Τέταρτος νόμος του φωτοηλεκτρικού φαινομένου



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Κατανοούν και να περιγράφουν τις αδυναμίες της κλασικής Φυσικής για την εξήγηση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.
ΔΣ2	Εξηγούν το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο με βάση τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein.
ΔΣ3	Να γνωρίζουν και να διατυπώνουν τους “νόμους” του φωτοηλεκτρικού φαινομένου
ΔΣ4	Εξηγούν την ύπαρξη οριακής συχνότητας (συχνότητα κατωφλίου) για ένα μέταλλο, κάτω από την οποία είναι αδύνατη η εξαγωγή ηλεκτρονίων ανεξάρτητα από την τιμή της έντασης της ακτινοβολίας και να εξάγουν την αντίστοιχη σχέση

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Απόψεις της κλασικής φυσικής γύρω από τη φύση του φωτός

Ερώτηση:

Περιγράψτε τι παρατηρήσατε ως προς την κίνηση των ηλεκτρονίων.

Ενδεικτική Απάντηση:

Αρχικά τα ηλεκτρόνια παραμένουν ακίνητα, αλλά μετά από λίγη ώρα διαφεύγουν από την επιφάνεια του μετάλλου.

Ερώτηση:

Περιγράψτε τι παρατηρήσατε ως προς την κίνηση των ηλεκτρονίων.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Αρχικά τα ηλεκτρόνια παραμένουν ακίνητα, αλλά μετά από λίγη ώρα διαφεύγουν από την επιφάνεια του μετάλλου.

1.2. Η εξίσωση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου**Ερώτηση:**

Περιγράψτε τι παρατηρείτε να συμβαίνει σε κάθε περίπτωση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Στην 1η περίπτωση δεν συμβαίνει τίποτα. Στη 2η τα παράγονται φωτοηλεκτρόνια με μηδενική κινητική ενέργεια και αιωρούνται πάνω από την επιφάνεια του μετάλλου. Την 3η περίπτωση τα φωτοηλεκτρόνια διαφεύγουν από το μέταλλο με κάποια κινητική ενέργεια.

Ερώτηση:

Περιγράψτε τι παρατηρείτε να συμβαίνει σε κάθε περίπτωση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Στην 1η περίπτωση δεν συμβαίνει τίποτα. Στη 2η τα παράγονται φωτοηλεκτρόνια με μηδενική κινητική ενέργεια και αιωρούνται πάνω από την επιφάνεια του μετάλλου. Την 3η περίπτωση τα φωτοηλεκτρόνια διαφεύγουν από το μέταλλο με κάποια κινητική ενέργεια.

1.3 Νόμοι του φωτοηλεκτρικού φαινομένου –Πρώτος νόμος του**Ερώτηση:**

1. Τι συμπεραίνετε από το αποτέλεσμα της αυξομείωσης των φωτοηλεκτρονίων που εξάγονται από το μέταλλο σε σχέση με το ρυθμό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο αριθμός των φωτοηλεκτρονίων είναι ανάλογος του ρυθμού της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

Ερώτηση:

2. Τι σημαίνει μεγαλύτερη ένταση φωτός για την κβαντική φυσική;

Ενδεικτική Απάντηση:

Στην κβαντική φυσική ένταση ακτινοβολίας σημαίνει αριθμός πακέτων φωτονίων ανά μονάδα χρόνου.

**Ερώτηση:**

3. Νοούμενου ότι ένα ηλεκτρόνιο απορροφά μόνο ένα φωτόνιο, μελετήστε τον πρώτο νόμο του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και εξηγήστε τον.

Ενδεικτική Απάντηση:

Με δεδομένο ότι ένα ηλεκτρόνιο απορροφά μόνο ένα φωτόνιο συνεπάγεται ότι όσο περισσότερα φωτόνια ανά μονάδα χρόνου προσπίπτουν πάνω στην επιφάνεια του μετάλλου, τόσο περισσότερα φωτοηλεκτρόνια παράγονται. Άρα ο ρυθμός παραγωγής φωτοηλεκτρονίων εξαρτάται από την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

1.4 Δεύτερος νόμος του φωτοηλεκτρικού φαινομένου**Ερώτηση:**

Αφού παρακολουθήσετε την πολυμεσική παρουσίαση, προσπαθήστε να εξηγήσετε με δικά σας λόγια το δεύτερο νόμο του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Αν η συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας δεν είναι τέτοια ώστε η ενέργεια της δέσμης να υπερβαίνει το έργο εξαγωγής του μετάλλου, τότε δεν παρατηρείται το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ανεξάρτητα από την ένταση της ακτινοβολίας.

1.5 Τρίτος νόμος του φωτοηλεκτρικού φαινομένου**Ερώτηση:**

1. Σε πόσα διακριτά μέρη θα μπορούσαμε να χωρίσουμε τον τρίτο νόμο του φωτοηλεκτρικού φαινομένου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Σε τρία μέρη: α) Η E_K , μέγιστη εξαρτάται από το είδος του μετάλλου, β) Η E_K , μέγιστη δεν εξαρτάται από την ένταση της ακτινοβολίας, γ) Η E_K , μέγιστη εξαρτάται γραμμικά από τη συχνότητα της ακτινοβολίας.

Ερώτηση:

2. Μελετήστε το πρώτο μέρος του τρίτου νόμου του φωτοηλεκτρικού φαινομένου (Η μέγιστη τιμή της κινητικής ενέργειας των φωτοηλεκτρονίων τη στιγμή που εγκαταλείπουν το μέταλλο εξαρτάται από το είδος του μετάλλου) και εξηγήστε τον με δικά σας λόγια.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη μέγιστη κινητική ενέργεια των παραγόμενων φωτοηλεκτρονίων είναι το έργο εξαγωγής, το οποίο εξαρτάται αποκλειστικά από το είδος του μετάλλου.

Ερώτηση:

3. Μελετήστε το δεύτερο μέρος του τρίτου νόμου του φωτοηλεκτρικού φαινομένου (Η μέγιστη τιμή της κινητικής ενέργειας των φωτοηλεκτρονίων τη στιγμή που εγκαταλείπουν το μέταλλο είναι ανεξάρτητη της έντασης της ακτινοβολίας) και εξηγήστε το με δικά σας λόγια.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η παραγωγή των φωτοηλεκτρονίων δεν εξαρτάται από το ρυθμό πρόσπτωσης των πακέτων φωτονίων, αφού η ενέργεια της προσπίπτουσας δέσμης εξαρτάται μόνο από τη σταθερά Planck και τη συχνότητά της (ή το μήκος κύματος).

Ερώτηση:

4. Τρέξετε την πολυμεσική παρουσίαση, όπως προηγουμένως, για δυο διαφορετικές τιμές της έντασης του φωτός. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όσο αυξάνεται η ένταση του φωτός, τόσο αυξάνεται και ο αριθμός των παραγόμενων φωτοηλεκτρονίων.

Ερώτηση:

5. Μελετήστε το τρίτο μέρος του τρίτου νόμου του φωτοηλεκτρικού φαινομένου (Η μέγιστη τιμή της κινητικής ενέργειας των φωτοηλεκτρονίων τη στιγμή που εγκαταλείπουν το μέταλλο είναι γραμμική συνάρτηση της συχνότητας της ακτινοβολίας) και εξηγήστε το με δικά σας λόγια.

Ενδεικτική Απάντηση:

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση προκύπτει ότι η μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων εξαρτάται από την ενέργεια της προσπίπτουσας δέσμης, η οποία υπολογίζεται μέσω της σχέσης: $E_{\phi} = h f$. Αφού λοιπόν η ενέργεια της προσπίπτουσας δέσμης είναι ανάλογη της συχνότητας της, τότε συνεπάγεται ότι και η μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων εξαρτάται γραμμικά από τη συχνότητα της προσπίπτουσας δέσμης.



1.6 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Από τις τέσσερις γραφικές παραστάσεις, που σας δίνονται, να επιλέξετε τη γραφική παράσταση που αντιστοιχεί στο μεγαλύτερο έργο εξαγωγής.

Απάντηση:

Η κόκκινη γραμμή

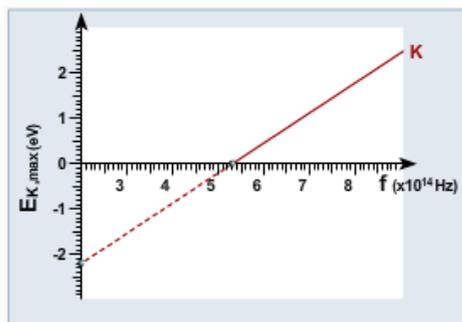
1.7 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μια δέσμη φωτονίων με συχνότητα μεγαλύτερη της συχνότητας κατωφλίου προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια κάποιου μετάλλου. Αν η συχνότητα της προσπίπτουσας δέσμης αυξηθεί, τότε η μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων:

Απάντηση:

Θα αυξηθεί

1.8 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

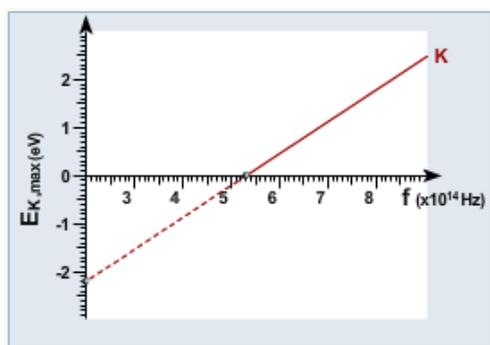


Από τη γραφική παράσταση να προσδιορίσετε το έργο εξαγωγής του μετάλλου.

Απάντηση:

2,2 eV

1.9 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής





Από τη γραφική παράσταση να προσδιορίσετε τη συχνότητα κατωφλίου.

Απάντηση:

$5,3 \times 10^{14}$ Hz

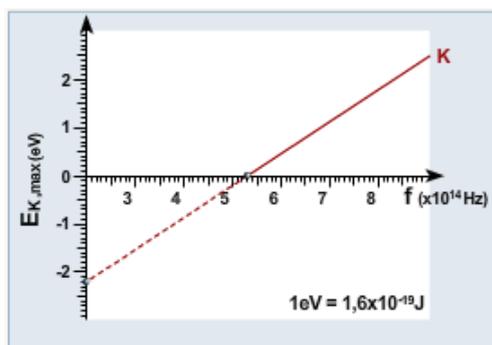
1.10 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Μια δέσμη φωτονίων προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια μεταλλικής πλάκας χαλκού. Αν το έργο εξαγωγής του χαλκού είναι $b = 4.7 \text{ eV}$, να υπολογίσετε τη συχνότητα κατωφλίου f_0 . Δίδεται η σταθερά του Planck $h = 6.64 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_K = E_\varphi - b \Rightarrow 0 = h f_{\text{op}} - b \Rightarrow f_{\text{op}} = b / h$$

1.11 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

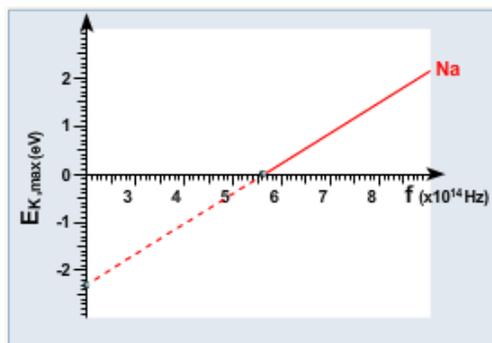


Από τη γραφική παράσταση να προσδιορίσετε τη σταθερά δράσης του Planck.

Απάντηση:

$6,64 \times 10^{-34}$ J s

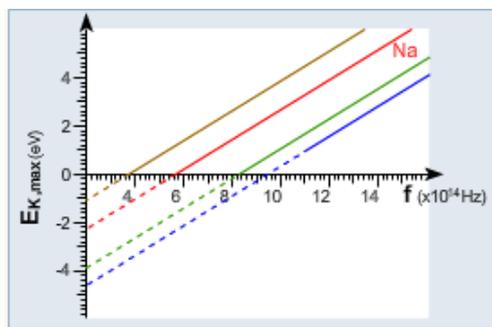
1.12 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής



Από τη γραφική παράσταση να προσδιορίσετε το έργο εξαγωγής του νατρίου.

**Απάντηση:**

2,3 eV

1.13 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Να επιλέξετε από τη σειρά των γραφικών παραστάσεων τη γραφική παράσταση ενός άλλου μετάλλου με το διπλάσιο έργο εξαγωγής.

Απάντηση:

Μπλε γραμμή

1.14 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

Μια δέσμη φωτονίων συχνότητας f προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια καλίου και η τιμή της μέγιστης κινητικής ενέργειας των εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων είναι 1 eV. Ακολούθως, η ίδια δέσμη φωτονίων προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια νατρίου. Αν το έργο εξαγωγής του καλίου είναι $bK = 2,2 \text{ eV}$ και του νατρίου είναι $bNa = 2,7 \text{ eV}$, να υπολογίσετε τη μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων που εκπέμπονται από την επιφάνεια νατρίου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Για το κάλιο: $E_{k, \kappa} = E_{\phi} - b_{\kappa} \Rightarrow E_{k, \kappa} = h f - b_{\kappa} \Rightarrow f = (E_{k, \kappa} + b_{\kappa}) / h$

Για τα νάτριο: $E_{k, Na} = E_{\phi} - b_{Na} \Rightarrow E_{k, Na} = h f - b_{Na} \Rightarrow E_{k, Na} = E_{k, \kappa} + b_{\kappa} - b_{Na}$

1.15 Τέταρτος νόμος του φωτοηλεκτρικού φαινομένου**Ερώτηση:**

Αφού τρέξετε την πολυμεσική παρουσίαση, προσπαθήστε να εξηγήσετε με δικά σας λόγια τον τέταρτο νόμο του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Από τη στιγμή που η συχνότητα της προσπίπτουσας δέσμης είναι μεγαλύτερη από τη συχνότητα κατωφλίου, τότε παράγονται φωτοηλεκτρόνια ακόμα και αν ο αριθμός των πακέτων φωτονίων που προσπίπτουν στο μέταλλο ανά μονάδα χρόνου είναι μικρός (μικρή ένταση ακτινοβολίας).

1.16 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποια από τις γραφικές παραστάσεις δίνει τον αριθμό (n^*) των φωτοηλεκτρονίων που εκπέμπονται ανά δευτερόλεπτο από την επιφάνεια μετάλλου σε συνάρτηση με την ένταση J της ακτινοβολίας που προσπίπτει στο μέταλλο;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το **B**.

1.17 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μια δέσμη φωτονίων συχνότητας f προσπίπτει στην επιφάνεια κάποιου μετάλλου. Αν η ένταση της ακτινοβολίας αυξηθεί, τότε ο αριθμός των εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων ανά μονάδα χρόνου:

Απάντηση:

θα αυξηθεί

1.18 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποια από τις γραφικές παραστάσεις δίνει τη μέγιστη κινητική ενέργεια (E_{μ}) των φωτοηλεκτρονίων που εκπέμπονται από την επιφάνεια μετάλλου σε συνάρτηση με την ένταση (J) της ακτινοβολίας που προσπίπτει στο μέταλλο;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το **A**.

1.19 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μια δέσμη φωτονίων συχνότητας f προσπίπτει στην επιφάνεια κάποιου μετάλλου. Αν η ένταση της ακτινοβολίας αυξηθεί, τότε η μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων:

Απάντηση:

θα παραμείνει σταθερή.

1.20 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποια από τις γραφικές παραστάσεις δίνει τη μέγιστη κινητική ενέργεια (E_{μ}) των φωτοηλεκτρονίων



που εκπέμπονται από την επιφάνεια μετάλλου σε συνάρτηση με το αντίστροφο του μήκους κύματος ($1/\lambda$) της ακτινοβολίας που προσπίπτει στο μέταλλο;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το Γ.

1.21 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η απόλυτη τιμή του σημείου τομής της ευθείας με τον κατακόρυφο άξονα αντιπροσωπεύει:

Απάντηση:

Το έργο εξαγωγής b του μετάλλου.

1.22 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το σημείο τομής της ευθείας με τον οριζόντιο άξονα αντιπροσωπεύει:

Απάντηση:

Το πηλίκο $b / (h c)$

1.23 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ακτινοβολία συχνότητας $f = 4 \cdot 10^{14}$ Hz προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια καλίου. Το έργο εξαγωγής του καλίου είναι $b = 2,2$ eV και η σταθερά του Planck είναι $h = 6,64 \cdot 10^{-34}$ J.s. Να υπολογίσετε τη μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων και να εξηγήσετε το αποτέλεσμα που θα βρείτε.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_k = E_\phi - b_k \Rightarrow E_k = h f - b_k = (26.56 \times 10^{-20} \text{ J}) - 2,2 \text{ eV} = 1.66 \text{ eV} - 2.2 \text{ eV} = - 1,54 \text{ eV}$$

Το αποτέλεσμα υποδηλώνει ότι δεν παράγονται φωτοηλεκτρόνια γιατί η συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι μικρότερη της συχνότητας κατωφλίου.

1.24 Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η κλίση της ευθείας ισούται με:

Απάντηση:

Το γινόμενο $h c$



5.13 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ06_Εφαρμογές του φωτοκύτταρου και του φωτοστοιχείου_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 6
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ06_Εφαρμογές του φωτοκύτταρου και του φωτοστοιχείου_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, Β, εισαγωγή, φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, φωτοκύτταρο, φωτοστοιχείο, εφαρμογές, ένταση και συχνότητα ακτινοβολίας, λειτουργία και εφαρμογές φωτοκυττάρου και φωτοστοιχείου, εφαρμογές φωτοκυττάρου και φωτοστοιχείου, φωτοκύτταρο, συσκευή διαχωρισμού αντικειμένων, χρήση φωτοκύτταρου, τάση αποκοπής, ακτίνες Χ, συχνότητα κατωφλίου, οριακή συχνότητα, κινητική ενέργεια ηλεκτρονίων, δέσμη φωτονίων, σταθερά Planck, έργο εξαγωγής, φωτοβολταϊκά, πηγή ενέργειας, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> Εφαρμογές του φωτοκύτταρου και του φωτοστοιχείου

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Γνωρίζουν, να αναφέρουν και να εξηγούν εφαρμογές του φωτοκύτταρου και του φωτοστοιχείου.
ΔΣ2	Εφαρμόζουν τους νόμους του φωτοηλεκτρικού φαινομένου στην επίλυση σχετικών προβλημάτων.



Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.2. Το φωτοκύτταρο

Ερώτηση:

1. Τι παρατηρείτε ως προς την ένταση του ρεύματος καθώς αυξάνετε την τάση της πηγής και κρατώντας σταθερή την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Για χαμηλές συχνότητες η ένταση του ρεύματος παραμένει μηδενική καθώς αυξάνεται η τάση της πηγής. Για συχνότητες μεγαλύτερες από μια τιμή, η ένταση του ρεύματος αρχικά αυξάνεται και μετά από μια τιμή της τάσης και πάνω σταθεροποιείται.

Ερώτηση:

2. Τι παρατηρείτε ως προς την ένταση του ρεύματος καθώς αυξάνετε την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Για συχνότητες μεγαλύτερες από μια τιμή, οι τιμές της έντασης του ρεύματος αυξάνονται όσο αυξάνεται η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Η μέγιστη τιμή της έντασης του ρεύματος αυξάνεται και αυτή.

Ερώτηση:

3. Τι παρατηρείτε ως προς την ένταση του ρεύματος καθώς αυξάνετε την τάση της πηγής και κρατώντας σταθερή την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένταση του ρεύματος αυξάνεται αλλά δεν σταθεροποιείται σε μέγιστη τιμή.

Ερώτηση:

4. Τι παρατηρείτε ως προς την ένταση του ρεύματος καθώς αυξάνετε την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Η ένταση του ρεύματος καθώς αυξάνεται η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας παίρνει πιο μεγάλες τιμές

Ερώτηση:

5. Πώς διαφοροποιείται η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος ως προς την τάση αφότου διοχετευθεί το αέριο Αργό μέσα στο σωλήνα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένταση του ρεύματος δεν σταθεροποιείται μετά από μια τιμή της τάσης αλλά συνεχίζει να αυξάνεται.

Ερώτηση:

6. Τι νομίζετε ότι προκαλεί την αύξηση του ρεύματος; (Σημείωση: Επικεντρωθείτε στο αέριο και στις ιδιότητές του, όταν στα μόρια του προσκρούουν φωτοηλεκτρόνια.)

Ενδεικτική Απάντηση:

Προκαλείται ιονισμός του αερίου και έτσι αυξάνεται ο αριθμός των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

1.4. Δραστηριότητες Αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

1. Με βάση τις προσομοιώσεις που παρακολουθήσατε στις προηγούμενες υποενότητες, να περιγράψετε εν συντομία τον τρόπο λειτουργίας του φωτοκύτταρου και του φωτοστοιχείου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Τόσο το φωτοκύτταρο όσο και το φωτοστοιχείο στηρίζουν τη λειτουργία τους στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Στην πραγματικότητα αποτελούν δυο διαφορετικές εφαρμογές του φαινομένου. Η βασική τους διαφορά είναι ότι το φωτοκύτταρο λειτουργεί κατά κύριο λόγο ως φωτοανιχνευτής, ενώ το φωτοστοιχείο λειτουργεί κατά κύριο λόγο ως μετατροπέας ενέργειας. Με άλλα λόγια, το φωτοκύτταρο ανιχνεύει τις διακυμάνσεις της συχνότητας και της έντασης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και στη συνέχεια ενεργοποιεί κάποια διαδικασία, ενώ το φωτοστοιχείο απορροφά την ενέργεια της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και την μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια.

Ερώτηση:

2. Εντοπίστε κατασκευές εφαρμογής του φωτοκύτταρου και κατασκευές εφαρμογής του φωτοστοιχείου μέσω του διαδικτύου. Χρησιμοποιήστε το κουμπί  και επισκεφτείτε τις



ιστοσελίδες που παρατίθενται ως αρχή της διερεύνησής σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Εφαρμογές φωτοκύτταρου: Συστήματα συναγερμού, ανιχνευτές φωτιάς, αυτόματοι καταμετρητές, φωτοπύλες και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές.

Εφαρμογές φωτοστοιχείου: Φωτοβολταϊκά συστήματα, δορυφόροι, φωτόμετρο, ηλιακές μπαταρίες και άλλα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.2. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ερώτηση:

Περιγράψτε μια δική σας ιδέα για το πώς θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ένα φωτοκύτταρο για να διευκολύνει τη ζωή μας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Σαν αισθητήρας φωτός σε παράθυρα, ο οποίος θα ενεργοποιεί μια σειρήνα όταν αφήνουμε ανοικτό ένα παράθυρο.

2.3. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ένα φωτοκύτταρο φωτίζεται από κίτρινο φως. Πώς θα αλλάξει η τάση αποκοπής του, αν το φωτίσουμε με ακτίνες Χ;

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_{κ, \text{ μέγιστη}} = E_{\varphi} - b \Rightarrow q V_{\text{αποκοπής}} = h f - b$$

Η τάση αποκοπής θα αυξηθεί αν φωτιστεί με ακτίνες Χ, γιατί αυτή η ακτινοβολία έχει μεγαλύτερη συχνότητα από το κίτρινο φως.

2.4. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μια δέσμη φωτονίων με συχνότητα μικρότερη της συχνότητας κατωφλίου προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια κάποιου μετάλλου. Αν η συχνότητα της προσπίπτουσας δέσμης αυξάνεται σταδιακά, τότε η μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων:

Απάντηση:

Αρχικά θα είναι μηδενική μέχρι η συχνότητα της δέσμης να εξισωθεί με τη συχνότητα κατωφλίου,



και ακολούθως θα αυξάνεται.

2.5. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Μια δέσμη φωτονίων προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια πλάκας νατρίου. Αν το έργο εξαγωγής του χαλκού είναι $b = 2,3 \text{ eV}$, να υπολογίσετε τη συχνότητα κατωφλίου f_0 . Δίδεται η σταθερά του Planck

$$h = 6,64 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_{\text{κ. μέγιστη}} = E_{\text{φ}} - b \Rightarrow 0 = h f_{\text{ορ}} - b \Rightarrow f_{\text{ορ}} = b / h$$

2.6. Εργασία τύπου Project

Δραστηριότητα 1 (Εργασία τύπου Project)

Διερευνήστε την πιθανότητα χρήσης των φωτοστοιχείων/φωτοβολαταϊκών ως πηγών ενέργειας.

Ποια τα πιθανά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Πλεονεκτήματα: Φιλικά προς το περιβάλλον, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, πιο οικονομική πηγή παραγωγής ενέργειας.

Μειονεκτήματα: Ψηλό κόστος αγοράς και εγκατάστασης, μείωση στο συντελεστή απόδοσης καθώς περνούν τα χρόνια.

Ερώτηση:

Με βάση τα όσα μάθατε σ' αυτό το μάθημα, να περιγράψετε την αρχή λειτουργίας της πιο πάνω εφαρμογής και να αναφέρετε τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά της. Μπορείτε να προτείνετε κάποια εναλλακτική συσκευή, αντί του ανεμιστήρα, που θα μπορούσε να τοποθετηθεί πάνω στο καπέλο και να μας επιτρέψει να ακούμε μουσική; Η εναλλακτική αυτή συσκευή, μπορεί να βασίζεται πάνω στην ίδια αρχή λειτουργίας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το φωτοστοιχείο που βρίσκεται πάνω στο καπέλο λειτουργεί ως μετατροπέας ενέργειας. Συλλέγει την ηλιακή ενέργεια και την μετατρέπει σε ηλεκτρική τροφοδοτώντας ένα ηλεκτρικό μοτέρ που περιστρέφει τον ανεμιστήρα. Στη θέση του ανεμιστήρα θα μπορούσε να τοποθετηθεί μια συσκευή iPod και το φωτοστοιχείο θα μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική προκειμένου να φορτίζονται οι μπαταρίες του iPod.



5.14 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ07_Μοντέλο του ατόμου_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 7
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ07_Μοντέλο του ατόμου_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Άτομο, πυρήνας, ηλεκτρόνιο, μοντέλο του Thomson, πείραμα και μοντέλο του Rutherford.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Εξέλιξη του μοντέλου του ατόμου από το Δημόκριτο μέχρι το Rutherford • Πείραμα του Rutherford και αποτελέσματα • Ατομικό μοντέλο του Rutherford – Μειονεκτήματα

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Περιγράφουν μέσα από σύντομη ιστορική αναδρομή την εξέλιξη του μοντέλου του ατόμου.
ΔΣ2	Γνωρίζουν και να αναφέρουν τα βασικά σημεία της ατομικής θεωρίας του Δημόκριτου και του J.J. Thomson
ΔΣ3	Περιγράφουν το πείραμα του Rutherford και αναφέρουν τα αποτελέσματά του
ΔΣ4	Να περιγράφουν το ατομικό μοντέλο του Rutherford και να αναφέρουν τα μειονεκτήματά του.



Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ερώτηση 1:

Ποια πληροφόρηση σας δίνει το γεγονός ότι στην περίπτωση χρήσης του μοντέλου του ατόμου του Rutherford, τα περισσότερα σωματίδια άλφα περνούν από το φύλλο του χρυσού, χωρίς να αποκλίνουν σχεδόν καθόλου από την πορεία τους; Με βάση τα συμπεράσματά σας κρίνετε την εγκυρότητα της ατομικής θεωρίας του Thomson.

Ενδεικτική Απάντηση:

Αφού τα άτομα διασχίζουν το φύλλο χρυσού χωρίς απόκλιση σημαίνει ότι το μεγαλύτερο μέρος του ατόμου δεν περιέχει οτιδήποτε. Συνεπώς, το μοντέλο του Thomson δεν είναι ορθό.

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ερώτηση 2:

Ποια πληροφόρηση σας δίνει το γεγονός ότι κάποια σωματίδια άλφα αναπηδούν προς τα πίσω (απόκλιση 180°) στην περίπτωση χρήσης του μοντέλου του ατόμου του Rutherford; Με βάση τα συμπεράσματά σας κρίνετε την εγκυρότητα της ατομικής θεωρίας του Thomson.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το γεγονός ότι κάποια σωματίδια αναπηδούν προς τα πίσω σημαίνει ότι σε κάποια μικρή περιοχή του ατόμου υπάρχει κάποια συσσώρευση μάζας, πάνω στην οποία κτυπούν τα σωματίδια και επιστρέφουν πίσω. Συνεπώς, το μοντέλο του Thomson δεν είναι ορθό.

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ερώτηση 3:

Με βάση το πείραμα του Rutherford και τις απαντήσεις που δώσατε στις ερωτήσεις 1 και 2, ποια συμπεράσματα εξαγονται σχετικά με τη δομή του ατόμου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Στο κέντρο του ατόμου υπάρχει ένας πυρήνας θετικά φορτισμένος και τα ηλεκτρόνια περιφέρονται



γύρω του σε όλες τις δυνατές τροχιές. Οι διαστάσεις του πυρήνα και των ηλεκτρονίων είναι πολύ μικρές σε σχέση με τις διαστάσεις ολόκληρου του ατόμου και έτσι το μεγαλύτερο μέρος του όγκου του ατόμου είναι κενός χώρος.

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ερώτηση 4:

Το γεγονός ότι εξελικτικά οι θεωρίες του Δημόκριτου και του Thomson εγκαταλείφθηκαν, σε ποιο συμπέρασμα μπορεί να σας οδηγήσει σχετικά με τη φύση της επιστήμης;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η επιστήμη δεν είναι κάτι το στατικό. Η επιστήμη είναι κάτι ζωντανό το οποίο ωριμάζει και εξελίσσεται σύμφωνα με την ανάγκη του ανθρώπου να κατανοεί όλο και περισσότερα πράγματα για όλα αυτά που μας περιτριγυρίζουν, με στόχο να ερμηνεύσει όσο το δυνατόν περισσότερα φυσικά φαινόμενα.

1.7. Το πείραμα του Rutherford

Ερώτηση:

Γιατί ο Rutherford χρησιμοποίησε πλάκες μολύβδου στην πειραματική του διάταξη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Χρησιμοποιήθηκαν πλάκες μολύβδου γιατί τα σωματίδια άλφα δεν μπορούν να τις διαπεράσουν, όπως συμβαίνει και με τα σωματίδια β και τις ακτίνες γ. Έτσι, βγάζοντας μια μικρή οπή πάνω στην πλάκα μολύβδου σχηματίζεται μια λεπτή δέσμη που αποτελείται μόνο από σωματίδια άλφα.

Ερώτηση:

Γιατί ο Rutherford χρησιμοποίησε οθόνες θείουχου ψευδαργύρου στην πειραματική του διάταξη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Χρησιμοποιήθηκαν οθόνες ZnS γιατί όταν το υλικό αυτό βομβαρδίζεται από σωματίδια άλφα απορροφά την ενέργειά τους, με αποτέλεσμα τα άτομα του να ιονίζονται και ακολούθως εκπέμπουν πίσω την ενέργεια που απορρόφησαν με τη μορφή φωτεινής λάμψης. Αυτή η μικρή φωτοβολία βοήθησε τον Rutherford να εντοπίζει τα σημεία όπου έπεφταν τα εκτρεπόμενα σωματίδια άλφα και έτσι μπορούσε να μετρήσει τη γωνία εκτροπής του κάθε σωματιδίου.

**Ερώτηση:**

Ποιο σκοπό εξυπηρετεί το φύλλο χρυσού;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το φύλλο χρυσού αποτελούσε το άτομο-στόχο, το οποίο βομβαρδιζόταν από τη λεπτή δέσμη σωματιδίων άλφα. Επειδή η διεισδυτική ικανότητα των σωματιδίων άλφα είναι μικρή, έπρεπε να χρησιμοποιηθεί ένα λεπτό φύλλο με άτομα έτσι ώστε να μπορέσουν τα σωματίδια άλφα να το διαπεράσουν. Ο χρυσός είναι το πλέον όλκιμο μέταλλο, δηλαδή μπορεί να κοπεί σε πολύ λεπτά φύλλα, κάτι που εξυπηρετούσε τον σκοπό του Rutherford. Επιπλέον, ο χρυσός είναι ένα από τα πλέον αδρανή μέταλλα και έτσι δεν αλληλεπιδρά χημικά με τα σωματίδια άλφα.

Ερώτηση:

Με τι θα μπορούσε να αντικαταστήσει ο Rutherford τις οθόνες θείουχου ψευδαργύρου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Με κάποιο άλλο υλικό στο οποίο να παρατηρείται το φαινόμενο του σπινθηρισμού όταν βομβαρδίζεται με σωματίδια άλφα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.1. Η δομή του ατόμου****Ερώτηση:**

Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο ηλεκτρόνιο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Στο ηλεκτρόνιο ασκείται η δύναμη Coulomb.

Ερώτηση:

2. Γιατί το ηλεκτρόνιο κινείται σε κυκλική τροχιά γύρω από τον πυρήνα; Ποια δύναμη αναγκάζει το ηλεκτρόνιο να εκτελεί κυκλική κίνηση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το ηλεκτρόνιο κινείται σε κυκλική τροχιά γύρω από τον πυρήνα εξαιτίας της δύναμης Coulomb, η



οποία δρα ως κεντρομόλος δύναμη και αναγκάζει το ηλεκτρόνιο να εκτελεί κυκλική κίνηση.

Ερώτηση:

3. Συγκρίνετε το μέγεθος του πυρήνα με το μέγεθος του ατόμου. Σε ποια συμπεράσματα καταλήγετε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το μέγεθος του πυρήνα είναι πολύ μικρότερο από το μέγεθος του ατόμου. Η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη στον πυρήνα του ατόμου.

2.3. Τα μειονεκτήματα του μοντέλου του ατόμου του Rutherford – 2

Ερώτηση 1:

Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγουμε, σχετικά με το εύρος των τιμών των συχνοτήτων, με βάση τον πίνακα των συχνοτήτων ορατής εκπομπής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του υδρογόνου και του ηλίου;

Απάντηση:

Ασυνεχές εύρος τιμών (διακριτές τιμές)

Ερώτηση 2:

Με βάση την απάντηση που δώσατε στην ερώτηση 1, ποιο συμπέρασμα εξάγεται σχετικά με την εγκυρότητα του μοντέλου του Rutherford;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ένα σώμα που εκτελεί κυκλική κίνηση επιταχύνεται και σύμφωνα με τον κλασσικό ηλεκτρομαγνητισμό ένα επιταχυνόμενο ηλεκτρόνιο ακτινοβολεί ενέργεια. Αφού λοιπόν το ηλεκτρόνιο χάνει ενέργεια θα έπρεπε η ακτίνα της τροχιάς του να μειώνεται συνεχώς, μέχρι το ηλεκτρόνιο να πέσει πάνω στον πυρήνα. Επιπλέον, το φάσμα που εκπέμπεται θα έπρεπε να ήταν συνεχές και όχι γραμμικό. Κάτι τέτοιο δεν παρατηρείται και επομένως το μοντέλο του Rutherford δεν εξηγεί τη σταθερότητα του ατόμου, ούτε το γραμμικό φάσμα εκπομπής του υδρογόνου.

Ερώτηση 3:

Ποια συμπεράσματα εξάγονται σχετικά με τη φύση των ατομικών θεωριών ή των μοντέλων των ατόμων από το Δημόκριτο μέχρι και το Rutherford;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Οι ατομικές θεωρίες ή τα μοντέλα των ατόμων από το Δημόκριτο μέχρι τον Rutherford εξήγησαν αρκετά πράγματα σχετικά με τη δομή των ατόμων, αλλά δεν κατάφεραν να εξηγήσουν μερικά φαινόμενα που παρατηρήθηκαν σε πειράματα. Συνεπώς, παρόλο που το κάθε μοντέλο ήταν με βελτιωτική εξέλιξη του προηγούμενου μοντέλου, θα έπρεπε να επινοηθούν και άλλες ατομικές θεωρίες οι οποίες θα επεξηγούσαν πλήρως όλα τα φαινόμενα που παρατηρήθηκαν στα πειράματα.

5.15 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ08_Μοντέλο Bohr, Ενεργειακές στάθμες_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 8
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ08_Μοντέλο Bohr, Ενεργειακές στάθμες_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, μοντέλο Rutherford, πυρήνας, ηλεκτρόνια, κυκλική τροχιά, μοντέλο Bohr, επιτρεπόμενες τροχιές, διέγερση ατόμου, αποδιέγερση ατόμου, τονισμός ατόμου, σταθερός πυρήνας, σωματιδιακή υφή, κβαντική θεωρία, θεωρία Bohr, αποδιέγερση ατόμου, ιονισμός ατόμου, μήκος κύματος, στοιβάδα, ενέργεια φωτονίου, ταχύτητα ηλεκτρονίου, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Ορισμός ιονισμού, διέγερσης και αποδιέγερσης του ατόμου. • Σχέση ενέργειας φωτονίων με διαφορά ενεργειακών σταθμών κατά τη διέγερση ή αποδιέγερση του ατόμου. • Χαρακτηριστικά του μοντέλου του Rutherford και της θεωρίας του Bohr.



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Γνωρίζουν ότι ο Bohr εισηγήθηκε την ύπαρξη ενεργειακών σταθμών στο μοντέλο του Rutherford
ΔΣ2	Κατανοούν τις έννοιες του ιονισμού, της διέγερσης και την αποδιέγερσης του ατόμου.
ΔΣ3	Συσχετίζουν την ενέργεια των φωτονίων που εκπέμπονται ή απορροφούνται κατά τη διέγερση ή αποδιέγερση του ατόμου με τη διαφορά των σχετικών ενεργειακών σταθμών

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Το μοντέλο του ατόμου του Rutherford

Ερώτηση:

1. Να γράψετε τα κύρια χαρακτηριστικά του ατόμου όπως το περιέγραψε ο Rutherford.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το θετικό φορτίο κάθε ατόμου είναι συγκεντρωμένο σε μια μικρή περιοχή στο κέντρο του ατόμου, η οποία ονομάζεται πυρήνας. Σχεδόν όλη η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη στον πυρήνα. Τα ηλεκτρόνια του κάθε ατόμου κινούνται γύρω από τον πυρήνα σε μια περιοχή πολύ μεγαλύτερη από αυτήν που καταλαμβάνει ο πυρήνας. Η περιοχή αυτή ονομάζεται ηλεκτρονικό νέφος.

Ερώτηση:

2. Ποια ήταν τα πειραματικά δεδομένα που ώθησαν τον Rutherford να προτείνει για το άτομο το συγκεκριμένο μοντέλο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα περισσότερα σωματίδια α πέρασαν μέσα από το φύλλο χρυσού, χωρίς να αποκλίνουν σχεδόν



καθόλου από την αρχική τους πορεία. Τα υπόλοιπα σωματίδια α αποκλίνουν από την αρχική τους πορεία κατά διάφορες γωνίες από 0° μέχρι 180° .

Ερώτηση:

3. Η ακόλουθη δήλωση εξηγείται με το μοντέλο του Rutherford; «Το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο».

Απάντηση:

Ναι

Ερώτηση:

4. Η ακόλουθη δήλωση εξηγείται με το μοντέλο του Rutherford;

«Το άτομο είναι σχεδόν κενός χώρος. Όλη σχεδόν η μάζα του είναι συγκεντρωμένη σε μια μικρή περιοχή του χώρου που ονομάζεται πυρήνας».

Απάντηση:

Ναι

Ερώτηση:

5. Η ακόλουθη δήλωση εξηγείται με το μοντέλο του Rutherford;

«Το άτομο είναι σαν μια μικρογραφία του ηλιακού συστήματος. Ο πυρήνας παίζει το ρόλο του ήλιου και τα ηλεκτρόνια παίζουν το ρόλο των πλανητών».

Απάντηση:

Ναι

Ερώτηση:

6. Η ακόλουθη δήλωση εξηγείται με το μοντέλο του Rutherford;

«Οι ακτίνες των κυκλικών τροχιών των ηλεκτρονίων μπορούν να πάρουν μόνο ορισμένες τιμές».

Απάντηση:

Όχι

Ερώτηση:

7. Γιατί το μοντέλο του Rutherford δεν μπορούσε να εξηγήσει τη σταθερότητα του ατόμου;

**Απάντηση:**

Διότι τα περιστρεφόμενα ηλεκτρόνια, ως φορτισμένα σωματίδια που εκτελούν μεταβαλλόμενη κίνηση, έπρεπε να αποβάλλουν ενέργεια υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και σε ελάχιστο χρόνο να συγκρούονται με τον πυρήνα.

1.2. Το μοντέλο του ατόμου του Bohr**Ερώτηση:**

1. Βλέποντας το σχήμα του ατόμου του υδρογόνου, σύμφωνα με τη θεωρία του Bohr, στην προσομοίωση, τι συμπέρασμα εξάγουμε ως προς τις ακτίνες των κυκλικών τροχιών του ηλεκτρονίου;

Απάντηση:

Το ηλεκτρόνιο μπορεί να περιστρέφεται μόνο σε ορισμένες κυκλικές τροχιές των οποίων η διαφορά των ακτινών διαδοχικών τροχιών αυξάνεται όσο το ηλεκτρόνιο απομακρύνεται από τον πυρήνα.

Ερώτηση:

2. Να αλλάξετε διαδοχικά την τιμή του n από 1 μέχρι 5 και να παρατηρήσετε σε κάθε περίπτωση την τιμή της ολικής ενέργειας του ηλεκτρονίου. Τι συμπέρασμα εξάγετε;

Απάντηση:

Το ηλεκτρόνιο μπορεί να περιστρέφεται μόνο σε ορισμένες κυκλικές τροχιές των οποίων η διαφορά ενέργειας διαδοχικών τροχιών μειώνεται, όσο το ηλεκτρόνιο απομακρύνεται από τον πυρήνα.

Ερώτηση:

3. Πώς δικαιολογούνται οι αρνητικές τιμές των ενεργειών;

Απάντηση:

Από το γεγονός ότι το ηλεκτρόνιο που περιστρέφεται γύρω από τον πυρήνα έλκεται από αυτόν και πρέπει να προσλάβει ενέργεια για να απομακρυνθεί από την έλξη του, δηλαδή να αποκτήσει μηδενική ενέργεια.

Ερώτηση:

4. Στην ερώτησή μας θα περιοριστούμε στη συνθήκη που αναφέρεται στη στροφορμή του ηλεκτρονίου. Η συνθήκη αυτή λει ότι:



Η στροφορμή του περιστρεφόμενου ηλεκτρονίου (δηλαδή το γινόμενο της μάζας επί την ταχύτητα επί την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς) είναι μέγεθος κβαντισμένο, δηλαδή μπορεί να πάρει μόνο ορισμένες τιμές που είναι ακέραια πολλαπλάσια της τιμής $\frac{h}{2\pi}$, όπου h = η σταθερά του Planck. $m u r = n \frac{h}{2\pi}$. Από την πιο πάνω συνθήκη προκύπτει ότι:

Απάντηση:

Εκτός από τη στροφορμή και την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς, η ταχύτητα του ηλεκτρονίου και η ενέργεια του είναι μεγέθη κβαντισμένα.

1.3. Διέγερση – Αποδιέγερση – Ιονισμός του ατόμου

Ερώτηση:

1. Πώς εξήγησε ο Bohr τη μη εκπομπή ακτινοβολίας σε αυτές τις συγκεκριμένες θέσεις;

Απάντηση:

Η συνθήκη αυτή τέθηκε από τον Bohr αυθαίρετα, χωρίς καμιά αιτιολόγηση. Αυτό εξάλλου, είναι ένα από τα μειονεκτήματα του μοντέλου του Bohr.

Ερώτηση:

2. Πόση είναι η ενέργεια που πρέπει να έχει το φωτόνιο που κτυπά πάνω στο ηλεκτρόνιο που βρίσκεται στη θεμελιώδη στοιβάδα για να το διεγείρει στη στοιβάδα με $n = 3$;

Απάντηση:

12,09 eV

Ερώτηση:

3. Ποια από τις πιο κάτω ενέργειες φωτονίου δεν είναι ικανή να διεγείρει ηλεκτρόνιο που βρίσκεται στη στοιβάδα $n = 1$ σε μια από τις στοιβάδες με $n = 2, 3, 4, 5$;

Απάντηση:

13,34 eV

Ερώτηση:

4. Δίνονται $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Js και $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J. Αν θυμηθούμε ότι η ενέργεια ενός φωτονίου ισούται με: $E_{\varphi} = h \cdot f$, πόση είναι η συχνότητα του φωτονίου σε Hz που αποβάλλεται από ένα ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου που μεταπίπτει από τη στοιβάδα με $n = 5$ στη στοιβάδα με $n = 2$;

**Απάντηση:** $6,93 \cdot 10^{14}$ **Ερώτηση:**

5. Τα ηλεκτρόνια 3000 ατόμων υδρογόνου βρίσκονται στη στοιβάδα $n = 4$ και αρχίζουν να αποδιεγείρονται σε πιο χαμηλές στοιβάδες μέχρι να φτάσουν τελικά όλα στη θεμελιώδη ($n = 1$). Πόσα φωτόνια θα εκπέμψουν συνολικά αν δεχθούμε ότι όλα τα άλματα σε χαμηλότερες στοιβάδες έχουν την ίδια πιθανότητα;

Απάντηση:

5500

Ερώτηση:

6. Αν ένα ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου βρίσκεται στη στοιβάδα $n = 2$, πόσο είναι το έργο ιονισμού σε eV του ηλεκτρονίου αυτού;

Απάντηση:

3,4

1.5 Δραστηριότητα. αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

Τι πέτυχε να εξηγήσει η ατομική θεωρία του Bohr που δεν μπόρεσαν να εξηγήσουν προηγούμενες θεωρίες;

Ενδεικτική Απάντηση:

Κατάφερε να ερμηνεύσει τη σταθερότητα των ατόμων, το γραμμικό φάσμα εκπομπής των αερίων και το γεγονός ότι σε γραμμικά φάσματα το άθροισμα κάποιων συχνοτήτων συμπίπτει με τη συχνότητα άλλων γραμμών.

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

Ποια είναι τα βασικά μειονεκτήματα της ατομικής θεωρίας του Bohr;

Ενδεικτική Απάντηση:

Δεν μπορεί να περιγράψει τα φάσματα ατόμων με περισσότερα από ένα ηλεκτρόνια. Χρησιμοποιεί αυθαίρετες προτάσεις, όπως είναι οι επιτρεπόμενες τροχιές για τα ηλεκτρόνια. Δεν αναφέρεται και



δεν εξηγούνται οι σχετικές εντάσεις των γραμμών των φασμάτων.

1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ερώτηση:

Δίνονται: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$.

Βρέστε το μήκος κύματος του φωτονίου που εκπέμπεται κατά την αποδιέγερση ενός ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου από τη στοιβάδα $n=4$ στη στοιβάδα $n=2$.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$E_4 = -13.65/16 (1,6 \times 10^{-19} \text{ J}) \quad , \quad E_2 = -13.65/4 (1,6 \times 10^{-19} \text{ J})$$

$$E_4 - E_2 = h c / \lambda \Rightarrow \lambda = h c / (E_4 - E_2)$$

1.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ερώτηση:

Ένα ηλεκτρόνιο, αφού επιταχυνθεί από την ηρεμία κάτω από διαφορά δυναμικού 20 Volts, συγκρούεται με ένα ηλεκτρόνιο ατόμου υδρογόνου που βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση. Το ηλεκτρόνιο μετά την κρούση κινείται με ελαττωμένη ταχύτητα, ενώ το άτομο διεγείρεται σε ψηλότερη στοιβάδα. Στη συνέχεια επιστρέφει στη θεμελιώδη στοιβάδα και εκπέμπει φωτόνιο με μήκος κύματος $1,216 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Να βρείτε:

Την ταχύτητα του ηλεκτρονίου μετά την κρούση. Τον αριθμό της στοιβάδας στην οποία διεγέρθηκε το ηλεκτρόνιο.

Δίνονται: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$.

$$M_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, E_1 = -13,6 \text{ eV}, E_2 = -3,4 \text{ eV}, E_3 = -1,51 \text{ eV},$$

$$E_4 = -0,85 \text{ eV}, E_5 = -0,54 \text{ eV}.$$

Ενδεικτική Απάντηση:

$$W = \Delta E_K \Rightarrow q_e \Delta V = E_{K, \text{τελική}} - E_{K, \text{αρχική}} \Rightarrow E_{K, \text{τελική}} = q_e \Delta V$$

$$\text{Διατήρηση ενέργειας: } E_{K, \text{πριν την κρούση}} = E_{K, \text{μετά την κρούση}} + E_\phi$$

$$\Rightarrow q_e \Delta V = \frac{1}{2} M_e u^2 + h c / \lambda$$

$$\Rightarrow u = [2 (q_e \Delta V - h c / \lambda) / M_e]^{1/2}$$

$$E_n - E_1 = h c / \lambda \Rightarrow E_n = E_1 + h c / \lambda$$



5.16 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ09_Φάσματα εκπομπής – απορρόφησης_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 9
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ09_Φάσματα εκπομπής – απορρόφησης_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φάσματα εκπομπής, φάσματα απορρόφησης, φάσμα, συνεχές φάσμα, γραμμικό φάσμα, γραμμικά φάσματα, συνεχή φάσματα, απορρόφηση, εκπομπή, ακτινοβολία, αέρια, μοντέλο του Bohr, λευκό φως, πρίσμα, προσπίπτουσα ακτίνα, ανάλυση φωτός, μονοχρωματικό, σύνθετο φως, πέτασμα, αποκλίνουσα ακτίνα, εκπομπή, αέριο, διέγερση, αποδιέγερση, αποβολή, άτομο, ηλεκτρόνιο, φωτόνιο, ενεργειακή στάθμη, γραμμές Fraunhofer, στερεό, υγρό, μήκος κύματος, θερμοκρασία, φάσματα εκπομπής, διάπυρη κατάσταση, τέλος, Ακτινογραφία.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> Φάσματα (φάσματα εκπομπής και απορρόφησης, γραμμικά φάσματα εκπομπής και απορρόφησης, διέγερση – αποδιέγερση ατόμου, θερμοκρασία και φάσμα εκπομπής)

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Διακρίνουν τα φάσματα σε φάσματα εκπομπής και φάσματα απορρόφησης
ΔΣ2	Διακρίνουν τα φάσματα εκπομπής και απορρόφησης σε συνεχή και γραμμικά και να δίνουν σχετικά παραδείγματα



ΔΣ3	Εξηγούν γιατί η απορρόφηση ή εκπομπή ακτινοβολίας από το άτομο γίνεται μόνο με συγκεκριμένες (διακριτές) τιμές της ενέργειας των φωτονίων.
ΔΣ4	Εξηγούν τα γραμμικά φάσματα εκπομπής και απορρόφησης των αερίων με βάση το μοντέλο του Bohr

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Φάσματα εκπομπής και απορρόφησης

Ερώτηση:

1) Για ποιο λόγο η προσπίπτουσα ακτίνα αναλύεται μέσα στο πρίσμα;

Απάντηση:

Το πρίσμα διαθλά με διαφορετικό τρόπο την κάθε ακτινοβολία.

Ερώτηση:

2) Αν στην πολυμεσική παρουσίαση, κτυπούσε μια ακτίνα μονοχρωματικού κίτρινου φωτός πάνω στο πρίσμα, ποια θα ήταν η μορφή του φάσματος που θα εμφανιζόταν πάνω στο πέτασμα;

Απάντηση:

Η σωστή επιλογή είναι: Β.

Ερώτηση:

3) Από το κείμενο αριστερά καθώς κι από την πολυμεσική παρουσίαση, συμπεραίνουμε ότι:

Απάντηση:

Η ταχύτητα της κόκκινης ακτινοβολίας μέσα στο υλικό του πρίσματος είναι πιο μεγάλη από την ιώδη (μενεξεδιά).

Ερώτηση:

4) Στην πολυμεσική παρουσίαση, δεξιά από το πρίσμα αν τοποθετούσαμε ένα συγκλίνοντα φακό



έτσι ώστε να συγκεντρώσει τις αποκλίνουσες ακτίνες σε ένα σημείο του πετάσματος, τότε το σημείο εκείνο θα είχε χρώμα:

Απάντηση:

Λευκό

Ερώτηση:

5) Οι διατάξεις που μας δίνουν φάσματα εκπομπής είναι:

Απάντηση:

Οι διατάξεις 1, 3 και 4 μόνο.

1.2. Γραμμικά φάσματα εκπομπής και απορρόφησης

Ερώτηση:

1) Κάντε κλικ στο στοιχείο υδρογόνο που βρίσκεται πάνω στον περιοδικό πίνακα, επιλέγοντας τη ρύθμιση Εκπομπή . Ποια είναι η μορφή του φάσματός του;

Απάντηση:

Αποτελείται από τέσσερις έγχρωμες γραμμές σε μαύρο φόντο.

Ερώτηση:

2) Επιλέξτε πάλι το στοιχείο υδρογόνο, έχοντας αυτή τη φορά τη ρύθμιση Απορρόφηση. Ποια είναι η μορφή του φάσματός του;

Απάντηση:

Αποτελείται από τέσσερις μαύρες γραμμές σε φόντο με τα χρώματα της ίριδας.

Ερώτηση:

3. Αν συγκρίνετε τα φάσματα εκπομπής και απορρόφησης του υδρογόνου τι έχετε να παρατηρήσετε;

Απάντηση:

Στις ίδιες ακριβώς θέσεις που βρίσκονταν οι τέσσερις έγχρωμες γραμμές στο φάσμα εκπομπής βρίσκονται οι τέσσερις μαύρες γραμμές στο φάσμα απορρόφησης.

**Ερώτηση:**

4. Στην περίπτωση του υδρογόνου, στις ίδιες ακριβώς θέσεις που βρίσκονταν οι τέσσερις έγχρωμες γραμμές στο φάσμα εκπομπής, βρίσκονται οι τέσσερις μαύρες γραμμές στο φάσμα απορρόφησης. Άραγε το γεγονός αυτό ισχύει μόνο για το υδρογόνο; Μελετήστε τα φάσματα εκπομπής και απορρόφησης των στοιχείων He (ήλιο) και O (οξυγόνο). Τι παρατηρείτε;

Απάντηση:

Στις ίδιες ακριβώς θέσεις που βρίσκονταν οι έγχρωμες γραμμές στα φάσματα εκπομπής βρίσκονται και οι μαύρες γραμμές στα φάσματα απορρόφησης.

Ερώτηση:

5. Στις ίδιες ακριβώς θέσεις που βρίσκονταν οι έγχρωμες γραμμές στα φάσματα εκπομπής βρίσκονται και οι μαύρες γραμμές στα φάσματα απορρόφησης. Η παρατήρηση αυτή δεν ισχύει μόνο για τα τρία στοιχεία που μελετήσαμε πιο πάνω αλλά ισχύει για όλα τα στοιχεία. Το φαινόμενο αυτό μελετήθηκε κατ' αρχάς από το Γερμανό φυσικό Kirchhoff και ονομάζεται Νόμος του Kirchhoff. Με ποιο τρόπο νομίζετε, εξηγείται το φαινόμενο αυτό, όπως και ο σχηματισμός των φασμάτων γενικά;

Απάντηση:

Με την ηλεκτρονική δομή των διαφόρων στοιχείων σύμφωνα με τη κβαντική θεωρία.

Ερώτηση:

6) Αν στη διάταξη του πιο πάνω σχήματος το ψυχρό αέριο θα είναι το υδρογόνο, το φάσμα που θα πάρουμε πάνω στο πέτασμα είναι:

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι: Ε.

Ερώτηση:

Στη πιο πάνω εικόνα, το θερμό αέριο που ακτινοβολεί είναι υδρογόνο. Πάνω στο πέρασμα του φασματοσκόπιου θα εμφανιστεί:

Απάντηση:

Το γραμμικό φάσμα εκπομπής του υδρογόνου.

**Ερώτηση:**

8) Το φάσμα που αναμένουμε να δούμε στο πέτασμα του φασματοσκοπίου της εικόνας είναι το πιο κάτω:

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι: Δ.

Ερώτηση:

9) Βλέποντας τα φάσματα του υδρογόνου, του ηλίου, του οξυγόνου και του νέου στον περιοδικό πίνακα παρατηρούμε ότι είναι όλα μεταξύ τους διαφορετικά. Αυτό νομίζετε ισχύει μόνο για τα φάσματα αυτών των 4 αερίων ή γενικά ισχύει για τα φάσματα όλων των αερίων;

Απάντηση:

Γενικά ισχύει για τα φάσματα όλων των αερίων.

1.3. Διέγερση – Αποδιέγερση ατόμου**Ερώτηση:**

1) Πώς εξηγείται η μορφή του γραμμικού φάσματος απορρόφησης σύμφωνα με το μηχανισμό διέγερσης;

Απάντηση:

Το συνεχές υπόβαθρο με τα χρώματα της ίριδας παράγεται από τα φωτόνια που περνούν χωρίς να απορροφούνται ενώ οι μαύρες γραμμές από τα φωτόνια που απορροφούνται από το αέριο.

Ερώτηση:

2) Πώς εξηγείται η μορφή του γραμμικού φάσματος εκπομπής σύμφωνα με τον μηχανισμό αποδιέγερσης;

Απάντηση:

Οι έγχρωμες γραμμές παράγονται από τα φωτόνια που εκπέμπονται μετά από τις αποδιεγέρσεις των ηλεκτρονίων στις διάφορες ενεργειακές στάθμες και το μαύρο φόντο οφείλεται στη μη ύπαρξη φωτονίων στη συγκεκριμένη περιοχή.

Ερώτηση:

3) Τα φάσματα όλων των αερίων είναι διαφορετικά μεταξύ τους. Πώς εξηγείται αυτό σύμφωνα με



τις πολυμεσικές παρουσιάσεις των μηχανισμών διέγερσης και αποδιέγερσης;

Απάντηση:

Με το γεγονός ότι οι ενεργειακές στάθμες όλων των ατόμων είναι διαφορετικές.

Ερώτηση:

4) Αν πάρουμε το ηλιακό φάσμα από τη Σελήνη (που δε διαθέτει ατμόσφαιρα), τι μορφή θα έχει;

Απάντηση:

Θα έχει λιγότερες γραμμές Fraunhofer πάνω στο ίδιο φόντο.

Ερώτηση:

5) Γιατί πάνω στο πέτασμα, δεν παίρνουμε το φάσμα του λευκού φωτός χωρίς μαύρες γραμμές;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί το αέριο που βρίσκεται μεταξύ της φωτεινής πηγής και της σχισμής απορροφά κάποια από τα φωτόνια της δέσμης του λευκού φωτός. Επιπλέον, πάνω στο πέτασμα βλέπουμε το παραγόμενο φάσμα απορρόφησης, όχι το φάσμα εκπομπής.

1.4. Θερμοκρασία και φάσμα εκπομπής

Ερώτηση:

1) Στο διαδραστικό διάγραμμα, όσο ανεβάζουμε τη θερμοκρασία της πηγής παρατηρούμε ότι:

Απάντηση:

Αυξάνεται η ένταση της ακτινοβολίας στα διάφορα μήκη κύματος και μειώνεται το μήκος κύματος της ακτινοβολίας με τη μέγιστη ένταση.

Ερώτηση:

2) Μελετώντας το συνεχές φόντο του ηλιακού φάσματος παρατηρούμε ότι το μέγιστο της έντασης του βρίσκεται σε μήκος κύματος $\lambda = 497 \text{ nm}$. Από αυτή την πληροφορία μπορούμε να βρούμε:

Απάντηση:

Τη θερμοκρασία της ηλιακής επιφάνειας.

Ερώτηση:

3) Αν μεταξύ φωτεινής πηγής και σχισμής παρεμβάλουμε ένα κόκκινο φίλτρο, τότε ένα πιθανό



φάσμα που θα πάρουμε πάνω στο πέτασμα είναι:

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι: Γ.

5.17 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ10_Εφαρμογές της ατομικής Φυσικής_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 10
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ10_Εφαρμογές της ατομικής Φυσικής_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, Β, εισαγωγή, ακτίνες Χ, ακτινογραφία, σωλήνας Coolidge, άνοδος, κάθοδος, σωλήνας κενού, τάση θέρμανσης καθόδου, μήκος κύματος, τάση ανόδου-καθόδου, δεισδυτική ικανότητα, βαθμός απορρόφησης, βαθμός σκέδασης, ηλεκτρικό πεδίο, μαγνητικό πεδίο, φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, φθορισμός, ιονισμός, αξονικός τομογράφος, κρυσταλλογραφία, μεταλλουργία, ραδιογραφία, αστρονομία, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> Μηχανισμός παραγωγής, φύση (είδος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας) και ιδιότητες των ακτίνων Χ. Παράγοντες που επηρεάζουν τη μορφή φάσματος των ακτίνων Χ. Απορρόφηση των ακτίνων Χ. Εφαρμογές ακτίνων Χ στην καθημερινή ζωή (μεταλλουργία, κρυσταλλογραφία, αστρονομία, ιατρική).



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να γνωρίζουν και να εξηγούν τον μηχανισμό παραγωγής ακτίνων Χ.
ΔΣ2	Να περιγράφουν την κατασκευή και λειτουργία του σωλήνα Coolidge.
ΔΣ3	Να γνωρίζουν ότι οι ακτίνες Χ είναι αόρατη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και να αναγνωρίζουν την θέση των ακτίνων Χ στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα σε σχέση με άλλες ακτινοβολίες.
ΔΣ4	Να αναφέρουν τις ιδιότητες των ακτίνων Χ, δηλαδή ότι α) διαδίδονται ευθύγραμμα με την ταχύτητα του φωτός β) διαδίδονται μέσα από ένα εύρος υλικών γ) δεν εκτρέπονται από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία δ) προκαλούν φθορισμό ε) προκαλούν ιονισμό των αερίων ζ) προκαλούν το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο η) προσβάλλουν τη φωτογραφική πλάκα
ΔΣ5	Να γνωρίζουν και να αναφέρουν εφαρμογές των ακτίνων Χ αλλά και τους κινδύνους από τη συνεχή χρήση τους.
ΔΣ6	Να γνωρίζουν και να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας του αξονικού τομογράφου.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.3. Τα μέρη του σωλήνα Coolidge

Ερώτηση:

1. Ποια είναι τα 3 βασικά μέρη του σωλήνα Coolidge;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Το σύστημα ψύξης ανόδου, η πηγή υψηλής τάσης για θέρμανση της καθόδου και ο σωλήνας υψηλού κενού.

Ερώτηση:

2. Γιατί το εσωτερικό του σωλήνα Coolidge δεν πρέπει να περιλαμβάνει ατμοσφαιρικό αέρα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί με την αύξηση της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα που θα βρισκόταν στο εσωτερικό του σωλήνα, θα αυξανόταν και η πίεσή του με αποτέλεσμα να σπάσει το γυάλινο περίβλημα. Ακόμα κι αν αυτό δεν συνέβαινε, θα θόλωνε το γυάλινο περίβλημα και έτσι θα είχαμε απώλειες στις ακτίνες X που παράγονται.

Ερώτηση:

3. Πώς επιτυγχάνεται η θέρμανση της καθόδου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Μια πηγή υψηλής τάσης η οποία θερμαίνει ένα σύρμα βολφραμίου.

Ερώτηση:

4. Τι προκαλεί την επιτάχυνση των ηλεκτρονίων;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το ισχυρό ηλεκτρικό πεδίο που υπάρχει ανάμεσα στην κάθοδο και την άνοδο.

Ερώτηση:

5. Ποιος ο λόγος επιτάχυνσης των ηλεκτρονίων;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όσο μεγαλύτερη κινητική ενέργεια αποκτούν τόσο μεγαλύτερη θα είναι η ενέργεια που θα μεταφερθεί στην άνοδο. Μέρος αυτής της ενέργειας μετατρέπεται σε ακτίνες X και το υπόλοιπο μέρος μετατρέπεται σε θερμότητα.

Ερώτηση:

6. Γιατί χρειαζόμαστε μηχανισμό ψύξης για την άνοδο;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Γιατί το μεγαλύτερο μέρος της κινητικής ενέργειας των ηλεκτρονίων που εκπέμπονται στην κάθοδο, μετατρέπεται σε θερμότητα όταν τα ηλεκτρόνια συγκρούονται με την άνοδο. Έτσι, χωρίς το μηχανισμό ψύξης, το μέταλλο της ανόδου θα έλιωνε και θα καταστρεφόταν η συσκευή.

1.6. Δραστηριότητες αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

1. Θα μπορούσαμε να αυξομειώσουμε το μήκος κύματος της παραγόμενης ακτινοβολίας μεταβάλλοντας μόνο την τάση θέρμανσης της καθόδου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι. Η μεταβολή της τάσης θέρμανσης επηρεάζει την ένταση της παραγόμενης ακτινοβολίας, αλλά όχι το μήκος κύματος.

Ερώτηση:

2. Θα μπορούσαμε να αυξομειώσουμε την ένταση της παραγόμενης ακτινοβολίας μεταβάλλοντας μόνο την τάση ανόδου-καθόδου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι. Η μεταβολή της τάσης ανόδου – καθόδου επηρεάζει το μήκος κύματος της παραγόμενης ακτινοβολίας, αλλά όχι την έντασή της.

Ερώτηση:

3. Πώς μπορούμε να εξηγήσουμε τη μεταβολή στο μήκος κύματος της παραγόμενης ακτινοβολίας στην περίπτωση που μεταβάλλεται η τάση ανόδου-καθόδου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η αύξηση της τάσης ανόδου – καθόδου αυξάνει το ηλεκτρικό πεδίο ανάμεσα στην άνοδο και την κάθοδο. Επομένως, τα ηλεκτρόνια επιταχύνονται περισσότερο και έτσι αυξάνεται η ενέργεια που μεταφέρουν στην άνοδο. Συνεπώς, η παραγόμενη ακτινοβολία θα έχει μεγαλύτερη ενέργεια και άρα μικρότερο μήκος κύματος αφού:

$$E = hc / \lambda$$



ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.2. Ερμηνεία ακτινογραφιών

Ερώτηση:

1. Ποιων αντικειμένων οι ακτινογραφίες περιλαμβάνουν έντονα σκιασμένη περιοχή;

Ενδεικτική Απάντηση:

Αντικείμενα που έχουν μεγάλη πυκνότητα

Ερώτηση:

2. Ποιων αντικειμένων οι ακτινογραφίες περιλαμβάνουν ελαφρώς σκιασμένη περιοχή;

Ενδεικτική Απάντηση:

Αντικείμενα που έχουν μικρή σχετικά πυκνότητα ή είναι διαφανή.

Ερώτηση:

3. Τι κοινό έχουν τα αντικείμενα των οποίων οι ακτινογραφίες περιλαμβάνουν έντονα σκιασμένη περιοχή;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο ατομικός αριθμός των στοιχείων από τα οποία αποτελούνται είναι μεγάλος.

Ερώτηση:

4. Ποιος ο λόγος που οι ακτινογραφίες κάποιων αντικειμένων περιλαμβάνουν έντονα σκιασμένη περιοχή και άλλων ελαφρώς σκιασμένη περιοχή;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η διαφορά στο βαθμό απορρόφησης των ακτινών X από υλικά με διαφορετικό ατομικό αριθμό.

Ερώτηση:

5. Τι είδους πληροφορία μπορούμε να πάρουμε από μία ακτινογραφία; Χρησιμοποιήστε ένα από τα πιο πάνω αντικείμενα ως παράδειγμα στην επεξήγησή σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Μπορούμε να παρατηρήσουμε αν υπάρχει μια ασυνέχεια σε ένα υλικό (π.χ. σπασμένο οστό) ή αν παρεμβάλλεται άλλο υλικό σε ένα άλλο (π.χ. αν υπάρχει υγρό στους πνεύμονες).

**Ερώτηση:**

6. Συγκρίνετε το βαθμό σκίασης των τριών τελευταίων αντικειμένων (κενό πλαστικό μπουκάλι, μπουκάλι γεμάτο με χρωματισμένο νερό και μπουκάλι που περιέχει χρωματισμένο νερό και οστό από κοτόπουλο). Πώς αυτά τα τρία αντικείμενα προσομοιάζουν το ανθρώπινο σώμα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το κενό μπουκάλι προσομοιάζει με περιοχές του σώματος που αποτελούνται από στοιχεία με μικρή πυκνότητα (ατομικό αριθμό) π.χ. καθαροί πνεύμονες, το μπουκάλι γεμάτο με χρωματισμένο νερό με περιοχές από στοιχεία μεγαλύτερης πυκνότητας π.χ. πνεύμονες με παρουσία υγρού και το μπουκάλι που περιέχει χρωματισμένο νερό και οστό από κοτόπουλο προσομοιάζει με περιοχές όπου υπάρχουν στοιχεία με μεγάλη πυκνότητα π.χ τα οστά του θώρακα.

Ερώτηση:

7. Γιατί σε μια ακτινογραφία η σκιά των οστών είναι σαφώς εντονότερη από ότι αυτή των μαλακών ιστών;

Ενδεικτική Απάντηση:

Επειδή οι ακτίνες X απορροφούνται περισσότερο από τα οστά τα οποία αποτελούνται από στοιχεία με μεγάλο ατομικό αριθμό παρά από τους μαλακούς ιστούς οι οποίοι αποτελούνται από στοιχεία με μικρότερο ατομικό αριθμό.

2.3. Δραστηριότητες αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

1. Παρατηρήστε προσεκτικά τις διπλανές ακτινογραφίες. Τι μπορείτε να συμπεράνετε για το ιστορικό των ασθενών;

Ενδεικτική Απάντηση:

1. Τοποθέτηση πλατίνας για υποστήριξη του οστού, 2. Κάταγμα κερκίδας και ωλένης, 3. Κάταγμα βραχιόνιου οστού, 4. Τοποθέτηση μεταλλικής ενίσχυσης σε οστό.

Ερώτηση:

2. Με βάση τις δύο προσομοιώσεις που μελετήσαμε μέχρι τώρα, θα μπορούσαμε να δώσουμε κάποια απάντηση στο ερώτημα του μαθητή, "γιατί σε μια ακτινογραφία φαίνονται μόνο τα οστά και όχι οι μαλακοί ιστοί";

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Επειδή τα σώματα με μεγαλύτερη πυκνότητα απορροφούν περισσότερο τις ακτίνες Χ. Έτσι, η σκιά που δημιουργούν πάνω στην οθόνη ανίχνευσης είναι εντονότερη.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.1. Διάδοση μέσα από ηλεκτρικό πεδίο****Ερώτηση:**

Προβλέψτε την επίδραση που θα έχει στη διάδοση των ακτίνων Χ η ύπαρξη ενός ηλεκτρικού πεδίου. Ακολουθώς, κλείστε το διακόπτη της μπαταρίας του διαδραστικού εφαρμογιδίου. Γράψετε τι προβλέψατε και τι βλέπετε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι ακτίνες Χ δεν εκτρέπονται από το ηλεκτρικό πεδίο.

3.2. Διάδοση μέσα από μαγνητικό πεδίο**Ερώτηση:**

Προβλέψτε την επίδραση που θα έχει στη διάδοση των ακτίνων Χ η ύπαρξη ενός μαγνητικού πεδίου. Ακολουθώς, κλείστε το διακόπτη της μπαταρίας του διαδραστικού εφαρμογιδίου και δοκιμάστε να αλλάξετε τη κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου επιλέγοντας το κουμπί Έναρξη (περιστρέφει το σωληνοειδές). Γράψετε τί προβλέψατε και τι βλέπετε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι ακτίνες Χ δεν εκτρέπονται από το μαγνητικό πεδίο.

3.3. Ακτίνες Χ και το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο**Ερώτηση:**

Προβλέψτε τι θα συμβεί όταν οι ακτίνες Χ προσκρούσουν στο μέταλλο της καθόδου σε ένα θάλαμο κενού. Γράψετε τι προβλέψατε και τι βλέπετε. Αναζητήστε πληροφορίες από το διαδίκτυο για να προσδιορίσετε διάφορες εφαρμογές των ακτίνων Χ, οι οποίες βασίζονται στην αξιοποίηση της ιδιότητας των ακτίνων Χ που μόλις εντοπίσατε.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Οι ακτίνες X προκαλούν το φαινόμενο του ιονισμού στο μέταλλο της καθόδου.

3.4. Φθορισμός**Ερώτηση:**

Προβλέψτε τι θα συμβεί όταν οι ακτίνες X προσκρούσουν στην φθορίζουσα οθόνη. Γράψετε τι προβλέψατε και τι βλέπετε. Αναζητήστε πληροφορίες από το διαδίκτυο για να προσδιορίσετε διάφορες εφαρμογές των ακτίνων X, οι οποίες βασίζονται στην αξιοποίηση της ιδιότητας των ακτίνων X που μόλις εντοπίσατε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι ακτίνες X προκαλούν τη διέγερση των ηλεκτρονίων των ατόμων της φθορίζουσας οθόνης. Στη συνέχεια αυτά αποδιεγείρονται και εκπέμπονται φωτόνια.

3.5. Ιονισμός**Ερώτηση:**

Προβλέψτε τι θα συμβεί όταν οι ακτίνες X διαπεράσουν το θάλαμο ενός αερίου υπό χαμηλή πίεση. Γράψετε τι προβλέψατε και τι βλέπετε. Αναζητήστε πληροφορίες από το διαδίκτυο για να προσδιορίσετε διάφορες εφαρμογές των ακτίνων X, οι οποίες βασίζονται στην αξιοποίηση της ιδιότητας των ακτίνων X που μόλις εντοπίσατε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι ακτίνες X προκαλούν το φαινόμενο του ιονισμού στο αέριο, με αποτέλεσμα να παράγεται ρεύμα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5**5.1. Εφαρμογές των ακτίνων X****Ερώτηση:**

Αναφέρετε τα παραδείγματα τα οποία παρουσιάζουν οι μαθητές ως εφαρμογές των ακτίνων X στην καθημερινή μας ζωή. Σε περίπτωση που γνωρίζετε και άλλα παραδείγματα, πέρα από αυτά που αναφέρουν οι τρεις μαθητές, αναφέρετέ τα.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Μεταλλουργία (εντοπισμός ρωγμών, ατελειών και ανωμαλιών στο εσωτερικό των μετάλλων), Κρυσταλλογραφία (παρατήρηση εικόνων περίθλασης), Αστρονομία, Ιατρική (ακτινογραφίες, ακτινοσκοπήσεις, αξονικός τομογράφος).

5.18 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ11_Βασικές έννοιες της πυρηνικής φυσικής_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 11
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ11_Βασικές έννοιες της πυρηνικής φυσικής_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, Β, εισαγωγή, πείραμα Rutherford, άτομο, πυρήνας, φορτίο σωματιδίων πυρήνα, δομή ατόμου, πυρήνας ατόμου, ελκτικές δυνάμεις, ηλεκτροστατικές δυνάμεις, νουκλεόνια, αδρόνια, πυρηνικές δυνάμεις, θεμελιώδεις δυνάμεις της φύσης, ηλεκτρόνιο, πρωτόνιο, νετρόνιο, ατομική μονάδα μάζας, μάζα ηλεκτρονίου, μάζα πρωτονίου, μάζα νετρονίου, γραμμάριο, χιλιόγραμμα, ατομική μονάδα μάζας, ισότοπα, ισοβαρή, μαζικός αριθμός, ηλεκτρόνια, νετρόνια, πρωτόνια, ατομικός αριθμός, ακτίνα πυρήνα, ισότοπα στοιχεία, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Σύγκριση μεγέθους ατόμου – πυρήνα. • Φύση και ιδιότητες πυρηνικών δυνάμεων. • Ορισμός ατομικής μονάδας μάζας. • Ορισμός ισοτόπων στοιχείων – παραδείγματα.



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να γνωρίζουν ότι η ακτίνα του πυρήνα ενός ατόμου είναι κατά πολύ μικρότερη από την ακτίνα του ατόμου.
ΔΣ2	Να αναφέρουν τον τρόπο με τον οποίο τα νουκλεόνια συγκροτούνται στον πυρήνα και τις ιδιότητες των πυρηνικών δυνάμεων.
ΔΣ3	Να ορίζουν την ατομική μονάδα μάζας u και την μετατρέπουν στο S.I.
ΔΣ4	Να ορίζουν ισότοπα στοιχεία και δίνουν παραδείγματα.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Το πείραμα του Rutherford

Ερώτηση:

Εξηγήστε αν συμφωνείτε ή αν διαφωνείτε με κάποιο από τους μαθητές ή και με τους δύο, ως προς τη δομή ενός ατόμου και το συγκριτικό μέγεθος πυρήνα-ατόμου. Μπορείτε να επαναλάβετε το πείραμα του Rutherford, εάν το θεωρείτε χρήσιμο, μέσω της προσομοίωσης που σας προσφέρεται.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η άποψη που έχει η κοπέλα είναι η ορθή.

Ερώτηση:

Σε σχέση με το μέγεθος του ατόμου ενός στοιχείου, το μέγεθος του πυρήνα είναι:

Απάντηση:

Κατά πολύ μικρότερο.



1.2. Η δομή του ατόμου 1

Ερώτηση:

Έχοντας ως δεδομένο το φορτίο που έχει ο πυρήνας των ατόμων, από το πείραμα του Rutherford, μπορείτε να υποθέσετε τι είδους φορτίο θα φέρουν τα σωματίδια που τον αποτελούν;

Ενδεικτική Απάντηση:

Θετικό και ουδέτερο.

1.3. Η δομή του ατόμου 2

Ερώτηση:

1. Εξηγήστε με τι συμφωνείτε ή με τι διαφωνείτε σε σχέση με τα λεγόμενα των μαθητών.

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι απόψεις και των δυο μαθητών είναι ορθές.

Ερώτηση:

2. Θεωρείτε βάσιμη την υποψία της Ειρήνης σχετικά με την ύπαρξη ελκτικών δυνάμεων εντός του πυρήνα; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ναι, η υποψία της Ειρήνης είναι βάσιμη, γιατί αν δεν υπήρχαν αυτές οι ελκτικές δυνάμεις, τότε τα ομώνυμα άτομα που περιέχονται στον πυρήνα θα απωθούνταν λόγω απωστικών ηλεκτροστατικών δυνάμεων Coulomb. Συνεπώς, ο πυρήνας δε θα παρέμενε σταθερός.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Η δομή του πυρήνα

Ερώτηση:

1. Σχολιάστε κατά πόσο η υποψία της Ειρήνης ήταν βάσιμη.

Ενδεικτική Απάντηση:

Πράγματι, η υποψία ήταν ορθή αφού υπάρχουν ελκτικές δυνάμεις λόγω ισχυρών πυρηνικών



αλληλεπιδράσεων μεταξύ των νουκλεονίων του πυρήνα.

Ερώτηση:

2. Συμπληρώστε την τελική δήλωση της Ειρήνης.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ισχυρή πυρηνική δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα στα νουκλεόνια του πυρήνα (η οποία είναι ελκτική).

Ερώτηση:

3. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των πυρηνικών δυνάμεων;

Ενδεικτική Απάντηση:

Δεν εξαρτώνται από τη μάζα ή το ηλεκτρικό φορτίο των νουκλεονίων και είναι πάντοτε ελκτικές. Έχουν μικρή εμβέλεια δράσης, αλλά εντός των ορίων της εμβέλειάς τους είναι 100 φορές πιο ισχυρές από τις ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις.

Ερώτηση:

4. Εξηγήστε κατά πόσον η επίδραση των πυρηνικών δυνάμεων είναι διαφορετική για τα πρωτόνια και τα νετρόνια.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, η πυρηνική δύναμη δεν είναι διαφορετική για τα πρωτόνια και τα νετρόνια, γιατί είναι ανεξάρτητη της μάζας και του φορτίου του νουκλεονίου.

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μάζα ηλεκτρονίου

Απάντηση:

0 kg

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μάζα πρωτονίου

Απάντηση:

$1,67 \cdot 10^{-27}$ kg



2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μάζα νετρονίου

Απάντηση:

$1,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Σε πόσα γραμμάρια (g) αντιστοιχεί μία μονάδα μάζας u ;

Απάντηση:

$1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Σε πόσα χιλιόγραμμα (kg) αντιστοιχεί μία μονάδα μάζας u ;

Απάντηση:

$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

2.8. Ατομικός και μαζικός αριθμός

Σας δίνεται μία προσομοίωση που παρουσιάζει τον περιοδικό πίνακα. Επιλέξτε ένα από τα στοιχεία που σας επιτρέπει η προσομοίωση από τον περιοδικό πίνακα. Αφού κάνετε την επιλογή σας θα ανοίξει μία οθόνη που θα περιέχει κάποια πληροφορία για το στοιχείο (π.χ. ατομικός αριθμός, αριθμός των νετρονίων) και οδηγίες για να συμπληρώσετε πληροφορίες που απουσιάζουν.

Απάντηση:

<p>Mn: Όνομα: ΜΑΓΓΑΝΙΟ Ατομικός Αριθμός: 25 Μαζικός Αριθμός: 54 Υπολογίστε τον αριθμό των νετρονίων <input type="text" value="29"/></p>	<p>Ag: Όνομα: ΑΡΓΥΡΟΣ Ατομικός Αριθμός: 47 Μαζικός Αριθμός: 107 Υπολογίστε τον αριθμό των νετρονίων <input type="text" value="60"/></p>	<p>Ni: Όνομα: ΝΙΚΕΛΙΟ Αριθμός πρωτονίων: 28 Το στοιχείο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο. Υπολογίστε τον αριθμό των ηλεκτρονίων <input type="text" value="28"/></p>
<p>Ar: Όνομα: ΑΡΓΟ Ατομικός Αριθμός: 18 Μαζικός Αριθμός: 39 Υπολογίστε τον αριθμό των νετρονίων <input type="text" value="21"/></p>	<p>Li: Όνομα: ΛΙΘΙΟ Ατομικός Αριθμός: 3 Το στοιχείο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο. Υπολογίστε τον αριθμό των ηλεκτρονίων <input type="text" value="3"/></p>	

**Ερώτηση:**

Με βάση την πιο πάνω παρουσίαση εξηγήστε πότε λέμε ότι τα δύο στοιχεία είναι ισότοπα και πότε λέμε ότι είναι ισοβαρή.

Ενδεικτική απάντηση:

Δύο στοιχεία είναι ισότοπα όταν έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό και ισοβαρή όταν έχουν τον ίδιο μαζικό αριθμό.

Ερώτηση:

1. Ποιο στοιχείο έχει τα περισσότερα ισότοπα;

Απάντηση:

Ξένον (Xe)

Ερώτηση:

2. Ποια από τα πιο κάτω στοιχεία είναι ισοβαρή;

Απάντηση:

${}_{16}^{36}\text{S}$ και ${}_{18}^{36}\text{Ar}$

Ερώτηση:

3. Ποιο από τα πιο κάτω στοιχεία έχει τα περισσότερα ισότοπα;

Απάντηση:

${}_{26}^{56}\text{Fe}$

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά.

Απάντηση:

Δίνεται το στοιχείο ${}_{13}^{27}\text{Al}$

Να γράψετε:

Τον αριθμό των πρωτονίων: 13

Τον αριθμό των νετρονίων: 14

Τον αριθμό των ηλεκτρονίων: 13

Το μαζικό του αριθμό: 27



2.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά.

Απάντηση:

Στοιχείο	Ατομικός αριθμός	Μαζικός αριθμός	Πρωτόνια	Νετρόνια	Ηλεκτρόνια
Χ	18	40	18	22	18
Ψ	17	35	17	18	17
Ω	11	23	11	12	11
Θ	20	40	20	20	20

2.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωσης κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά.

Απάντηση:

Στοιχείο	Ατομικός αριθμός	Μαζικός αριθμός	ηλεκτρόνια (e)	Νετρόνια
Φθόριο (F)	9	19	9	10
Άργυρος (Ag)	47	108	47	61
Ιώδιο (I)	53	127	53	74
Μαγνήσιο (Mg)	12	24	12	12

2.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Παρακολουθήστε το διάλογο μεταξύ των δύο μαθητών και εξηγήστε με ποια από τα λεγόμενα τους διαφωνείτε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Και οι δυο μαθητές έχουν λάθος, γιατί για να υπολογίσουμε τον αριθμό των νετρονίων χρειαζόμαστε τόσο το μαζικό όσο και τον ατομικό αριθμό: $n = A - Z$

2.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Πώς συνδέεται η ακτίνα του πυρήνα με τον αντίστοιχο μαζικό αριθμό (A) ενός ατόμου; Επιλέξτε μία από τις ακόλουθες απαντήσεις:

Απάντηση:

Όσο μεγαλώνει ο Μαζικός Αριθμός A, μικραίνει η ακτίνα του πυρήνα.

**2.14. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**

Υπάρχει στοιχείο που να μην έχει κάποιο ισότοπο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ναι, υπάρχουν στοιχεία που δεν έχουν φυσικά ισότοπα.

2.15. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Γιατί χρησιμοποιούμε το γραμμαρίο (g) ως μονάδα μέτρησης της μάζας και όχι τη μονάδα μέτρησης της μάζας μ στην καθημερινή μας ζωή;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η μονάδα μέτρησης μ ισοδυναμεί με $1,66 \times 10^{-24}$ g. Αυτή η μάζα είναι πολύ μικρή όταν πρόκειται για αντικείμενα της καθημερινότητας μας, τα οποία έχουν μάζα της τάξης του κιλού ή του γραμμαρίου.

2.16. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Υπάρχει στοιχείο που να έχει μεγαλύτερο ατομικό αριθμό από ότι μαζικό;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι.

5.19 ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ12_Περιγραφή Πυρήνα_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 12
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ12_Περιγραφή Πυρήνα_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, έλλειμμα μάζας, μάζα πρωτονίου, μάζα νετρονίου, μάζα πυρήνα, ενέργεια σύνδεσης, ενέργεια διάσπασης πυρήνα, ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο, αριθμός νουκλεονίων, ενέργεια σύνδεσης,



	σταθερότητα πυρήνα, σύνθεση πυρήνα, ισχυρική πυρηνική δύναμη, δύναμη Coulomb, πυρηνική σχάση, πυρηνική σύντηξη, αριθμός πρωτονίων, ενέργεια σύνθεσης, απωστική δύναμη, ατομικός αριθμός, πρωτόνια, σταθερότητα πυρήνων, αριθμός πρωτονίων, αριθμός νετρονίων, αριθμός ηλεκτρονίων, φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein, ανά νουκλεόνιο.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none">• Μάζα πυρήνα, έλλειμα μάζας• Ενέργεια σύνδεσης πυρήνα• Παράγοντες σταθερότητας πυρήνα

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να γνωρίζουν ότι η μάζα του πυρήνα είναι πάντοτε μικρότερη από το άθροισμα των μαζών των νουκλεονίων που τον αποτελούν και να ορίζουν το έλλειμμα μάζας .
ΔΣ2	Να ορίζουν την ενέργεια σύνδεσης του πυρήνα .
ΔΣ3	Να ορίζουν την ενέργεια σύνδεσης ενός πυρήνα ανά νουκλεόνιο .
ΔΣ4	Να γνωρίζουν και να εξηγούν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η σταθερότητα του πυρήνα

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Έλλειμμα Μάζας

Ερώτηση:

1. Συγκρίνετε την απάντηση της Βάσως με την τιμή που αναγράφεται στον περιοδικό πίνακα που



σας δίνεται. Είναι οι ίδιες; (Οι τιμές που περιλαμβάνονται στον περιοδικό πίνακα προέκυψαν από τη χρήση φασματογράφου μάζας.

Απάντηση:

Όχι.

Ερώτηση:

2. Μήπως η Βάσω έκανε λάθος στους υπολογισμούς της; Επαναλάβετε τον υπολογισμό της μάζας του πυρήνα του ηλίου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι η Βάσω δεν έκανε λάθος στους υπολογισμούς της.

Ερώτηση:

3. Μήπως το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ισχύει μόνο για τον πυρήνα του ηλίου; Υπολογίστε την μάζα του πυρήνα άλλων 2 στοιχείων του περιοδικού πίνακα χρησιμοποιώντας την εξίσωση της Βάσως. Συγκρίνετε τα αποτελέσματά σας με τις τιμές της μάζας των αντίστοιχων πυρήνων, όπως αυτές παρουσιάζονται στον περιοδικό σας πίνακα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ισχύει για όλα τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα.

Ερώτηση:

4. Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε ως προς την εγκυρότητα της εξίσωσης που εισηγήθηκε η Βάσω για τον υπολογισμό της μάζας ενός πυρήνα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η εξίσωση που εισηγήθηκε η Βάσω δεν είναι ορθή. Πρέπει να λείπει κάποιος επιπρόσθετος όρος.

1.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ερώτηση:

1. Υπολογίστε το έλλειμμα μάζας των ακόλουθων στοιχείων: Sn, Pb, Cr, Ra.

Ενδεικτική Απάντηση:

Για όλες τις περιπτώσεις: $\Delta M = (Z M_{\text{πρωτονίου}} + N M_{\text{νετρονίου}}) - M_{\text{πυρήνα}}$, όπου N είναι ο αριθμός των νετρονίων ($N = A - Z$).

**Ερώτηση:**

2. Να υπολογιστεί η ενέργεια που χρειάζεται ώστε ένας πυρήνας C, Fe, Ni, Sr, U και Fm να διασπαστεί. Δίνεται:

$$m_C=12,000 \text{ u}, m_{Fe}=55,935 \text{ u}, m_{Ni}=57,935 \text{ u},$$

$$m_{Sr}=87,906 \text{ u}, m_U=238,051 \text{ u}, m_{Fm}=249,079 \text{ u}.$$

Ενδεικτική Απάντηση:

Σε όλες τις περιπτώσεις: (Ενέργεια σύνδεσης) $E = \Delta m \cdot c^2$, όπου

$$\Delta m = (Z M_{\text{πρωτονίου}} + N M_{\text{νετρονίου}}) - M_{\text{πυρήνα}}$$

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.1. Ενέργεια Σύνδεσης ανά Νουκλεόνιο****Ερώτηση:**

Συμφωνείτε με τους υπολογισμούς της Γεωργίας και της Βάσως;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ναι, οι υπολογισμοί είναι ορθοί.

2.2 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

Να υπολογιστεί για τους πυρήνες H, N, Al, Dy και No:

A) το έλλειμμα μάζας,

B) η ολική ενέργεια σύνδεσης

Γ) η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο

Ενδεικτική Απάντηση:

A) το έλλειμμα μάζας, $\Delta m = (Z M_{\text{πρωτονίου}} + N M_{\text{νετρονίου}}) - M_{\text{πυρήνα}}$

B) η ολική ενέργεια σύνδεσης, $E = \Delta m \cdot c^2$

Γ) η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο, $E / (\text{συνολικός αριθμός νουκλεονίων του κάθε πυρήνα})$



2.3 Ενέργεια Σύνδεσης και Σταθερότητα

Ερώτηση:

Ποιος πυρήνας έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο; Εντοπίστε το σημείο που αντιστοιχεί σε κάθε στοιχείο επάνω στη γραφική παράσταση. Ποιο από αυτά τα σημεία έχει τη μεγαλύτερη τιμή για την ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο; Παρακολουθήστε ξανά την υποενότητα: Ενέργεια Σύνδεσης ανά Νουκλεόνιο.

Απάντηση:

^{62}Ni με ατομικό αριθμό 28.

Ερώτηση:

Ποια περιοχή της γραφικής παράστασης περιλαμβάνει τους πυρήνες με τη μεγαλύτερη ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο; Ποια από αυτές τις περιοχές περιλαμβάνει τα περισσότερα σημεία με μεγάλες τιμές ενέργειας σύνδεσης ανά νουκλεόνιο;

Απάντηση:

Στην περιοχή περίπου με $A=56$ έως $A=60$.

Ερώτηση:

Ποιος πυρήνας είναι ο σταθερότερος (είναι δυσκολότερο να διασπαστεί); Σκεφτείτε πώς μπορείτε να υπολογίσετε την ολική ενέργεια σύνδεσης, αν γνωρίζετε την ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο. Διαβάστε ξανά την υποενότητα: Ενέργεια Σύνδεσης και παρακολουθήστε ξανά την υποενότητα: Ενέργεια Σύνδεσης ανά Νουκλεόνιο.

Απάντηση:

^{56}Fe με ατομικό αριθμό 26.

Ερώτηση:

Ποιος πυρήνας, με μεγαλύτερο μαζικό αριθμό από το σίδηρο, έχει τη μικρότερη ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο; Εντοπίστε την μικρότερη τιμή E/A στη γραφική παράσταση μετά το άτομο του Fe. Παρακολουθήστε ξανά την υποενότητα: Ενέργεια Σύνδεσης ανά Νουκλεόνιο.

Απάντηση:

^{238}U με ατομικό αριθμό 92.



2.4 Δραστηριότητες αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ερώτηση:

1. Μελετήστε τη σύνθεση των πυρήνων που έχουν μεγάλη ενέργεια σύνδεσης και συγκρίνετέ την με τη σύνθεση των πυρήνων των ατόμων με μεγάλο μαζικό αριθμό (π.χ. U). Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε;

Σημείωση: Ορισμένοι πυρήνες με μεγάλη ενέργεια σύνδεσης είναι: ^{56}Fe με ατομικό αριθμό 26, ^{62}Ni με ατομικό αριθμό 28, ^{55}Mn με ατομικό αριθμό 25. Ορισμένοι πυρήνες με μεγάλο μαζικό αριθμό είναι: ^{238}U με ατομικό αριθμό 92, ^{214}Th με ατομικό αριθμό 90, ^{209}Bi με ατομικό αριθμό 83.

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι πυρήνες με μεγάλη ενέργεια σύνδεσης έχουν περίπου ίσο αριθμό νετρονίων και πρωτονίων, ενώ οι πυρήνες με μεγάλο μαζικό αριθμό έχουν πολύ περισσότερα νετρόνια από ότι πρωτόνια.

Ερώτηση:

2. Δεδομένου ότι οι σταθερότεροι πυρήνες είναι εκείνοι που έχουν μεγαλύτερη ενέργεια σύνδεσης, σε ποιο συμπέρασμα μπορούμε να οδηγηθούμε σχετικά με τη σύνθεση του πυρήνα και τη σταθερότητά του;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ένας πυρήνας είναι σταθερότερος όταν ο αριθμός των πρωτονίων είναι περίπου ίσος με τον αριθμό των νετρονίων.

Ερώτηση:

3. Ιεραρχήστε τα ακόλουθα χημικά στοιχεία με βάση τη σταθερότητα του πυρήνα τους. Ξεκινήστε από τον σταθερότερο και καταλήξτε στο λιγότερο σταθερό.

Πυρήνες: Fe, Hg, Np, Lr, Zn, Rn

Δίνονται:

$$E_{B,\text{Fe}}/A = 8,790 \text{ MeV} \quad E_{B,\text{Hg}}/A = 7,905 \text{ MeV} \quad E_{B,\text{Np}}/A = 7,560 \text{ MeV},$$

$$E_{B,\text{Lr}}/A = 7,391 \text{ MeV} \quad E_{B,\text{Zn}}/A = 8,724 \text{ MeV} \quad E_{B,\text{Rn}}/A = 7,694 \text{ MeV}$$

Ενδεικτική Απάντηση:

Fe, Zn, Hg, Rn, Np, Lr

**ΕΝΟΤΗΤΑ 3****3.2 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση: Σταθερότεροι πυρήνες είναι εκείνοι που...

Απάντηση:

Έχουν μεγαλύτερη ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο.

3.3 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Επιλέξτε ποιοι από τους πιο κάτω πυρήνες μπορούν να συνενωθούν και να σχηματίσουν σταθερότερους πυρήνες.

Απάντηση:

Με ατομικό αριθμό 1, με ατομικό αριθμό 2.

3.4 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Επιλέξτε ποιοι από τους πιο κάτω πυρήνες μπορούν να διασπασθούν και να σχηματίσουν σταθερότερους πυρήνες.

Απάντηση:

Με ατομικό αριθμό 89, με ατομικό αριθμό 92.

3.5 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Επιλέξτε τον πυρήνα μέσα στον οποίο οι απωστικές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των πρωτονίων του είναι μεγαλύτερες.

Απάντηση:

Με ατομικό αριθμό 111.

3.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η σταθερότητα των πυρήνων εξαρτάται από

Απάντηση:

Τον αριθμό των πρωτονίων και των νετρονίων.



5.20 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ13_Βασικές έννοιες για τη ραδιενέργεια_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 13
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ13_Βασικές έννοιες για τη ραδιενέργεια_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, φυσική ραδιενέργεια, Becquerel, Marie Curie, εκπομπή ακτινοβολίας, ακτινοβολία γ, σωματίδια α, σωματίδια β, ραδιενέργεια β, ορυκτό, αλουμίνιο, ραδιενέργεια α, ραδιενέργεια γ, πυρήνας, σταθερότητα, πρωτόνια, νετρόνια, έλλειμμα μάζας, ηλεκτρικό πεδίο, μαγνητικό πεδίο, φυσική ραδιενέργεια, διαχωρισμός ραδιενέργειας, ταυτοποίηση ραδιενέργειας, χρήσεις ραδιενέργειας, εφαρμογές ραδιενέργειας, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Ραδιενέργεια (Ιστορική αναδρομή στην ραδιενέργεια, Φυσική ραδιενέργεια, Φύση και ιδιότητες της ραδιενέργειας α, β, γ) • Σταθερότητα και φύση των πυρήνων(Σταθερότητα πυρήνα, Έλλειμμα μάζας, Μέθοδος διαχωρισμού και προσδιορισμού της φύσης των συστατικών της φυσικής ραδιενέργειας) • Χρήσεις της ραδιενέργειας



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Περιγράφουν αδρομερώς το ιστορικό της ανακάλυψης της ραδιενέργειας από τους Becquerel και Marie Curie και να δικαιολογούν την προέλευση του όρου «ραδιενέργεια».
ΔΣ2	Γνωρίζουν ότι από τα βαριά ραδιενεργά στοιχεία μπορεί να εκπέμπονται σωματίδια α, σωματίδια β και ακτινοβολία γ και να περιγράφουν την φύση και ιδιότητές τους.
ΔΣ3	Εξηγούν γιατί πυρήνες των φυσικών ραδιενεργών στοιχείων εκπέμπουν ακτινοβολία.
ΔΣ4	Περιγράφουν τρόπους διαχωρισμού και προσδιορισμού της φύσης των συστατικών της φυσικής ραδιενέργειας με την βοήθεια ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου
ΔΣ5	Περιγράφουν χρήσεις της ραδιενέργειας και των ραδιενεργών ισοτόπων στην Χημεία, την Ιατρική, τη Γεωπονία και τη βιομηχανία

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Ιστορική αναδρομή στην ραδιενέργεια

Ερώτηση:

Με ποιο από τους μαθητές συμφωνείτε;

Απάντηση:

Με το Μάριο.



1.2. Φυσική ραδιενέργεια

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το ορυκτό εκπέμπει τόσο σωματίδια όσο και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Ερώτηση:

Γιατί το ορυκτό εκπέμπει, τόσο σωματίδια, όσο και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί είναι ραδιενεργό υλικό που εκπέμπει αυθόρμητα τόσο σωματίδια όσο και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Αυτό φαίνεται και από την απόκλιση των σωματιδίων λόγω εξωτερικού ηλεκτρικού πεδίου. Τα σωματίδια εκτρέπονται, αλλά υπάρχει και ένα είδος ακτινοβολίας που δεν εκτρέπεται (ακτινοβολία γ).

1.3. Φύση και ιδιότητες της ραδιενέργειας α, β, γ

Ερώτηση:

Ένα ραδιενεργό υλικό εκπέμπει ραδιενέργεια α , β και γ . Τα τρία είδη ραδιενέργειας διαδίδονται σε χώρο που υπάρχουν διαδοχικά τρία υλικά: λεπτό φύλλο χαρτί, λεπτό φύλλο αλουμινίου και πλάκα μολύβδου πάχους μερικών εκατοστών. Τι θα παρατηρήσετε;

Απάντηση:

Η ραδιενέργεια β περνά μόνο το φύλλο χαρτί.

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η ραδιενέργεια β περνά μόνο το φύλλο χαρτί.

Ερώτηση:

Γιατί νομίζετε η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας;

**Ερώτηση:**

Ποια από τα τρία είδη ραδιενέργειας έχει τη μεγαλύτερη διεισδυτική ικανότητα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ραδιενέργεια γ .

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

Διαθέτετε ένα μετρητή ραδιενέργειας και ένα ορυκτό που εκπέμπει μόνο ένα είδος ραδιενέργειας.

Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο θα διαπιστώσετε ότι το ορυκτό εκπέμπει ραδιενέργεια β .

Ενδεικτική Απάντηση:

Θα τοποθετήσουμε τον μετρητή μας κοντά στο αντικείμενο, το οποίο πρώτα θα το περιτυλίξουμε με χαρτί και στη συνέχεια με αλουμίνιο. Αν το αντικείμενο εκπέμπει ραδιενέργεια β , τότε την πρώτη φορά θα πρέπει να δούμε κάποια ένδειξη στο μετρητή, ενώ τη δεύτερη φορά δε θα υπάρχει ένδειξη.

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**Ερώτηση:**

Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο θα διαπιστώσετε το είδος της ραδιενέργειας που εκπέμπεται από ένα άγνωστο υλικό, χρησιμοποιώντας την πιο πάνω διάταξη.

Ενδεικτική Απάντηση:

Θα χρησιμοποιήσουμε διαδοχικά τα τρία υλικά χαρτί, αλουμίνιο και μόλυβδο. Αν η ένδειξη του ανιχνευτή είναι μηδενική στο χαρτί τότε είναι σωματίδια α . Αν είναι μηδενική στο αλουμίνιο αλλά όχι στο χαρτί είναι σωματίδιο β . Αν είναι μηδενική στο μόλυβδο αλλά όχι στο αλουμίνιο είναι ακτινοβολία γ .



ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Σταθερή πυρήνα

Ερώτηση:

Με ποιο από τους μαθητές συμφωνείτε;

Απάντηση:

Με την Ελένη.

2.2. Έλλειμμα μάζας

Ερώτηση:

Σας δίνονται οι μάζες του πυρήνα του στοιχείου Ουράνιο-238 με ατομικό αριθμό 92 και οι μάζες του πρωτονίου και του νετρονίου. Τότε,

Απάντηση:

Η μάζα του πυρήνα του στοιχείου Ουράνιο-238 είναι μικρότερη από το άθροισμα των μαζών των πρωτονίων και των νετρονίων που αποτελούν τον πυρήνα του ουρανίου.

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η μάζα του πυρήνα του στοιχείου Ουράνιο-238 είναι μικρότερη από το άθροισμα των μαζών των πρωτονίων και των νετρονίων που αποτελούν τον πυρήνα του ουρανίου.

Ερώτηση:

Γιατί νομίζετε η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας;

Ερώτηση:

Σας δίνονται οι πυρήνες των στοιχείων Ουράνιο-238 με ατομικό αριθμό 92 και Σίδηρος-56 με ατομικό αριθμό 26. Τότε

Απάντηση:

Ο πυρήνας του στοιχείου Σίδηρος-56 είναι πιο σταθερός από τον πυρήνα του στοιχείου Ουράνιο-



238.

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Ο πυρήνας του στοιχείου Σίδηρος-56 είναι πιο σταθερός από τον πυρήνα του στοιχείου Ουράνιο-238.

2.3. Μέθοδος διαχωρισμού και προσδιορισμού της φύσης των συστατικών της φυσικής ραδιενέργειας Ερώτηση:

Σας δίνεται ένα ραδιενεργό ορυκτό που εκπέμπει ραδιενέργεια α , β και γ . Τότε,

Απάντηση:

Μπορούμε να διαχωρίσουμε και να προσδιορίσουμε τα τρία είδη της ραδιενέργειας τόσο με μαγνητικό όσο και με ηλεκτρικό πεδίο.

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Μπορούμε να διαχωρίσουμε και να προσδιορίσουμε τα τρία είδη της ραδιενέργειας τόσο με μαγνητικό όσο και με ηλεκτρικό πεδίο.

Ερώτηση:

Γιατί νομίζετε η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας;

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στο σχήμα το ορυκτό εκπέμπει και τα τρία είδη ραδιενέργειας που σημειώνονται με τους αριθμούς 1, 2 και 3. Η ραδιενέργεια περνά μέσα από μαγνητικό πεδίο. Τότε,

Απάντηση:

Η ραδιενέργεια α , β και γ , αντιστοιχεί με τους αριθμούς 1, 3 και 2.

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

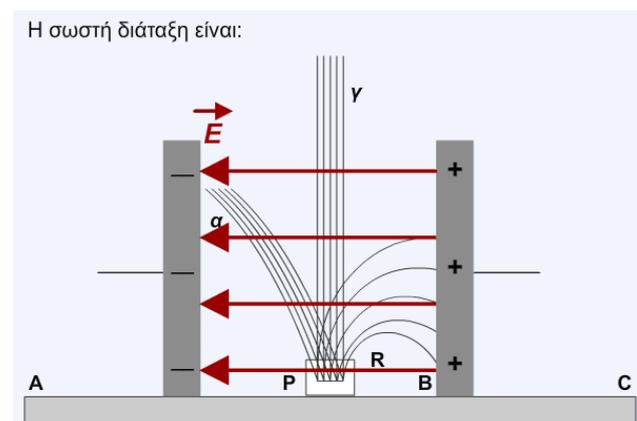
Στο σχήμα το ορυκτό εκπέμπει και τα τρία είδη ραδιενέργειας που σημειώνονται με τους αριθμούς 1, 2 και 3. Η ραδιενέργεια περνά μέσα από ηλεκτρικό πεδίο. Τότε,

**Απάντηση:**

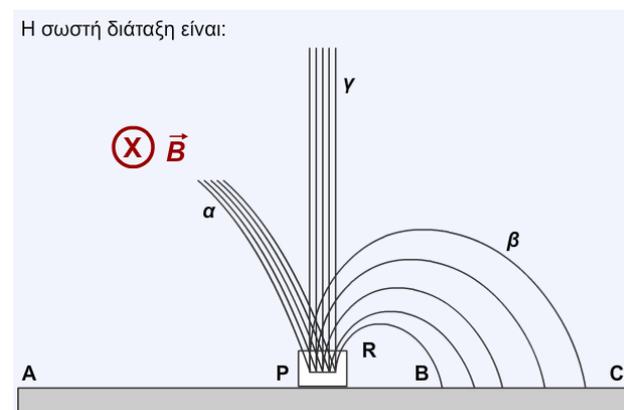
Η ραδιενέργεια α , β και γ , αντιστοιχεί με τους αριθμούς 1, 3 και 2.

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Στο σχήμα φαίνονται τα τρία είδη ραδιενέργειας που διαχωρίζονται αφού περάσουν μέσα από ομογενές ηλεκτρικό πεδίο. Να περιγράψετε με ποιο τρόπο θα τοποθετούσατε δύο πλάκες η μια θετικά φορτισμένη και η άλλη αρνητικά φορτισμένη, ώστε να επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός που δείχνει το σχήμα. Να προσδιορίσετε επίσης τη διεύθυνση και τη φορά των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών.

Ενδεικτική Απάντηση:**2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου****Ερώτηση:**

Στο σχήμα φαίνονται τα τρία είδη ραδιενέργειας που διαχωρίζονται αφού περάσουν μέσα από ομογενές μαγνητικό πεδίο. Να προσδιορίσετε τη διεύθυνση και τη φορά του μαγνητικού πεδίου ώστε να επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός που δείχνει το σχήμα.

Ενδεικτική Απάντηση:



5.21 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ14_Μεταστοιχείωση – Πυρηνικές Αντιδράσεις_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 14
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ14_Μεταστοιχείωση – Πυρηνικές Αντιδράσεις_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	εισαγωγή, σωματίδια α, σωματίδια β, ακτινοβολία γ, μεταστοιχείωση, ραδιενεργός πυρήνας, διάσπαση, πολώνιο, θυγατρικός πυρήνας, μαζικός αριθμός, ατομικός αριθμός, ραδιενεργό ισότοπο, σταθερός πυρήνας ισότοπα, πυρηνική αντίδραση, αριθμός νετρονίων, ατομικός αριθμός, μάζα, ενέργεια, ατομική μονάδα μάζας, έλλειμμα μάζας, ενέργεια σύνδεσης, νουκλεόνιο, πυρήνας, πυρηνική διάσπαση, βομβαρδισμός πρωτονίων, πυρηνική σχάση, πρωτόνια, αλυσιδωτή αντίδραση, νετρόνια, ραδιενεργό υλικό, διαδοχικές διασπάσεις, πυρήνας ουρανίου, ενέργεια διάσπασης, πυρηνικές διασπάσεις, πυρηνική σύντηξη, πυρήνας ηλίου, σύντηξη, ελαφριοί πυρήνες, υδρογόνο, πυρήνες ηλίου, πυρηνική σύντηξη, πυρηνική σχάση, θερμικά νετρόνια, τεχνητή διάσπαση, αυθόρμητη διάσπαση, κρίσιμη μάζα, ελεγχόμενη αντίδραση, μη ελεγχόμενη αντίδραση, πυρηνικοί αντιδραστήρες, επιβραδυντές νετρονίων, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Μεταστοιχείωση • Ενέργεια σύνδεσης και έλλειμμα μάζας - Υπολογισμός της ενέργειας που εκλύεται σε μια πυρηνική αντίδραση (μάζα και ενέργεια των πυρήνων, πυρηνική σχάση, αλυσιδωτή αντίδραση, Πυρηνική σύντηξη, Τρόποι παραγωγής ενέργειας από τον πυρήνα ενός ατόμου)



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Εξηγούν γιατί πυρήνες που εκπέμπουν ακτινοβολία α ή β μετατρέπονται σε πυρήνες άλλου στοιχείου (Μεταστοιχείωση) και να υπολογίζουν την τιμή του ατομικού και του μαζικού αριθμού του νέου πυρήνα.
ΔΣ2	Κατανοούν την ενέργεια σύνδεσης και το έλλειμμα μάζας και υπολογίζουν την ενέργεια που εκλύεται σε μια πυρηνική αντίδραση.
ΔΣ3	Ορίζουν και κατανοούν την έννοια της σχάσης και της σύντηξης.
ΔΣ4	Εξηγούν την έννοια της αλυσιδωτής αντίδρασης και την έννοια της κρίσιμης μάζας.
ΔΣ5	Διακρίνουν τις αλυσιδωτές αντιδράσεις σε ελεγχόμενες και μη ελεγχόμενες αλυσιδωτές αντιδράσεις.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Μεταστοιχείωση

Ερώτηση 1:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Ο ατομικός αριθμός του πυρήνα X ελαττώνεται κατά 2, οπότε ο πυρήνας μεταστοιχείωνεται, δηλαδή μετατρέπεται σε πυρήνα νέου στοιχείου.

Ερώτηση 2:

Τι παρατηρήσατε;

**Απάντηση:**

Ο ατομικός αριθμός του πυρήνα X αυξάνεται κατά 1, οπότε ο πυρήνας μεταστοιχειώνεται, δηλαδή μετατρέπεται σε πυρήνα νέου στοιχείου.

Ερώτηση 3:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Ο ατομικός αριθμός του πυρήνα X ελαττώνεται κατά 1, οπότε ο πυρήνας μεταστοιχειώνεται, δηλαδή μετατρέπεται σε πυρήνα νέου στοιχείου.

Ερώτηση 4:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Ο ατομικός αριθμός του πυρήνα X δεν αλλάζει, οπότε ο πυρήνας X δεν μεταστοιχειώνεται.

1.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το ραδιενεργό Νάτριο-24 διασπάται σύμφωνα με την εξίσωση: ${}_{11}^{24}\text{Na} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + \dots\Psi$

Απάντηση:

Το σωματίδιο Ψ είναι ηλεκτρόνιο (σωματίδιο β^-).

1.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ο πυρήνας ${}_{88}^{224}\text{Ra}$ διασπάται σε ${}_{86}^{220}\text{Rn}$ με ταυτόχρονη εκπομπή σωματιδίου X σύμφωνα με την αντίδραση: ${}_{88}^{224}\text{Ra} \rightarrow {}_{86}^{220}\text{Rn} + {}_2^4\text{X}$

Απάντηση:

Το σωματίδιο X είναι πυρήνας ηλίου (σωματίδιο άλφα).

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το ραδιενεργό πολώνιο, ${}_{84}^{214}\text{Po}$, διασπάται με την εκπομπή ενός σωματιδίου α σε:

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι : Δ. ${}_{82}^{210}\text{Pb}$

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Κάποιο υποθετικό ραδιενεργό στοιχείο ${}_{15}^{30}\text{A}$ διασπάται εκπέμποντας ένα ηλεκτρόνιο και



δημιουργείται ένα άγνωστο θυγατρικό στοιχείο A_ZX , όπου Z και A είναι ο ατομικός και ο μαζικός αριθμός του αντίστοιχα. Ο αριθμός των νετρονίων του θυγατρικού στοιχείου είναι:

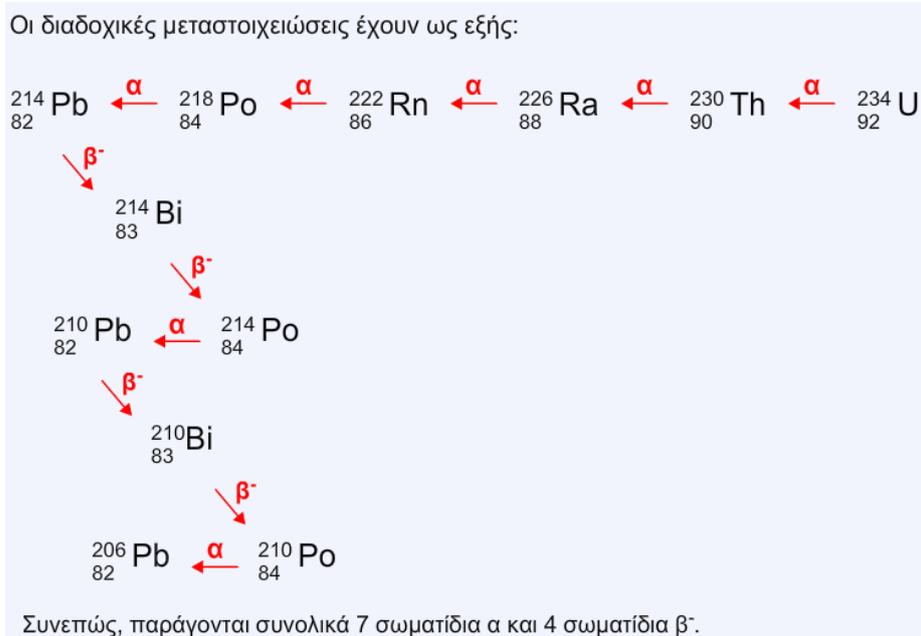
Απάντηση:

16

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Το ραδιενεργό ισότοπο ${}^{234}_{92}\text{U}$, μετά από συνεχείς διασπάσεις καταλήγει στο σταθερό πυρήνα ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ με εκπομπή σωματιδίων α , β και ακτινοβολίας γ . Να υπολογίσετε το συνολικό αριθμό των σωματιδίων α και β που παράγονται.

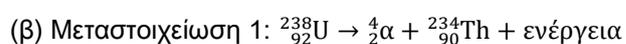
Ενδεικτική Απάντηση:



1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

- α) Να γράψετε δύο πυρήνες ισότοπων στοιχείων δίνοντας και τον ατομικό και το μαζικό τους αριθμό με τα σύμβολα του καθενός στη μορφή A_ZX .
- (β) Να γράψετε τις σχετικές πυρηνικές εξισώσεις που αντιστοιχούν στις μεταστοιχειώσεις 1 και 2.
- (γ) Ποια σωματίδια εκπέμπονται στις μεταστοιχειώσεις που σημειώνονται με τους αριθμούς 3 και 4; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:





Μεταστοιχείωση 2: ${}_{90}^{234}\text{Th} \rightarrow {}_{-1}^0\beta + {}_{91}^{234}\text{Pa} + \text{ενέργεια}$

(γ) Μεταστοιχείωση 3: ${}_{91}^{234}\text{Pa} \rightarrow {}_{-1}^0\beta + {}_{92}^{234}\text{U} + \text{ενέργεια}$

=> Εκπέμπονται σωματίδια β^- και ακτινοβολία γ

Μεταστοιχείωση 4: ${}_{92}^{234}\text{U} \rightarrow {}_2^4\alpha + {}_{90}^{230}\text{Th} + \text{ενέργεια}$

=> Εκπέμπονται σωματίδια α και ακτινοβολία γ

1.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

(α) Να γράψετε τις πυρηνικές αντιδράσεις που συμβαίνουν κατά τις πιο πάνω μεταστοιχειώσεις.

(β) Για κάθε μία από τις διαδοχικές μεταστοιχειώσεις του στοιχείου Ουράνιο – 238, να γράψετε τον αριθμό των νετρονίων, n , και τον ατομικό αριθμό, Z .

Ενδεικτική Απάντηση:

${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_2^4\alpha + {}_{90}^{234}\text{Th} + \text{ενέργεια}, n = 144, Z = 90$

${}_{90}^{234}\text{Th} \rightarrow {}_{-1}^0\beta + {}_{91}^{234}\text{Pa} + \text{ενέργεια}, n = 143, Z = 91$

${}_{91}^{234}\text{Pa} \rightarrow {}_{-1}^0\beta + {}_{92}^{234}\text{U} + \text{ενέργεια}, n = 142, Z = 92$

${}_{92}^{234}\text{U} \rightarrow {}_2^4\alpha + {}_{90}^{230}\text{Th} + \text{ενέργεια}, n = 140, Z = 90$

${}_{90}^{230}\text{Th} \rightarrow {}_2^4\alpha + {}_{88}^{226}\text{Ra} + \text{ενέργεια}, n = 138, Z = 88$

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Δίνονται: $m_p = 1,007 \text{ u}$, $m_n = 1,009 \text{ u}$, $m_{\text{ηλίου}} = 4,0026 \text{ u}$.

$1\text{u} = 931,502 \text{ MeV}/c^2$.

Η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο για τον πυρήνα του στοιχείου ${}^4_2\text{He}$, είναι

Απάντηση:

6,85 MeV/νουκλεόνιο

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Δίνονται: $m_p = 1,007 \text{ u}$, $m_n = 1,009 \text{ u}$, $m_{\text{λιθίου}} = 7,018 \text{ u}$.

$1\text{u} = 931,502 \text{ MeV}/c^2$.

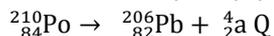
Η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο για τον πυρήνα του στοιχείου ${}^7_3\text{Li}$, είναι:

**Απάντηση:**

5,19 MeV/νουκλεόνιο

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Να υπολογίσετε την ενέργεια Q που εκλύεται κατά την πυρηνική διάσπαση:



Δίνεται: $m_{\text{Po}} = 209,982 \text{ u}$, $m_{\text{Pb}} = 205,964 \text{ u}$, $m_{\text{P}} = 1,007 \text{ u}$ και $m_{\text{n}} = 1,009 \text{ u}$.

Ενδεικτική Απάντηση:

Για το πολώνιο: $\Delta m_{\text{Po}} = [84 \cdot 1,007 \text{ u} + 126 \cdot 1,009 \text{ u}] - 209,982 \text{ u} = 1,740 \text{ u}$

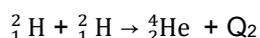
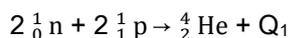
Για το μόλυβδο: $\Delta m_{\text{Pb}} = [82 \cdot 1,007 \text{ u} + 124 \cdot 1,009 \text{ u}] - 205,964 \text{ u} = 1,726 \text{ u}$

Για το ήλιο: $\Delta m_{\alpha} = [2 \cdot 1,007 \text{ u} + 2 \cdot 1,009 \text{ u}] - 4,003 \text{ u} = 1,726 \text{ u} = 0,029 \text{ u}$

$Q = [\Delta m_{\text{Po}} - (\Delta m_{\text{Pb}} + \Delta m_{\alpha})] c^2$ (όπου $c^2 = 931.502 \text{ MeV/u}$)

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Να εξηγήσετε, χωρίς να κάνετε υπολογισμούς, ποια ενέργεια, Q_1 ή Q_2 είναι μεγαλύτερη στις πιο κάτω πυρηνικές διασπάσεις:

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Στο αριστερό μέρος της πρώτης αντίδρασης δεν έχουμε σχηματισμό ατόμων, αλλά νουκλεόνια => $\Delta m = 0 \Rightarrow Q_1 = - \Delta m_{\text{He}} c^2$

Στο αριστερό μέρος της δεύτερης αντίδρασης έχουμε σχηματισμό ατόμων δευτερίου => $\Delta m > 0 \Rightarrow Q_2 = (2 \Delta m_{\text{H}} - \Delta m_{\text{He}}) c^2$

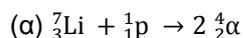
Συνεπώς : $Q_1 < Q_2$

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Κατά το βομβαρδισμό ενός πυρήνα ${}^7_3\text{Li}$ με ένα πρωτόνιο παράγονται δύο σωματίδια α .

(α) Να γράψετε την πυρηνική αυτή αντίδραση.

(β) Να υπολογίσετε σε MeV/c^2 την ενέργεια του κάθε σωματιδίου α , αγνοώντας την ενέργεια του πρωτονίου.

Ενδεικτική Απάντηση:

(β) $E_{\text{Li}} / c^2 = \Delta m_{\text{Li}} = [(3 \cdot 1,007 \text{ u} + 4 \cdot 1,009 \text{ u}) - 7,018 \text{ u}] = 0,039 \text{ u} = 36,329 \text{ MeV}/c^2$



$$2 E_{\alpha} = E_{Li} / c^2 \Rightarrow E_{\alpha} / c^2 = 18,164 \text{ MeV}/c^2$$

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.1. Πυρηνική σχάση

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Ο πυρήνας ${}_{92}^{235}\text{U}$ διασπάται σε δύο πυρήνες και αριθμό νετρονίων.

3.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Κατά το βομβαρδισμό του ${}_{7}^{14}\text{N}$ με νετρόνια, σχηματίζονται πρωτόνια και το στοιχείο:

Απάντηση:

A. ${}_{6}^{14}\text{C}^*$

3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Όταν το ${}_{92}^{238}\text{U}$ βομβαρδιστεί με νετρόνια, μετατρέπεται σε ισότοπο του ουρανίου που εκπέμπει ραδιενέργεια βήτα (ηλεκτρόνια). Το ισότοπο αυτό μεταστοιχείωνεται σε ποσειδώνιο (Np) που είναι επίσης ραδιενεργό εκπέμποντας σωματίδια βήτα (ηλεκτρόνια). Από το ποσειδώνιο προκύπτει το πλουτώνιο (Pu) που εκπέμπει ραδιενέργεια άλφα. Το στοιχείο που προκύπτει από τη μεταστοιχείωση του πλουτωνίου είναι,

Απάντηση:

${}_{92}^{235}\text{U}$

3.4. Αλυσιδωτή αντίδραση – 1

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το νετρόνιο προκαλεί διάσπαση ενός πυρήνα ${}_{92}^{235}\text{U}$ και ξεκινά μια διάσπαση και άλλων πυρήνων ${}_{92}^{235}\text{U}$ από τα νετρόνια που προκύπτουν από την πρώτη διάσπαση.



3.5. Αλυσιδωτή αντίδραση – 2

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε; Ένα νετρόνιο εισέρχεται μέσα σε ένα ραδιενεργό υλικό που αποτελείται από αριθμό πυρήνων $^{235}_{92}\text{U}$ και αριθμό πυρήνων $^{238}_{92}\text{U}$. Τότε,

Απάντηση:

Το νετρόνιο μπορεί να προκαλέσει διάσπαση ενός πυρήνα $^{235}_{92}\text{U}$ και στη συνέχεια τα νετρόνια που προκύπτουν από την πρώτη διάσπαση να προκαλέσουν νέες διασπάσεις πυρήνων $^{235}_{92}\text{U}$, ή ακόμα να ενσωματωθεί σε ένα πυρήνα $^{238}_{92}\text{U}$ χωρίς να προκαλέσει διάσπαση, ανάλογα με την αναλογία του αριθμού των δύο πυρήνων που βρίσκονται στο ραδιενεργό υλικό.

3.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα νετρόνιο «βομβαρδίζει» ραδιενεργό υλικό που περιέχει ουράνιο-235 και ενσωματώνεται σε ένα πυρήνα ουρανίου-235. Τότε,

Απάντηση:

Είναι δυνατό, υπό προϋποθέσεις, να ξεκινήσει μια σειρά από διασπάσεις ραδιενεργών πυρήνων ουρανίου.

3.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Σε μια διαδικασία συνεχών διασπάσεων πυρήνων ουρανίου-235 η ενέργεια που παράγεται από τις διασπάσεις,

Απάντηση:

Αυξάνεται

3.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το ουράνιο-235 συναντάται στη φύση σε ορυκτά ουρανίου σε μια αναλογία περίπου 0,7% έναντι του ουρανίου-238. Ένα νετρόνιο βομβαρδίζει ένα τέτοιο ορυκτό. Τότε,

Απάντηση:

Το νετρόνιο δεν μπορεί να ξεκινήσει μια διαδικασία διασπάσεων των πυρήνων ουρανίου-235 επειδή τα νέα νετρόνια που παράγονται από την πρώτη ενδεχόμενη διάσπαση ενσωματώνονται στους πυρήνες ουρανίου-238 που δεν είναι σχάσιμοι.

**3.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Εκλύεται ενέργεια προς το περιβάλλον από μετατροπή μάζας σε ενέργειας.

3.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η διαδικασία της σύντηξης ελαφρών πυρήνων, όπως υδρογόνου, συμβαίνει

Απάντηση:

Στον Ήλιο και γενικά σε όλα τα αστέρια που παράγεται ενέργεια.

3.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Κατά τη σύντηξη δύο πυρήνων δευτερίου για το σχηματισμό πυρήνα ηλίου παράγεται ενέργεια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι,

Απάντηση:

Ο πυρήνας ηλίου που παράγεται από τη σύντηξη έχει μεγαλύτερη ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο από την ενέργεια σύνδεσης των πυρήνων δευτερίου.

3.13 Πυρηνική σχάση και πυρηνική σύντηξη – 1**Ερώτηση:**

Με ποιο από τους μαθητές συμφωνείτε:

Απάντηση:

Με το Γιάννη.

3.14 Πυρηνική σχάση και πυρηνική σύντηξη – 2**Ερώτηση:**

Με ποιο από τους μαθητές συμφωνείτε:

Απάντηση:

Με το Γιάννη.



3.15 Πυρηνική σχάση και πυρηνική σύντηξη – 3

Ερώτηση:

Με ποιο από τους μαθητές συμφωνείτε:

Απάντηση:

Με τη Μαρία.

5.22 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ15_Ομαλή κυκλική κίνηση_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 15
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ15_Ομαλή κυκλική κίνηση_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, κυκλική τροχιά, κυκλική κίνηση, μέτρο ταχύτητας, μεταβολή ταχύτητας, ομαλή κυκλική κίνηση, διάνυσμα ταχύτητας, διεύθυνση ταχύτητας, είδη κίνησης, περιοδική κίνησης, περιστροφή, χρόνος, περίοδος, συχνότητα, περίοδος περιστροφής, συχνότητα περιστροφής, τόξο, γωνιακή μετατόπιση, επιβατική ακτίνα, ακτίνα κύκλου, γραμμική ταχύτητα, χρόνος, είδη κίνησης, περιοδική κίνηση, γωνιακή μετατόπιση, περιφέρεια δίσκου, ακτίνα δίσκου, δίσκος, απόσταση, ρυθμός περιστροφής, επίκεντρη γωνία, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Ορισμός ομαλής κυκλικής κίνησης. • Ορισμός γωνιακής ταχύτητας, περιόδου και συχνότητας στην ομαλή κυκλική κίνηση και απόδειξη των σχέσεων που συνδέουν τα μεγέθη αυτά. • Σύνδεση γραμμικών – γωνιακών μεγεθών και απόδειξη των νόμων



της ομαλής κυκλικής κίνησης,

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Γνωρίζουν και να περιγράφουν την ομαλή κυκλική κίνηση και να δίνουν παραδείγματα.
ΔΣ2	Ορίζουν τη γωνιακή ταχύτητα, την περίοδο και τη συχνότητα στην ομαλή κυκλική κίνηση και βρίσκουν τις σχέσεις μεταξύ τους
ΔΣ3	Συνδέουν τα γραμμικά μεγέθη u και S με τα γωνιακά μεγέθη ω και φ και εξάγουν τους νόμους της ομαλής κυκλικής κίνησης.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Εισαγωγή στην κυκλική κίνηση

Ερώτηση:

1. Να συγκρίνετε το είδος της τροχιάς που διαγράφουν τα σώματα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα σώματα ακολουθούν κυκλική τροχιά.

Ερώτηση:

2. Πώς χαρακτηρίζεται η κίνηση που εκτελούν;

Ενδεικτική Απάντηση:

Κυκλική κίνηση.



1.2. Εισαγωγή στην ομαλή κυκλική κίνηση

Ερώτηση:

Πώς μεταβάλλεται το μέτρο της ταχύτητας του κάθε σώματος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Δίσκος και ανεμιστήρας: Το μέτρο της ταχύτητας αυξάνεται όταν πιεστεί ο διακόπτης.

Γη: Το μέτρο της ταχύτητας παραμένει σταθερό.

1.3.Κίνηση σε κυκλικό κόμβο

Ερώτηση:

1. Να παρατηρήσετε τις σταγόνες που αφήνει στο οδόστρωμα το αυτοκίνητο. Τι παρατηρείτε ως προς τις αποστάσεις μεταξύ των σταγόνων;

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι αποστάσεις μεταξύ των σταγόνων είναι σταθερές.

Ερώτηση:

2. Κάντε κλικ στο κουμπί  για να εμφανίσετε τα διανύσματα της ταχύτητας του αυτοκινήτου. Τι παρατηρείτε ως προς την κατεύθυνσή τους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η διεύθυνση και η φορά της ταχύτητας αλλάζει συνεχώς.

Ερώτηση:

3. Πώς μεταβάλλεται το μέτρο, η διεύθυνση και η φορά της ταχύτητας του αυτοκινήτου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το μέτρο παραμένει σταθερό, η διεύθυνση είναι πάντα εφαπτόμενη της τροχιάς και η φορά ακολουθεί τη φορά κίνησης.

1.4. Ποια σώματα εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση;

Ερώτηση:

Ποια από τα σώματα εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση; Επιλέξτε τις περιπτώσεις που κατά τη γνώμη



σας παρουσιάζουν ομαλή κυκλική κίνηση.

Απάντηση:

Οι σωστές απαντήσεις είναι οι: **A, B, H** και **Θ**.

1.5. Ποια σώματα εκτελούν περιοδική κίνηση;

Ερώτηση:

Ποια από τα σώματα εκτελούν περιοδική κίνηση; Επιλέξτε τις περιπτώσεις που κατά τη γνώμη σας παρουσιάζουν περιοδική κίνηση.

Απάντηση:

Οι σωστές απαντήσεις είναι οι: **A, B** και **E**.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Χαρακτηριστικά μεγέθη της ομαλής κυκλικής κίνησης

Ερώτηση:

1. Πόσο χρόνο χρειάζεται η μπάλα για να ολοκληρώσει μια περιστροφή;

Ενδεικτική Απάντηση:

0,5 δευτερόλεπτο.

Ερώτηση:

2. Πόσες στροφές θα ολοκληρώσει η μπάλα σε χρόνο 1 s;

Ενδεικτική Απάντηση:

Δυο περιστροφές.

2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις.

Απάντηση:

1. Η περίοδος περιστροφής της γης γύρω από τον εαυτό της είναι **86 400 s**.
2. Η συχνότητα με την οποία περιστρέφεται η γη γύρω από τον εαυτό της είναι **0,00001157 Hz**.
3. Η περίοδος περιστροφής του δείκτη των δευτερολέπτων σε ένα ρολόι είναι **60 s**.



4. Η συχνότητα με την οποία περιστρέφεται ο δείκτης των δευτερολέπτων σε ένα ρολόι είναι **0,0167 Hz**.
5. Η περίοδος περιστροφής του δείκτη των λεπτών σε ένα ρολόι είναι **3600 s**.
6. Η συχνότητα με την οποία περιστρέφεται ο δείκτης των λεπτών σε ένα ρολόι είναι **0,000278 Hz**.

2.3. Η θέση στην ομαλή κυκλική κίνηση

Ερώτηση:

Να υπολογίσετε το πηλίκο $\frac{\Delta s}{\Delta \varphi}$ όπως προκύπτει από τον πίνακα τιμών σε διάφορες χρονικές στιγμές. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

$\Delta s/\Delta \varphi = 2 \text{ m/rad}$. Το πηλίκο παραμένει σταθερό.

2.4. Η γραμμική ταχύτητα στην ομαλή κυκλική κίνηση

Ερώτηση:

Η μπάλα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση συνεπώς το μέτρο της ταχύτητάς της είναι σταθερό. Να προτείνετε έναν τρόπο υπολογισμού του μέτρου της ταχύτητας της μπάλας (μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον πίνακα τιμών).

Ενδεικτική Απάντηση:

$$u = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

2.5. Περιστρεφόμενος δίσκος

Ερώτηση:

Να συγκρίνετε τη γραμμική ταχύτητα και την περίοδο περιστροφής των σημείων K και M του δίσκου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η γραμμική ταχύτητα του σημείου K είναι διπλάσια από τη γραμμική ταχύτητα του σημείου M . Η περίοδος περιστροφής των δυο σημείων είναι η ίδια.

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Δίσκος πικάπ έχει ακτίνα R κι ένα σημείο M της περιφέρειάς του έχει ταχύτητα $12\pi \text{ cm/s}$. Σημείο Λ , που βρίσκεται στην ίδια ακτίνα που καταλήγει στο M και απέχει από αυτό 5 cm , έχει



ταχύτητα 9π cm/s.

Απάντηση:

Η ακτίνα R του δίσκου του πικάπ είναι 20 cm.

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Δίσκος πικάπ έχει ακτίνα R κι ένα σημείο M της περιφέρειάς του έχει ταχύτητα 12π cm/s. Σημείο Λ , που βρίσκεται στην ίδια ακτίνα που καταλήγει στο M και απέχει από αυτό 5 cm, έχει ταχύτητα 9π cm/s.

Απάντηση:

Η συχνότητα περιστροφής του δίσκου είναι 0,3 Hz.

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα 54 km/h και οι ρόδες του έχουν ακτίνα 30 cm (στις πράξεις σας να θεωρήσετε $\pi = 3,14$). Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τη σχέση $v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ για να υπολογίσετε το ζητούμενο, αφού μετατρέψετε τις μονάδες μέτρησης των δεδομένων μεγεθών στο S.I.

Απάντηση:

Το διάστημα που διανύει το αυτοκίνητο σε χρόνο 15 min είναι 13500 m.

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα 54 km/h και οι ρόδες του έχουν ακτίνα 30 cm. (Στις πράξεις σας να θεωρήσετε $\pi = 3,14$. Η απάντησή σας να δοθεί με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου).

Απάντηση:

Στον ίδιο χρόνο η ρόδα του αυτοκινήτου εκτελεί 13500 στροφές.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.1. Γωνιακή ταχύτητα

Ερώτηση:

1. Να παρακολουθήσετε την περιστροφή του δίσκου και να συγκρίνετε τη γωνιακή μετατόπιση του σημείου A κάθε δευτερόλεπτο. Τι παρατηρείτε;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Η γωνιακή μετατόπιση σε κάθε δευτερόλεπτο είναι σταθερή κατά τη διάρκεια της περιστροφής του σημείου Α.

Ερώτηση:

2. Η γωνιακή μετατόπιση που αντιστοιχεί στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή σε 1 s, ονομάζεται γωνιακή ταχύτητα και συμβολίζεται με ω . Να επιλέξετε την εμφάνιση στην οθόνη του διανύσματος της γωνιακής ταχύτητας και να περιγράψετε τα χαρακτηριστικά του (μέτρο, διεύθυνση και φορά)

Ενδεικτική Απάντηση:

Μέτρο: $\omega = \Delta\phi/\Delta t$, Διεύθυνση: Κάθετη στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς, Φορά: Όπως προκύπτει από τον κανόνα του δεξιόστροφου κοχλίου.

Ερώτηση:

3. Να αυξήσετε το ρυθμό περιστροφής του δίσκου και να παρατηρήσετε τις μεταβολές στο διάνυσμα της γωνιακής ταχύτητας. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς μεγαλώνει ο ρυθμός περιστροφής αυξάνεται το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας. Η διεύθυνση και η φορά του διανύσματος δε μεταβάλλεται.

Ερώτηση:

4. Να αντιστρέψετε τη φορά περιστροφής του δίσκου και να παρατηρήσετε τις μεταβολές το διάνυσμα της γωνιακής ταχύτητας. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το μέτρο και η διεύθυνση της γωνιακής ταχύτητας δεν αλλάζουν. Η φορά του διανύσματος αντιστρέφεται.

3.2. Υπολογισμός γωνιακής ταχύτητας σε παραδείγματα από την καθημερινή ζωή**Ερώτηση:**

Συμπληρώστε τα κενά στις πιο κάτω προτάσεις.

Απάντηση:

1. Η γωνιακή ταχύτητα με την οποία η γη περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της είναι $7,3 \times 10^{-5}$



rad/s.

2. Η γωνιακή ταχύτητα με την οποία η γη περιφέρεται γύρω από τον ήλιο είναι 2×10^{-10} rad/s.
3. Η γωνιακή ταχύτητα με την οποία περιστρέφεται ο δείκτης των δευτερολέπτων σε ένα ρολόι είναι 0,105 rad/s.

3.3. Υπολογισμός γωνιακής και γραμμικής ταχύτητας

Ερώτηση:

Υποθέστε ότι ο σκληρός δίσκος ενός υπολογιστή είναι κυκλικός και περιστρέφεται με σταθερό ρυθμό, ώστε να ολοκληρώνει 7200 στροφές το λεπτό. Συμπληρώστε τα κενά στις προτάσεις.

Απάντηση:

- α) Η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του δίσκου είναι 240 π rad/s.
- β) Η γραμμική ταχύτητα ενός σημείου που βρίσκεται στην επιφάνεια του δίσκου και απέχει 5 cm από το κέντρο του είναι 12 π m/s.

3.4. Μελέτη της περιστροφής των τροχών ενός τρακτέρ που κινείται με σταθερή ταχύτητα

Ερώτηση:

1. Συμπλήρωσε το κενόν στην πρόταση:

Απάντηση:

Η γωνιακή ταχύτητα του μπροστινού τροχού είναι **ίδια** από του πίσω τροχού.

3.5. Διαδοχικές συναντήσεις κινητών που εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση

Ερώτηση:

Πόσες περιστροφές κάνει κάθε κινητό μεταξύ δύο διαδοχικών συναντήσεων;

Απάντηση:

Μεταξύ δύο διαδοχικών συναντήσεων το κινητό *A* διαγράφει **2** πλήρεις περιστροφές και το κινητό *B* **3** πλήρεις περιστροφές.

**ΕΝΟΤΗΤΑ 4****4.1. Νόμοι της ομαλής κυκλικής κίνησης****Ερώτηση:**

1. Παρατηρήστε την κίνηση του αργού ποντικού από το άκρο **A** του σωλήνα, μέχρι να φτάσει στο τυρί. Πώς χαρακτηρίζονται οι κινήσεις **AB** και **BF**, αν το μέτρο της ταχύτητας του ποντικού διατηρείται σταθερό;

Ενδεικτική Απάντηση:

AB: Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

BF: Ομαλή κυκλική κίνηση

Ερώτηση:

2. Μελετήστε την ευθύγραμμη κίνηση παρατηρώντας τη γραφική παράσταση που εμφανίζεται. Ποιο μέγεθος εκφράζει η κλίση αυτής της γραφικής παράστασης;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το μέτρο της ταχύτητας του ποντικού κατά την κίνηση του μεταξύ των σημείων A και B.

Ερώτηση:

3. Μελετήστε την κυκλική κίνηση παρατηρώντας τη γραφική παράσταση που εμφανίζεται. Ποιο μέγεθος εκφράζει η κλίση αυτής της γραφικής παράστασης;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του ποντικού κατά την κίνηση του μεταξύ των σημείων **B** και **Γ**.

Ερώτηση:

4. Επιλέξτε το γρήγορο ποντικό και παρατηρήστε την κίνησή του από το άκρο **A** του σωλήνα, μέχρι να φτάσει στο τυρί. Πώς χαρακτηρίζονται οι κινήσεις **AB** και **BF**, αν το μέτρο της ταχύτητας του ποντικού διατηρείται σταθερό;

Ενδεικτική Απάντηση:

AB: Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

BF: Ομαλή κυκλική κίνηση

**Ερώτηση:**

5. Μελετήστε την ευθύγραμμη κίνηση παρατηρώντας τη γραφική παράσταση που εμφανίζεται. Ποιο μέγεθος εκφράζει η κλίση αυτής της γραφικής παράστασης;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το μέτρο της ταχύτητας του ποντικού κατά την κίνηση του μεταξύ των σημείων **A** και **B**.

Ερώτηση:

6. Μελετήστε την κυκλική κίνηση παρατηρώντας τη γραφική παράσταση που εμφανίζεται. Ποιο μέγεθος εκφράζει η κλίση αυτής της γραφικής παράστασης;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του ποντικού κατά την κίνηση του μεταξύ των σημείων **B** και **Γ**.

4.2. Νόμοι της ομαλής κυκλικής κίνησης-εφαρμογής**Ερώτηση:**

Δίνεται το διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας-χρόνου για ένα κινητό που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε τροχιά ακτίνας $R = 2 \text{ m}$.

Απάντηση:

- α) Η συχνότητα περιστροφής του κινητού είναι **3 Hz**.
- β) Η γραμμική ταχύτητα του κινητού είναι **12π m/s**.
- γ) Η γωνία που διαγράφει το κινητό στο χρονικό διάστημα από 5 s ως 8 s είναι **18π rad**.
- δ) Στα 10 s της κίνησης το κινητό διαγράφει **30** πλήρεις περιστροφές.

4.3. Πότε θα συναντηθούν τα δύο κινητά:**Ερώτηση:**

1. Συμπλήρωσε το κενό στην πρόταση:

Απάντηση:

Όταν τα αυτοκίνητα κινούνται ομόρροπα, συναντιούνται για πρώτη φορά σε χρόνο **48 s**.

**Ερώτηση:**

2. Συμπλήρωσε το κενό στην πρόταση:

Απάντηση:

Όταν τα αυτοκίνητα κινούνται αντίρροπα, συναντιούνται για πρώτη φορά σε χρόνο **9,6 s**.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5**5.1. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Κάποια στιγμή ο ωροδείκτης και ο λεπτοδείκτης ενός ρολογιού δείχνουν 12 ακριβώς, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Όταν οι δύο δείκτες θα σχηματίσουν γωνία 90° για πρώτη φορά, το ρολόι θα δείχνει:

Απάντηση:

12:16

5.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Κάποια στιγμή ο ωροδείκτης και ο λεπτοδείκτης ενός ρολογιού δείχνουν 12 ακριβώς, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Όταν οι δύο δείκτες θα σχηματίσουν γωνία 180° για πρώτη φορά, το ρολόι θα δείχνει:

Απάντηση:

12:33



5.23 ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ16_Κεντρομόλος επιτάχυνση και κεντρομόλος δύναμη_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 16
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ16_Κεντρομόλος επιτάχυνση και κεντρομόλος δύναμη_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, επιτάχυνση, ευθύγραμμη κίνηση, ρυθμός μεταβολής ταχύτητας, μέτρο επιτάχυνσης, γωνία απόκλισης, δύναμη, ομαλή κυκλική κίνηση, επιταχυνόμενη κίνηση, διεύθυνση ταχύτητας, κυκλική τροχιά, κεντρομόλος επιτάχυνση, ακτίνα τροχιάς, ταχύτητα, γραμμική ταχύτητα, συνισταμένη δύναμη, γωνιακή ταχύτητα, μάζα, αναγκαία συνθήκη, κεντρομόλος δύναμη, κίνηση σελήνης, κίνηση ηλεκτρονίου, κίνηση οχημάτων, μέγιστη ταχύτητα, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Ύπαρξη κεντρομόλου επιτάχυνσης στην ομαλή κυκλική κίνηση λόγω μεταβολής της διεύθυνσης της ταχύτητας. • Ύπαρξη κεντρομόλου δύναμης – αναγκαία συνθήκη για την ύπαρξη ομαλής κυκλικής κίνησης.

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να αναγνωρίζουν και να εξηγούν την ύπαρξη επιτάχυνσης στην ομαλή κυκλική κίνηση λόγω μεταβολής της διεύθυνσης της ταχύτητας.
ΔΣ2	Να εξάγουν την αναγκαία συνθήκη για την ύπαρξη ομαλής κυκλικής κίνησης.



Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Η επιτάχυνση στην ευθύγραμμη κίνηση

Ερώτηση:

1. Ποιο χαρακτηριστικό της ταχύτητάς του μεταβάλλεται;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το μέτρο της.

Ερώτηση:

2. Υπάρχει επιτάχυνση στην κίνηση του αυτοκινήτου; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ναι, γιατί η τελική ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι μεγαλύτερη από την αρχική του ταχύτητα. Επιπλέον, το σώμα που είναι κρεμασμένο από το καθρεφτάκι κινείται προς τα πίσω και, σύμφωνα με το αξίωμα της αδράνειας, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αντιστάθηκε στην εξωτερική αλλαγή της κινητικής κατάστασης.

Ερώτηση:

3. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα που βρίσκεται στο εσωτερικό του αυτοκινήτου και να αποδείξετε ότι η επιτάχυνση του αυτοκινήτου δίνεται από τη σχέση $a = g \epsilon \varphi$, όπου φ η γωνία απόκλισης του νήματος από την κατακόρυφο και g η επιτάχυνση της βαρύτητας (στον υπολογισμό σας να χρησιμοποιήσετε τους Νόμους του Νεύτωνα).

Ενδεικτική Απάντηση:

$$\Sigma F_x = m a \Rightarrow -S \eta \mu \varphi = m a$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow B = S \sigma \nu \nu \varphi \Rightarrow m g = S \sigma \nu \nu \varphi$$

$$\text{Διαιρώντας κατά μέλη: } \frac{-S \eta \mu \varphi}{S \sigma \nu \nu \varphi} = \frac{m a}{m g} \Rightarrow -\epsilon \varphi = \frac{a}{g}$$

$$\Rightarrow |\vec{a}| = g \epsilon \varphi$$



1.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με σταθερή επιτάχυνση α_1 . Στο εσωτερικό του αυτοκινήτου υπάρχει αναρτημένο από την οροφή με νήμα ένα μικρό σώμα, που αποκλίνει κατά γωνία φ_1 από την κατακόρυφο. Ένα δεύτερο αυτοκίνητο κινείται στον ίδιο δρόμο με σταθερή επιτάχυνση α_2 . Στο εσωτερικό του δεύτερου αυτοκινήτου υπάρχει αναρτημένο από την οροφή με νήμα ένα όμοιο μικρό σώμα. Σε αυτή την περίπτωση το νήμα αποκλίνει από την κατακόρυφο κατά γωνία φ_2 , η οποία είναι μεγαλύτερη ($\varphi_2 > \varphi_1$). Να συγκρίνετε τις επιταχύνσεις με τις οποίες κινούνται τα δύο αυτοκίνητα.

Απάντηση:

$$\alpha_2 > \alpha_1$$

1.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με σταθερή επιτάχυνση α_1 για χρονικό διάστημα t_1 . Στο εσωτερικό του αυτοκινήτου υπάρχει αναρτημένο από την οροφή με νήμα ένα μικρό σώμα, που αποκλίνει κατά γωνία φ από την κατακόρυφο. Στη συνέχεια, το αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα για χρονικό διάστημα t_2 . Πώς μεταβάλλεται η γωνία απόκλισης φ στο χρονικό διάστημα t_2 σε σχέση με το χρονικό διάστημα t_1 ;

Απάντηση:

Η γωνία απόκλισης γίνεται μηδέν, δηλαδή το νήμα γίνεται κατακόρυφο.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Η επιτάχυνση και η δύναμη στην ομαλή κυκλική κίνηση

Ερώτηση:

1. Ποιο χαρακτηριστικό της ταχύτητας του αυτοκινήτου μεταβάλλεται;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η διεύθυνση και η φορά της ταχύτητας.

Ερώτηση:

2. Υπάρχει επιτάχυνση στην κίνηση του αυτοκινήτου; Εξηγήστε.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Ναι, γιατί η ταχύτητα ως διάνυσμα μεταβάλλεται ανά μονάδα χρόνου $\Rightarrow d\vec{v}/dt \neq 0 \Rightarrow \alpha \neq 0$

Ερώτηση:

3. Επιλέξτε εμφάνιση στην οθόνη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα που είναι αναρτημένο στο εσωτερικό του αυτοκινήτου. Ποια είναι η κατεύθυνση της συνισταμένης δύναμης που δέχεται το σώμα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το διάνυσμα της συνισταμένης δύναμης έχει φορά προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς που ακολουθεί το αυτοκίνητο

Ερώτηση:

4. Ποιο είναι το αποτέλεσμα της συνισταμένης δύναμης που δέχεται το σώμα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το αναγκάζει να εκτελεί κυκλική στο οριζόντιο επίπεδο.

Ερώτηση:

5. Ποια είναι η κατεύθυνση του διανύσματος της επιτάχυνσης;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το διάνυσμα της επιτάχυνσης έχει φορά προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς που ακολουθεί το αυτοκίνητο.

Ερώτηση:

6. Πώς μπορείτε να μετρήσετε το μέτρο της επιτάχυνσης σε αυτή την κίνηση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Χρησιμοποιώντας τη γωνία εκτροπής του εκκρεμούς από το κατακόρυφο επίπεδο:

$$\alpha = g \sin \varphi$$

Ερώτηση:

7. Διατηρώντας την ακτίνα του κυκλικού στίβου σταθερή, αυξήστε την ταχύτητα u του αυτοκινήτου. Τι παρατηρείτε σε σχέση με τη γωνία απόκλισης του νήματος και την επιτάχυνση του μικρού



σώματος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η γωνία απόκλισης του νήματος αυξάνεται και το ίδιο παθαίνει και η επιτάχυνση του μικρού σώματος.

Ερώτηση:

8. Τι συνέπειες έχει αυτή η μεταβολή στο μέτρο της επιτάχυνσης του αυτοκινήτου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Αυξάνεται.

Ερώτηση:

9. Διατηρώντας την ταχύτητα του αυτοκινήτου σταθερή, αυξήστε την ακτίνα r του κυκλικού στίβου. Τι παρατηρείτε σε σχέση με τη γωνία απόκλισης του νήματος και την επιτάχυνση του μικρού σώματος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η γωνία απόκλισης του νήματος μειώνεται και το ίδιο παθαίνει και η επιτάχυνση του μικρού σώματος.

Ερώτηση:

10. Τι συνέπειες έχει αυτή η μεταβολή στο μέτρο της επιτάχυνσης του αυτοκινήτου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Μειώνεται.

2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ομαλή κυκλική κίνηση είναι επιταχυνόμενη, επειδή:

Απάντηση:

Μεταβάλλεται η διεύθυνση της ταχύτητας.

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στην ομαλή κυκλική κίνηση η επιτάχυνση κατευθύνεται:

**Απάντηση:**

Προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς.

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η επιτάχυνση ενός σώματος που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, όταν η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς είναι σταθερή, έχει μέτρο:

Απάντηση:

Ανάλογο του τετραγώνου της ταχύτητας.

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η επιτάχυνση ενός σώματος που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, όταν η γραμμική του ταχύτητα u είναι σταθερή, έχει μέτρο:

Απάντηση:

Αντιστρόφως ανάλογο της ακτίνας της κυκλικής τροχιάς.

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η κεντρομόλος δύναμη στην ομαλή κυκλική κίνηση ενός σώματος:

Απάντηση:

Είναι η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα.

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η σχέση που συνδέει την επιτάχυνση a ενός σώματος που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με την ταχύτητά του u και την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς r είναι:

Απάντηση:

$$\frac{v^2}{r}$$

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η σχέση που συνδέει την επιτάχυνση a ενός σώματος που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με τη γωνιακή του ταχύτητα ω και την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς r είναι:

Απάντηση:

$$\omega^2 r$$

**2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Η σχέση που συνδέει την δύναμη F που δέχεται ένα σώμα που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με τη γραμμική του ταχύτητα u και την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς r είναι:

$$\frac{m u^2}{r}$$

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.1. Η αναγκαία συνθήκη της ομαλής κυκλικής κίνησης****Ερώτηση:**

1. Πώς χαρακτηρίζεται η κίνηση αυτή;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ομαλή κυκλική κίνηση.

Ερώτηση:

2. Υπάρχει επιτάχυνση σε αυτή την κίνηση; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ναι, υπάρχει επιτάχυνση γιατί μεταβάλλεται το διάνυσμα της ταχύτητας ανά μονάδα χρόνου.

Ερώτηση:

3. Ποια είναι η αιτία που προκαλεί την επιτάχυνση σε αυτή την περίπτωση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ύπαρξη μιας κεντρομόλου δύναμης.

Ερώτηση:

4. Επιλέξτε την τοποθέτηση μιας λεπίδας στο σημείο Λ. Παρατηρήστε ξανά την κίνηση του σώματος. Πώς χαρακτηρίζεται η κίνηση του σώματος πριν κοπεί το νήμα και πώς μετά το κόψιμο του νήματος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Πριν: Ομαλή κυκλική κίνηση, Μετά: Ομαλή ευθύγραμμη κίνηση

**Ερώτηση:**

5. Τι προκάλεσε την αλλαγή στην κίνηση του σώματος μετά το κόψιμο του νήματος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Μηδενίστηκε η κεντρομόλος δύναμη.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.2. Εφαρμογές της Κεντρομόλου Δύναμης****Ερώτηση:**

3. Παρατηρήστε προσεκτικά την κίνηση ενός αυτοκινήτου που κινείται σε μια οριζόντια κυκλική τροχιά. Ποια δύναμη αναγκάζει το αυτοκίνητο να εκτελεί κυκλική κίνηση;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι: *T*.

Ερώτηση:

4. Παρατηρήστε προσεκτικά την κίνηση μιας μοτοσικλέτας που εκτελεί το γύρο του θανάτου. Ποια δύναμη αναγκάζει τη μοτοσικλέτα να εκτελεί κυκλική κίνηση;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι: *N*.



5.24 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ17_Εφαρμογές Κυκλικής Κίνησης_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 17
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ17_Εφαρμογές Κυκλικής Κίνησης_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, κυκλική κίνηση, κυκλικός κόμβος, ποδηλατοδρόμιο, ομαλή κυκλική κίνηση, κεντρομόλος δύναμη, κυκλική στροφή, τριβή, συνισταμένη δύναμη, μάζα, κεντρομόλος επιτάχυνση, συχνότητα περιστροφής, ποδηλάτης, συνιστώσες δύναμης, γωνία κλίσης, ταχύτητα, δυνάμεις, κωνικό εκκρεμές, επιτάχυνση της βαρύτητας, γωνία νήματος, μήκος νήματος, γωνιακή ταχύτητα, περίοδος περιστροφής, ακτίνα κίνησης, διπλό κωνικό εκκρεμές, οριζόντιο επίπεδο, εφαρμογές.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	Διερεύνηση περιπτώσεων ομαλής κυκλικής κίνησης, όπως α) αυτοκίνητο σε οριζόντια κυκλική στροφή με τριβή β) αυτοκίνητο σε κυκλική στροφή με κλίση χωρίς τριβή γ) ποδηλάτης σε κυκλική στροφή δ) Κωνικό εκκρεμές και υπολογισμός των σημαντικότερων παραμέτρων των κινήσεων αυτών.



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να μελετούν διάφορες περιπτώσεις κυκλικής κίνησης όπως α) αυτοκίνητο σε οριζόντια κυκλική στροφή με τριβή β) αυτοκίνητο σε κυκλική στροφή με κλίση χωρίς τριβή γ) ποδηλάτης σε κυκλική στροφή δ) Κωνικό εκκρεμές
ΔΣ2	Να υπολογίζουν τη μέγιστη ταχύτητα οχήματος σε οριζόντια κυκλική τροχιά.
ΔΣ3	Να υπολογίζουν τη ταχύτητα οχήματος σε στροφή με κλίση (με τριβή και χωρίς τριβή)
ΔΣ4	Να υπολογίζουν την περίοδο κωνικού εκκρεμούς.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.2. Παραδείγματα ομαλής κυκλικής κίνησης

Ερώτηση:

Ποια είναι η αιτία που συγκρατεί τα σώματα στην κυκλική τους τροχιά;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ύπαρξη κεντρομόλου δύναμης.

1.3. Κίνηση αυτοκινήτου σε κυκλική στροφή

Ερώτηση:

1. Το αυτοκίνητο κινείται σε οριζόντια κυκλική στροφή (γωνία κλίσης του δρόμου 0°), με ακτίνα 50



μ και συντελεστή στατικής τριβής 0,8. Να δώσετε στο αυτοκίνητο ταχύτητα 15 m/s και να παρακολουθήσετε προσεκτικά την κίνησή του. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το αυτοκίνητο εκτελεί κυκλική κίνηση.

Ερώτηση:

2. Ρυθμίστε ξανά την ταχύτητα του αυτοκινήτου στα 15 m/s και παρατηρήστε τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό. Ποια δύναμη επιτρέπει στο αυτοκίνητο να διαγράφει την κυκλική στροφή;

Απάντηση:

T

Ερώτηση:

3. Να συμπληρώσετε την πρόταση:

Απάντηση:

Η μέγιστη ταχύτητα με την οποία το αυτοκίνητο μπορεί να διαγράψει με ασφάλεια την κυκλική στροφή είναι **20 m/s**.

Ερώτηση:

4. Να δώσετε την τιμή της μέγιστης ταχύτητας που υπολογίσατε (20 m/s) στο αυτοκίνητο. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το αυτοκίνητο εκτελεί κυκλική κίνηση.

Ερώτηση:

5. Να δώσετε στο αυτοκίνητο ταχύτητα μεγαλύτερη από τη μέγιστη τιμή που υπολογίσατε (μεγαλύτερη από 20 m/s). Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το αυτοκίνητο εκτρέπεται από την κυκλική τροχιά.

Ερώτηση:

6. Αν ξαφνικά χιονίσει και ο δρόμος καλυφθεί με πάγο, ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ του οδοστρώματος και των ελαστικών του αυτοκινήτου γίνεται 0,2. Να δώσετε ταχύτητα 15 m/s στο αυτοκίνητο και να παρακολουθήσετε την εξέλιξη της κίνησης. Τι παρατηρείτε; Να συγκρίνετε τις παρατηρήσεις σας με τις αντίστοιχες στην περίπτωση που το οδόστρωμα ήταν στεγνό.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Το αυτοκίνητο εκτρέπεται από την κυκλική τροχιά, κάτι το οποίο δεν συνέβαινε στο στεγνό οδόστρωμα.

Ερώτηση:

7. Να συμπληρώσετε την πρόταση:

Απάντηση:

Η μέγιστη ταχύτητα με την οποία το αυτοκίνητο μπορεί να διαγράψει με ασφάλεια την κυκλική στροφή, όταν είναι καλυμμένη από πάγο είναι **10 m/s**.

Ερώτηση:

8. Να δώσετε την τιμή της μέγιστης ταχύτητας που υπολογίσατε (10 m/s) στο αυτοκίνητο. Τι παρατηρείτε;

Απάντηση:

Το αυτοκίνητο εκτελεί κυκλική κίνηση.

Ερώτηση:

9. Να δώσετε στο αυτοκίνητο ταχύτητα μικρότερη από τη μέγιστη τιμή που υπολογίσατε (μικρότερη από 10 m/s). Τι παρατηρείτε;

Απάντηση:

Το αυτοκίνητο εκτελεί κυκλική κίνηση.

Ερώτηση:

10. Ας εξετάσουμε τώρα τι θα συμβεί στην περίπτωση που ο δρόμος έχει κλίση 30° και ο συντελεστής τριβής έχει τιμή 0 (το οδόστρωμα θεωρείται λείο). Να δώσετε στο αυτοκίνητο ταχύτητα 17 m/s και να παρακολουθήσετε προσεκτικά την κίνησή του. Τι παρατηρείτε;

Απάντηση:

Το αυτοκίνητο εκτελεί κυκλική κίνηση.

**Ερώτηση:**

11. Ρυθμίστε ξανά την ταχύτητα του αυτοκινήτου στα 17 m/s και παρατηρήστε τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό. Ποια δύναμη επιτρέπει στο αυτοκίνητο να διαγράφει την κυκλική στροφή;

Απάντηση:

N_x .

Ερώτηση:

12. Να αποδείξετε ότι η σχέση που συνδέει την τιμή της ταχύτητας u με την οποία το αυτοκίνητο διαγράφει τη στροφή με τη γωνία κλίσης φ του δρόμου και την ακτίνα r της κυκλικής στροφής είναι

$$u = \sqrt{r g \varepsilon \varphi \varphi}$$

Απάντηση:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N_y = B \Rightarrow N \sin \varphi = m g \Rightarrow N = m g / \sin \varphi$$

$$\Sigma F_x = m u^2 / r \Rightarrow N_x = m u^2 / r \Rightarrow N \eta \mu \varphi = m u^2 / r \Rightarrow m g \varepsilon \varphi \varphi = m u^2 / r$$

$$\Rightarrow u^2 = r g \varepsilon \varphi \varphi \Rightarrow u = [r g \varepsilon \varphi \varphi]^{1/2}$$

Ερώτηση:

13. Τι θα συμβεί στην περίπτωση που ο δρόμος με κλίση δεν είναι λείος;

Απάντηση:

Θα υπάρχει μια επιπλέον δύναμη: η δύναμη της τριβής. Η οριζόντια συνιστώσα της τριβής αντιτίθεται στην οριζόντια συνιστώσα της κάθετης δύναμης της αντίδρασης του εδάφους. Συνεπώς, αλλάζει η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς.

Ερώτηση:

14. Ας εξετάσουμε τώρα τι θα συμβεί στην περίπτωση που ο δρόμος έχει κλίση 37° και ο συντελεστής τριβής έχει τιμή 0,6 (το οδόστρωμα δεν είναι λείο). Να δώσετε στο αυτοκίνητο ταχύτητα 15 m/s και να παρακολουθήσετε προσεκτικά την κίνησή του. Τι παρατηρείτε;

Απάντηση:

Το αυτοκίνητο διαγράφει κυκλική τροχιά.

**Ερώτηση:**

15. Ας εξετάσουμε τώρα τι θα συμβεί στην περίπτωση που ο δρόμος έχει κλίση 37° και ο συντελεστής τριβής έχει τιμή 0,6 (το οδόστρωμα δεν είναι λείο). Να δώσετε στο αυτοκίνητο ταχύτητα 5 m/s και να παρακολουθήσετε προσεκτικά την κίνησή του. Τι παρατηρείτε;

Απάντηση:

Το αυτοκίνητο γλιστρά προς το εσωτερικό του κυκλικού δρόμου.

Ερώτηση:

16. Ας εξετάσουμε τώρα τι θα συμβεί στην περίπτωση που ο δρόμος έχει κλίση 37° και ο συντελεστής τριβής έχει τιμή 0,6 (το οδόστρωμα δεν είναι λείο). Να δώσετε στο αυτοκίνητο ταχύτητα 40 m/s και να παρακολουθήσετε προσεκτικά την κίνησή του. Τι παρατηρείτε;

Απάντηση:

Το αυτοκίνητο γλιστρά προς το εξωτερικό του κυκλικού δρόμου.

Ερώτηση:

17. Να συμπληρώσετε την πρόταση:

Απάντηση:

Για να μπορεί το αυτοκίνητο να διαγράψει με ασφάλεια την κυκλική στροφή πρέπει να έχει ταχύτητα $7 \text{ m/s} \leq v \leq 35 \text{ m/s}$.

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Όταν ένα αυτοκίνητο κινείται σε οριζόντιο κυκλικό δρόμο με σταθερή ταχύτητα:

Απάντηση:

Η κεντρομόλος δύναμη ισούται με τη στατική τριβή μεταξύ ελαστικών και οδοστρώματος.

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Δύο αυτοκίνητα με μάζες m_1 και m_2 ($m_1 > m_2$) κινούνται στον ίδιο κυκλικό δρόμο σε οριζόντιο επίπεδο με την ίδια ταχύτητα. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις είναι σωστή;

**Απάντηση:**

Η συνισταμένη των δυνάμεων είναι μεγαλύτερη στο αυτοκίνητο με μεγαλύτερη μάζα.

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μικρό νόμισμα μάζας m τοποθετείται σε απόσταση r από το κέντρο ενός περιστρεφόμενου δίσκου. Ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ του νομίσματος και του δίσκου είναι μ . Η μέγιστη συχνότητα περιστροφής f του δίσκου, ώστε το νόμισμα να μη γλιστρήσει πάνω στο δίσκο είναι:

Απάντηση:

$$\Gamma) f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu g}{r}}$$

1.8. Μελέτη της κίνησης ποδηλάτη σε κυκλική στροφή

Να ρυθμίσετε την ταχύτητα του ποδηλάτη στα 15m/s και τη γωνία φ που σχηματίζει το σώμα του με την κατακόρυφο στις 37°. Τι παρατηρείτε;

Απάντηση:

Ο ποδηλάτης παίρνει με ασφάλεια τη στροφή, χωρίς να ανατραπεί το ποδήλατο.

1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η δύναμη που επιτρέπει στον ποδηλάτη να διαγράψει με ασφάλεια την κυκλική στροφή είναι:

Απάντηση:

Η οριζόντια συνιστώσα N_x της αντίδρασης που δέχεται ο ποδηλάτης από το έδαφος.

1.9. Μελέτη της κίνησης ποδηλάτη σε κυκλική στροφή**Ερώτηση:**

1. Ποια δύναμη επιτρέπει στον ποδηλάτη να διαγράψει την κυκλική στροφή;

Απάντηση:

N_x

1.10. Μελέτη της κίνησης ποδηλάτη σε κυκλική στροφή**Ερώτηση:**

Να ρυθμίσετε τη γωνία φ στις 44°, να δώσετε στην ταχύτητα την τιμή που υπολογίσατε 17 m/s και



να παρακολουθήσετε την εξέλιξη της κίνησης. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο ποδηλάτης παίρνει με ασφάλεια τη στροφή, χωρίς να ανατραπεί το ποδήλατο.

1.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένας ποδηλάτης κινείται με σταθερή ταχύτητα 12 m/s σε κυκλική τροχιά ακτίνας 50 m. Η γωνία θ που πρέπει να κλίνει το σώμα του σε σχέση με την κατακόρυφο ώστε να διαγράψει με ασφάλεια τη στροφή είναι:

Απάντηση:

16°

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Κωνικό Εκκρεμές

Ερώτηση:

1. Να δώσετε στη μάζα του σώματος την τιμή 0,5 kg, στο μήκος του νήματος την τιμή 0,2 m, στη γωνιακή ταχύτητα την τιμή 10 rad/s και να τοποθετήσετε το σύστημα στη Γη. Επιλέξτε το σχήμα που δείχνει καλύτερα τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα καθώς περιστρέφεται.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το **B**.

Ερώτηση:

2. Να επιλέξετε την εμφάνιση των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα στην οθόνη και να παρατηρήσετε την εξέλιξη της κίνησης. Ποια δύναμη επιτρέπει στο σώμα να εκτελεί κυκλική κίνηση;

Απάντηση:

S_x .

Ερώτηση:

3. Να αυξήσετε σταδιακά τη μάζα του σώματος (μπορείτε να δώσετε τιμές 0,5 kg, 1 kg, 1,5 kg, 2



kg), ενώ κρατάτε τους υπόλοιπους παράγοντες σταθερούς ($L=0,2$ m, $\omega=10$ rad/s και $g=10$ m/s²) και να παρατηρήσετε την εξέλιξη της κίνησης. Πώς μεταβάλλεται η γωνία φ που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Δε μεταβάλλεται.

Ερώτηση:

4. Να αυξήσετε σταδιακά το μήκος του νήματος (μπορείτε να δώσετε τιμές 0,2 m, 0,4 m, 0,6 m, 0,8 m), ενώ κρατάτε τους υπόλοιπους παράγοντες σταθερούς ($m = 0,5$ kg, $\omega = 10$ rad/s και $g = 10$ m/s²), και να παρατηρήσετε την εξέλιξη της κίνησης. Πώς μεταβάλλεται η γωνία φ που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η γωνία φ αυξάνεται.

Ερώτηση:

5. Να αυξήσετε σταδιακά τη γωνιακή ταχύτητα (μπορείτε να δώσετε τιμές 10 rad/s, 20 rad/s, 30 rad/s, 40 rad/s), ενώ κρατάτε τους υπόλοιπους παράγοντες σταθερούς ($m = 0,5$ kg, $L = 0,2$ m και $g = 10$ m/s²), και να παρατηρήσετε την εξέλιξη της κίνησης. Πώς μεταβάλλεται η γωνία φ που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η γωνία φ αυξάνεται.

Ερώτηση:

6. Να μεταβάλετε την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας g παρατηρώντας την εξέλιξη της κίνησης στη Γη ($g = 10$ m/s²) και στη Σελήνη ($g = 1,6$ m/s²), ενώ κρατάτε τους υπόλοιπους παράγοντες σταθερούς ($m = 0,5$ kg, $L = 0,2$ m και $\omega = 10$ rad/s). Πώς μεταβάλλεται η γωνία φ που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν μειώνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας g , αυξάνεται η γωνία φ .

2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στο κωνικό εκκρεμές, όσο αυξάνεται η μάζα του σώματος m και οι υπόλοιποι παράγοντες



παραμένουν σταθεροί, η γωνία φ που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο:

Απάντηση:

Παραμένει σταθερή.

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στο κωνικό εκκρεμές, όσο αυξάνεται το μήκος του νήματος L και οι υπόλοιποι παράγοντες παραμένουν σταθεροί, η γωνία φ που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο:

Απάντηση:

Αυξάνεται.

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στο κωνικό εκκρεμές, όσο αυξάνεται η γωνιακή ταχύτητα ω και οι υπόλοιποι παράγοντες παραμένουν σταθεροί, η γωνία φ που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο:

Απάντηση:

Αυξάνεται.

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Όταν το εκκρεμές μεταφερθεί στη Σελήνη (η επιτάχυνση της βαρύτητας ελαττώνεται) και οι υπόλοιποι παράγοντες παραμένουν σταθεροί, η γωνία φ που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο:

Απάντηση:

Αυξάνεται.

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η σχέση που συνδέει τη γωνία φ με τους παράγοντες που εξετάστηκαν στην υποενότητα **Κωνικό Εκκρεμές** είναι:

Απάντηση:

$$\sigma\upsilon\nu \varphi = \frac{g}{\omega^2 L}$$

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η σχέση που συνδέει την περίοδο περιστροφής T του σώματος με γωνία φ , την επιτάχυνση της



βαρύτητας g και το μήκος του νήματος L είναι:

Απάντηση:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L \sin \varphi}{g}}$$

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Δύο σώματα με μάζες m_1 και m_2 (όπου $m_1 = 2m_2$) στερεώνονται στο ένα άκρο δύο νημάτων με μήκος L_1 και L_2 (όπου $L_1 = 2L_2$), αντίστοιχα. Τα ελεύθερα άκρα των νημάτων δένονται σε κοινό κατακόρυφο άξονα, ο οποίος τίθεται σε περιστροφική κίνηση με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , τέτοια ώστε τα σώματα να εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση σε οριζόντιο επίπεδο. Το διάγραμμα το οποίο δείχνει τη σωστή θέση των δύο εκκρεμών είναι:

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το **B**.

2.9. Κίνηση δύο κωνικών εκκρεμών

Ερώτηση:

Να παρατηρήσετε προσεκτικά την κίνηση των δύο εκκρεμών. Πώς μεταβάλλεται η κίνησή τους όταν αυξηθεί η γωνιακή ταχύτητα ω ;

Ενδεικτική Απάντηση:

Μεγαλώνει η γωνία απόκλισης από την κατακόρυφο.

2.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

Συμπληρώστε τα κενά στις πιο κάτω προτάσεις:

Απάντηση:

Τα δύο σώματα εκτελούν **ομαλή** κυκλική κίνηση με την ίδια **γωνιακή** ταχύτητα. Οι **κυκλικές** τροχιές που διαγράφουν τα δύο σώματα βρίσκονται στο **ίδιο** κατακόρυφο επίπεδο. Όταν αυξηθεί η γωνιακή ταχύτητα, η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ του **επιπέδου** της κυκλικής τροχιάς και του σημείου στήριξης των νημάτων **μικραίνει**.



5.25 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ18_Ο Νόμος της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 18
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ18_Ο Νόμος της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, Β, εισαγωγή, βαρύτητα, περιφορά, ελεύθερη πτώση, ηλιακό σύστημα, πλανήτες, σελήνη, νόμος παγκόσμιας έλξης, βαρυτική δύναμη, απόσταση, μάζα σωμάτων, ανάλογα μεγέθη, μάζα σώματος, τετράγωνο απόστασης, αντιστρόφως ανάλογα μεγέθη, τετράγωνο της απόστασης, κέντρα σωμάτων, ελκτική φορά, μάζες σωμάτων, Νεύτωνα, ζεύγος σωμάτων, ελκτική βαρυτική δύναμη, έλξη σωμάτων, κενό, μέτρο βαρυτικής δύναμης, ακτίνα, γη, μαύρη τρύπα, γαλαξίας, επιφάνεια γης, επιφάνεια σελήνης, δυναμόμετρο, αστροναύτης, μάζα πλανήτη, ακτίνα πλανήτη, πυκνότητα πλανήτη, ύλη, μονόμετρο μέγεθος, βάρος σώματος, διανυσματικό μέγεθος, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Νόμος της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα • Εφαρμογή του νόμου σε παραδείγματα που περιλαμβάνουν από στοιχειώδη σωματίδια μέχρι ολόκληρους γαλαξίες. • Ερμηνεία της δύναμης του βάρους ως η δύναμη της παγκόσμιας έλξης που δέχεται το σώμα όταν βρίσκεται στο πεδίο βαρύτητας της γης.



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να περιγράψουν την αλληλεπίδραση δύο μαζών με βάση το νόμο της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα.
ΔΣ2	Να κατανοούν ότι ο νόμος της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα ισχύει τόσο για στοιχειώδη σωματίδια όσο και για ολόκληρους γαλαξίες που βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους (ή μεταξύ των κέντρων μάζας τους).
ΔΣ3	Να κατανοούν ότι η βαρυτική δύναμη που ορίζεται από τη σχέση της παγκόσμιας έλξης είναι το βάρος του σώματος το οποίο βρίσκεται μέσα στο πεδίο βαρύτητας της Γης.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Εισαγωγή στη Βαρύτητα

Ερώτηση:

Ποια είναι η αιτία που προκαλεί τις κινήσεις αυτές;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η δύναμη της βαρύτητας



ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Ο νόμος του αντιστρόφου τετραγώνου

Ερώτηση:

Περιγράψτε με δικά σας λόγια το νόμο του αντιστρόφου τετραγώνου του Νεύτωνα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η δύναμη που ασκείται πάνω σε ένα σώμα από τη Γη λόγω αμοιβαίας βαρυτικής έλξης μικραίνει καθώς μεγαλώνει η απόσταση του σώματος από τη Γη. Μάλιστα, η δύναμη μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης αυτής.

2.3. Δραστηριότητα Αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Λύστε την άσκηση.

Απάντηση:

Όταν η μάζα του σώματος Σ_1 στις δραστηριότητες της ενότητας Διερεύνηση του Νόμου της Παγκόσμιας Έλξης αυξάνεται, το μέτρο της βαρυτικής δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ των δύο σωμάτων *αυξάνεται* με τον ίδιο ρυθμό. Αυτό σημαίνει ότι τα δύο φυσικά μεγέθη είναι ευθέως *ανάλογα*.

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Λύστε την άσκηση.

Απάντηση:

Όταν η μάζα του σώματος Σ_2 αυξάνεται, το μέτρο της βαρυτικής δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ των δύο σωμάτων *αυξάνεται* με τον ίδιο ρυθμό. Αυτό σημαίνει ότι τα δύο φυσικά μεγέθη είναι ευθέως *ανάλογα*.

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Λύστε την άσκηση.

Απάντηση:

Όταν η απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων Σ_1 και Σ_2 , στις δραστηριότητες της ενότητας Διερεύνηση του Νόμου της Παγκόσμιας Έλξης αυξάνεται, το μέτρο της βαρυτικής δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ των δύο σωμάτων *μειώνεται*. Η βαρυτική δύναμη είναι *αντιστρόφως* ανάλογη του *τετραγώνου* της απόστασης.



2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Λύστε την άσκηση.

Απάντηση:

$$F \propto \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Απάντηση:

Η διεύθυνση της βαρυτικής δύναμης F ταυτίζεται με την ευθεία που περνά από τα **κέντρα** των δύο σφαιρικών σωμάτων και η φορά της είναι πάντοτε **ελκτική**.

2.8. Νόμος της Παγκόσμιας Έλξης-Συμπεράσματα

Ερώτηση:

1. Να παρατηρήσετε και να περιγράψετε την κίνηση των πλανητών σε σχέση με τον Ήλιο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι πλανήτες εκτελούν ελλειπτικές τροχιές γύρω από τον ήλιο.

Ερώτηση:

2. Να εντοπίσετε τη Γη και να παρατηρήσετε την κίνησή της σε σχέση με τον Ήλιο. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η Γη εκτελεί ελλειπτική τροχιά γύρω από τον ήλιο με σταθερή περίοδο κίνησης.

Ερώτηση:

3. Να εντοπίσετε τη Σελήνη και να παρατηρήσετε την κίνησή της σε σχέση με τη Γη και σε σχέση με τον Ήλιο. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η σελήνη εκτελεί σύνθετη κίνηση: Περιστρέφεται γύρω από τη Γη, ενώ ταυτόχρονα περιφέρεται (μαζί με τη Γη) γύρω από τον Ήλιο.

**Ερώτηση:**

4. Να μετακινήσετε το ποντίκι σας σε κάποιο σημείο μιας από τις πλανητικές τροχιές που φαίνονται στην προσομοίωση για να δείτε σε ποιον πλανήτη αντιστοιχεί. Να επαναλάβετε το ίδιο για όλες τις τροχιές. Ποια είναι η αιτία της κίνησης αυτής των ουρανίων σωμάτων;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ελκτική βαρυτική δύναμη από την Ήλιο, η οποία δρα ως κεντρομόλος δύναμη.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.1 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Για τις βαρυτικές δυνάμεις ο Νεύτωνας πίστευε ότι

Απάντηση:

Είναι ίδιας φύσης, ανεξάρτητα από το ζεύγος σωμάτων που αναφέρονται.

3.2 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Υποθέστε ότι δύο σώματα έλκονται μεταξύ τους με βαρυτική δύναμη μέτρου 16 N. Αν η απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων διπλασιαστεί, η το μέτρο της βαρυτικής δύναμης θα γίνει

Απάντηση:

4 N

3.3 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Υποθέστε ότι δύο σώματα έλκονται μεταξύ τους με βαρυτική δύναμη μέτρου 16 N. Αν η απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων γίνει η μισή, το μέτρο της βαρυτικής δύναμης θα γίνει

Απάντηση:

64 N

3.4 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Υποθέστε ότι δύο σώματα έλκονται μεταξύ τους με βαρυτική δύναμη μέτρου 16 N. Αν η μάζα του ενός σώματος διπλασιαστεί, το μέτρο της βαρυτικής δύναμης θα γίνει

Απάντηση:

32 N

**3.5 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Υποθέστε ότι δύο σώματα έλκονται μεταξύ τους με βαρυτική δύναμη μέτρου 16 N. Αν η μάζα του ενός σώματος γίνει η μισή, το μέτρο της βαρυτικής δύναμης θα γίνει

Απάντηση:

8N

3.6 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Υποθέστε ότι δύο σώματα έλκονται μεταξύ τους με βαρυτική δύναμη μέτρου 16 N. Αν οι μάζες των δύο σωμάτων διπλασιαστούν και η απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων τετραπλασιαστεί, το μέτρο της βαρυτικής δύναμης θα γίνει

Απάντηση:

4 N

3.7 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Υποθέστε ότι δύο σώματα έλκονται μεταξύ τους με βαρυτική δύναμη μέτρου 16 N. Αν τα σώματα μεταφερθούν σε χώρο απόλυτου κενού, το μέτρο της βαρυτικής δύναμης θα γίνει

Απάντηση:

16 N

3.8 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Αντιστοιχίση

Υπολογίστε τις βαρυτικές δυνάμεις που περιγράφονται στην αριστερή στήλη και αντιστοιχίστε τις με τις σωστές αριθμητικές τιμές της δεξιάς στήλης.

Απάντηση:

Η βαρυτική δύναμη που αναπτύσσεται στο άτομο του υδρογόνου μεταξύ του ηλεκτρονίου, που βρίσκεται στη θεμελιώδη στάθμη και του πρωτονίου που υπάρχει στον πυρήνα είναι $3,62 \times 10^{-47}$ N.

Η βαρυτική δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ δύο βιβλίων, μάζας 1 kg το καθένα, που απέχουν κατά 1 m, είναι $6,67 \times 10^{-11}$ N.

Η βαρυτική δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ μαθητών, μάζας 50 kg ο καθένας, που απέχουν κατά 1 m, είναι $1,67 \times 10^{-7}$ N.

Η βαρυτική δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ ενός μαθητή, μάζας 50 kg, που βρίσκεται στην επιφάνεια της Σελήνης και της Σελήνης είναι **83,7 N**.

Η βαρυτική δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ ενός μαθητή, μάζας 50 kg που βρίσκεται στην



επιφάνεια της Γης και της Γης είναι **488,5 N**.

3.9.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Αντιστοίχιση

Η βαρυτική δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ της Γης και της Σελήνης είναι **$2 \times 10^{20} \text{ N}$** .

Η βαρυτική δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ της Γης και του Ήλιου είναι **$3,6 \times 10^{22} \text{ N}$** .

Η βαρυτική δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ της μαύρης τρύπας που θεωρείται ότι υπάρχει στο κέντρο του Γαλαξία μας και του Ήλιου είναι **$1,2 \times 10^{160} \text{ N}$** .

Η βαρυτική δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ του Γαλαξία μας και του γαλαξία M51 είναι **$6,9 \times 10^{545} \text{ N}$** .

ΕΝΟΤΗΤΑ 4

4.2.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα σώμα μεταφέρεται από τη Γη στη Σελήνη. Κατά την κίνηση του σώματος

Απάντηση:

Η μάζα του μένει σταθερή.

4.3.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένας αστροναύτης κρεμάει στην άκρη ενός δυναμόμετρου ένα σώμα, όταν βρίσκεται στη Γη πριν ξεκινήσει το ταξίδι του. Η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι Β. Ο αστροναύτης ξαναζυγίζει το σώμα με το ίδιο δυναμόμετρο, όταν το διαστημόπλοιο βρίσκεται σε ύψος ίσο με την ακτίνα της Γης. Η νέα ένδειξη του δυναμόμετρου είναι:

Απάντηση:

B/4

4.4.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένας αστροναύτης κρεμάει στην άκρη ενός δυναμόμετρου ένα σώμα, όταν βρίσκεται στη Γη πριν ξεκινήσει το ταξίδι του. Η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι Β. Ο αστροναύτης ξαναζυγίζει το σώμα με το ίδιο δυναμόμετρο όταν το διαστημόπλοιο βρίσκεται σε ύψος h από την επιφάνεια της Γης και η ένδειξη του οργάνου είναι B/9. Το ύψος αυτής της θέσης από την επιφάνεια της Γης είναι

Απάντηση:

2 R

**4.5.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Ένα σώμα έχει βάρος B_0 στην επιφάνεια της Γης. Το σώμα μεταφέρεται από τη Γη σε ένα πλανήτη Χ. Αν ο πλανήτης Χ έχει διπλάσια μάζα και την ίδια ακτίνα με τη Γη, το βάρος του σώματος στην επιφάνεια του πλανήτη Χ είναι

Απάντηση:

$2B_0$

4.6.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα σώμα έχει βάρος B_0 στην επιφάνεια της Γης. Το σώμα μεταφέρεται από τη Γη σε ένα πλανήτη Χ. Αν ο πλανήτης Χ έχει την ίδια μάζα και διπλάσια ακτίνα από τη Γη, το βάρος του σώματος στην επιφάνεια του πλανήτη Χ είναι

Απάντηση:

$B_0/4$

4.7.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα σώμα έχει βάρος B_0 στην επιφάνεια της Γης. Το σώμα μεταφέρεται από τη Γη σε ένα πλανήτη Χ. Αν ο πλανήτης Χ έχει διπλάσια μάζα και διπλάσια ακτίνα από τη Γη, το βάρος του σώματος στην επιφάνεια του πλανήτη Χ είναι

Απάντηση:

$B_0/2$

4.8.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα σώμα έχει βάρος B_0 στην επιφάνεια της Γης. Το σώμα μεταφέρεται από τη Γη σε ένα πλανήτη Χ. Αν ο πλανήτης Χ έχει την ίδια πυκνότητα και διπλάσια ακτίνα από τη Γη, το βάρος του σώματος στην επιφάνεια του πλανήτη Χ είναι

Απάντηση:

$2B_0$

4.9.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

Λύστε την άσκηση.

Απάντηση:

Η μάζα ενός σώματος ορίζεται ως η ποσότητα της *ύλης* που περικλείει το σώμα. Είναι *μονόμετρο* μέγεθος και το όργανό μέτρησής της είναι η *ζυγαριά* Μονάδα μέτρησης της μάζας είναι το *kg* Η



μάζα του σώματος παραμένει **σταθερή** αν το σώμα μεταφερθεί σε κάποια άλλη θέση. Το βάρος ενός σώματος ορίζεται ως η **δύναμη** με την οποία η Γη έλκει το σώμα. Είναι **διανυσματικό** μέγεθος και το όργανο μέτρησής του είναι το **δυναμόμετρο**. Μονάδα μέτρησης του βάρους είναι το **N**. Το βάρος του σώματος **αλλάζει** αν το σώμα μεταφερθεί σε κάποια άλλη θέση.

5.26 ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ19_Βαρυτικό πεδίο – Ένταση βαρυτικού πεδίου_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 19
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_B_ΨΕΠ19_Βαρυτικό πεδίο – Ένταση βαρυτικού πεδίου_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, μαγνητικό πεδίο, ηλεκτρικό πεδίο, βαρυτικό πεδίο, επιτάχυνση βαρύτητας, βαρυτική δύναμη, πλανήτης, ένταση πεδίου, δύναμη, βαρύτητα, ακτίνα, μάζα, σταθερά παγκόσμιας έλξης, ακτίνα γης, πυκνότητα, αλεξίπτωτο, πτώση, αντίσταση αέρα, γεωγραφικό πλάτος, υψόμετρο, επιφάνεια γης, επιφάνεια πλανήτη, κέντρο γης, ελεύθερη πτώση, ομαλή ευθύγραμμη κίνηση, βάρος, ένδειξη ζυγαριάς, έλλειψη βαρύτητας, διαστημικός σταθμός, αστροναύτης, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Βαρυτικό πεδίο – ένταση βαρυτικού πεδίου • Μεταβολή της έντασης του πεδίου βαρύτητας της γης με το γεωγραφικό πλάτος και το ύψος πάνω από την επιφάνειά της • Έλλειψη βαρύτητας – συνέπειες



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Ορίζουν το βαρυτικό πεδίο.
ΔΣ2	Κατανοούν την έννοια της έντασης βαρυτικού πεδίου.
ΔΣ3	Εξάγουν τη σχέση που δίνει το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης που απέχει απόσταση r από το κέντρο της ($r > R_{Γ}$ όπου $R_{Γ}$ η ακτίνα της Γης)
ΔΣ4	Γνωρίζουν και να εξηγούν τον τρόπο μεταβολής της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης με το γεωγραφικό πλάτος και το ύψος πάνω από την επιφάνειά της.
ΔΣ5	Καθορίζουν την έννοια «έλλειψη βαρύτητας» και να περιγράψουν συνέπειες της έλλειψης βαρύτητας.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Ένταση Βαρυτικού Πεδίου

Ερώτηση:

Να συγκρίνετε το μέτρο του διανύσματος της δύναμης και το μέτρο του διανύσματος της έντασης στην επιφάνεια της Γης με τους ακόλουθους πλανήτες:

- α) Ερμή
- β) Άρη
- γ) Δία
- δ) Κρόνο

**Ενδεικτική Απάντηση:**

- A) Ερμή Στη Γη τα δυο διανύσματα είναι μεγαλύτερα παρά στον Ερμή.
 B) Άρη Στη Γη τα δυο διανύσματα είναι μεγαλύτερα παρά στον Άρη.
 Γ) Δία Στη Γη τα δυο διανύσματα είναι μικρότερα παρά στον Δία.
 Δ) Κρόνο Στη Γη τα δυο διανύσματα είναι μικρότερα παρά στον Κρόνο.

Ερώτηση:

Συμπληρώστε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν:

Απάντηση:

Το σώμα δέχεται τη μεγαλύτερη δύναμη, όταν τοποθετείται στην επιφάνεια του πλανήτη **Δία**. Αυτό σημαίνει ότι το βαρυτικό **πεδίο**, που δημιουργεί γύρω του ο πλανήτης αυτός είναι πολύ ισχυρό.

Το σώμα δέχεται τη μικρότερη δύναμη, όταν τοποθετείται στην επιφάνεια του πλανήτη **Ερμή**. Αυτό σημαίνει ότι το βαρυτικό **πεδίο**, που δημιουργεί γύρω του ο πλανήτης αυτός είναι πολύ ασθενές.

2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του πεδίου βαρύτητας ενός πλανήτη:

Απάντηση:

Εκφράζει τη δύναμη, με την οποία ο πλανήτης έλκει ένα σώμα μάζας 1 kg στο σημείο που αναφέρεται.

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του πεδίου βαρύτητας και η επιτάχυνση της βαρύτητας:

Απάντηση:

Είναι αριθμητικά ίσες.

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του πεδίου βαρύτητας σε σημείο που απέχει απόσταση r από το κέντρο της Γης δίνεται από τη σχέση (όπου G η σταθερά της παγκόσμιας έλξης και M η μάζα της Γης):

Απάντηση:

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

**2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Θεωρώντας δεδομένη τη σταθερά της παγκόσμιας έλξης $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$, την ένταση του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνειά της $g_0 = 9,81 \text{ N/kg}$ και την ακτίνα της Γης $R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ η μάζα της Γης υπολογίζεται ίση με:

Απάντηση:

$$6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια ενός πλανήτη X , ο οποίος έχει διπλάσια μάζα και την ίδια ακτίνα με τη Γη, είναι: (θεωρήστε δεδομένο το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης στην επιφάνειά της $g_0 = 9,81 \text{ N/kg}$)

Απάντηση:

$$19,62 \text{ N/kg}$$

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια ενός πλανήτη X , ο οποίος έχει ίση μάζα και διπλάσια ακτίνα από τη Γη είναι: (θεωρήστε δεδομένο το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης στην επιφάνειά της $g_0 = 9,81 \text{ N/kg}$)

Απάντηση:

$$2,45 \text{ N/kg}$$

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια ενός πλανήτη X , ο οποίος έχει διπλάσια μάζα και διπλάσια ακτίνα από τη Γη είναι: (θεωρήστε δεδομένο το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης στην επιφάνειά της $g_0 = 9,81 \text{ N/kg}$)

Απάντηση:

$$4,95 \text{ N/kg}$$

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια ενός πλανήτη X , ο οποίος έχει ίδια πυκνότητα και διπλάσια ακτίνα από τη Γη είναι: (θεωρήστε δεδομένο το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης στην επιφάνειά της $g_0 = 9,81 \text{ N/kg}$)

**Απάντηση:**

19,62 N/kg

2.10. Πτώση με αλεξίπτωτο**Ερώτηση:**

Να συγκρίνετε την ένταση του βαρυτικού πεδίου και την επιτάχυνση, με την οποία κινείται ο αλεξίπτωτιστής κάθε χρονική στιγμή.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένταση του βαρυτικού πεδίου παραμένει σταθερή σε όλες τις χρονικές στιγμές. Η επιτάχυνση αρχικά μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί (όταν η αντίσταση του αέρα αντισταθμίζει το βάρος). Μόλις ανοίξει το αερόστατο η επιτάχυνση γίνεται αρνητική (αντίθετη της κατεύθυνσης της ταχύτητας) και ακολούθως το μέτρο της μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί και πάλι.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.1. Μεταβολή της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης με το γεωγραφικό πλάτος****Ερώτηση:**

1. Επιλέξτε τα βέλη που παρουσιάζονται γύρω από την επιφάνεια της Γης, και να παρατηρήσετε το διάνυσμα της έντασης του βαρυτικού πεδίου στο σημείο αυτό. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένταση του βαρυτικού πεδίου είναι ένα ακτινικό διάνυσμα με φορά προς το κέντρο της Γης. Επιπλέον, το μέτρο του διανύσματος έχει ελάχιστη τιμή στον ισημερινό και αυξάνεται καθώς κινούμαστε προς τους πόλους, όπου παίρνει τη μέγιστη τιμή του.

Ερώτηση:

2. Να επιλέξετε με το ποντίκι κάποια άλλα σημεία στο βόρειο ημισφαίριο πλησιάζοντας προς το Βόρειο Πόλο και να παρατηρήσετε το διάνυσμα της έντασης του βαρυτικού πεδίου στα σημεία αυτά. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένταση του βαρυτικού πεδίου είναι ένα ακτινικό διάνυσμα με φορά προς το κέντρο της Γης.



Επιπλέον, το μέτρο του διανύσματος αυξάνεται καθώς κινούμαστε προς το βόρειο πόλο.

Ερώτηση:

3. Να επιλέξετε με το ποντίκι κάποια άλλα σημεία στο νότιο ημισφαίριο πλησιάζοντας προς το Νότιο Πόλο και να παρατηρήσετε το διάνυσμα της έντασης του βαρυτικού πεδίου στα σημεία αυτά. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένταση του βαρυτικού πεδίου είναι ένα ακτινικό διάνυσμα με φορά προς το κέντρο της Γης. Επιπλέον, το μέτρο του διανύσματος αυξάνεται καθώς κινούμαστε προς το νότιο πόλο.

3.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά στις προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις:

Απάντηση:

Το διάνυσμα της έντασης του γήινου βαρυτικού πεδίου έχει μεγαλύτερο μέτρο κοντά στους **πόλους** της Γης και μικρότερο μέτρο κοντά στον **Ισημερινό**. Αυτό συμβαίνει γιατί τα σημεία που βρίσκονται κοντά στους **πόλους** της Γης έχουν **μικρότερη** απόσταση από το κέντρο της (ακτίνα) σε σχέση με τα σημεία που βρίσκονται κοντά στον **Ισημερινό**.

3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Αντιστοίχιση

Ένα παιδί μάζας 40 kg ανεβαίνει σε ζυγαριά, η οποία ανάλογα με τον τόπο μέτρησης δείχνει τις πιο κάτω ενδείξεις. Να αντιστοιχίσετε την κάθε ένδειξη με τον τόπο μέτρησης στον οποίο μπορεί να έγινε.

Απάντηση:

391,2 N - **Στην Αίγυπτο**

392,4 N - **Στη Φιλανδία**

393,2 N - **Στην Κύπρο**

3.4. Μεταβολή της έντασης του πεδίου βαρύτητας με το ύψος πάνω από την επιφάνεια της Γης

Συμπληρώστε τα κενά στις προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις:

Απάντηση:

Η ένταση του γήινου βαρυτικού πεδίου έχει μεγαλύτερο μέτρο κοντά στην **επιφάνεια** της Γης. Όσο μεγαλώνει η απόσταση από το κέντρο της Γης, η ένταση του πεδίου **βαρύτητας** της Γης **ελαττώνεται**. Αυτό συμβαίνει γιατί τα σημεία που βρίσκονται σε μεγαλύτερο ύψος από την



επιφάνεια της Γης έχουν **μεγαλύτερη** απόσταση από το κέντρο της (ακτίνα).

3.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια ενός πλανήτη με ακτίνα R είναι g_0 . Σε ύψος h από την επιφάνεια του πλανήτη, η ένταση του βαρυτικού του πεδίου δίνεται από τη σχέση:

Απάντηση:

$$g_h = \frac{g_0 R^2}{(R + h)^2}$$

3.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια ενός πλανήτη με ακτίνα R είναι g_0 . Σε ύψος $h = R$ από την επιφάνεια του πλανήτη, η ένταση του βαρυτικού του ισούται με:

Απάντηση:

$$\frac{g_0}{4}$$

3.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια ενός πλανήτη με ακτίνα R είναι g_0 . Σε ύψος $h = 2R$ από την επιφάνεια του πλανήτη, η ένταση του βαρυτικού του ισούται με:

Απάντηση:

$$\frac{g_0}{9}$$

3.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια ενός πλανήτη με ακτίνα R είναι g_0 . Σε ποιο ύψος h από την επιφάνεια του πλανήτη η ένταση του βαρυτικού του ισούται με:

Απάντηση:

$$h = 3R$$

3.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια ενός πλανήτη με ακτίνα R είναι g_0 . Σε ποιο ύψος h από την επιφάνεια του πλανήτη η ένταση του βαρυτικού του ισούται με:

Απάντηση:

$$h = 4R$$



3.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Δύο σημεία A και B βρίσκονται στην ίδια ευθεία που περνά από το κέντρο της Γης. Αν η ένταση του βαρυτικού πεδίου στο σημείο A είναι $g_A = \frac{g_0}{4}$ και στο σημείο B είναι $g_B = \frac{g_0}{25}$, η απόσταση AB σε σχέση με την ακτίνα R της Γης είναι:

Απάντηση:

3R

3.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Αν αφήσουμε την ίδια πέτρα ελεύθερη σε πολύ μακρινή απόσταση από τη Γη, σε σημείο που ξεφεύγει από την έλξη της, η πέτρα:

Απάντηση:

Θα παραμένει ακίνητη.

3.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Αν δώσουμε σε μια πέτρα οριζόντια ταχύτητα σε ένα σημείο A κοντά στην επιφάνεια της Γης, η πέτρα εκτελεί οριζόντια βολή. Αν δώσουμε στην πέτρα την ίδια οριζόντια ταχύτητα σε κάποιο σημείο B που βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφο που περνά από το σημείο A αλλά σε πολύ μακρινή απόσταση από τη Γη ώστε να ξεφεύγει από την έλξη της, η πέτρα:

Απάντηση:

Θα εκτελεί ομαλή ευθύγραμμη κίνηση.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4

4.1. Έλλειψη Βαρύτητας

Ερώτηση:

1. Να σύρετε με το ποντίκι τον άνθρωπο πάνω στη ζυγαριά μέσα στον ανελκυστήρα και να σημειώσετε την ένδειξη της ζυγαριάς για το βάρος του ανθρώπου όταν ο ανελκυστήρας είναι ακίνητος. Τι παρατηρείτε;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

$$B = m g \Rightarrow B = 100 \cdot 9,80 = 980 \text{ N}$$

$$(g = 9,80 \text{ m/s}^2)$$

Ερώτηση:

2. Να δώσετε κάποια θετική τιμή στην επιτάχυνση (πατώντας το κουμπί ) και να πατήσετε το κουμπί  ώστε ο ανελκυστήρας να ανεβαίνει επιταχυνόμενος. Τι επιπτώσεις έχει αυτή η αλλαγή στην ένδειξη της ζυγαριάς;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένδειξη της ζυγαριάς αυξάνεται.

Ερώτηση:

3. Να δώσετε κάποια αρνητική τιμή στην επιτάχυνση (πατώντας το κουμπί ) και να πατήσετε το κουμπί  ώστε ο ανελκυστήρας να κατεβαίνει επιταχυνόμενος. Τι επιπτώσεις έχει αυτή η αλλαγή στην ένδειξη της ζυγαριάς;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένδειξη της ζυγαριάς μειώνεται.

Ερώτηση:

4. Να εντοπίσετε για ποια τιμή της επιτάχυνσης η ένδειξη της ζυγαριάς γίνεται μηδέν. Ποια είναι αυτή η τιμή;

Ενδεικτική Απάντηση:

$$a = -9,8 \text{ m/s}^2$$

Ερώτηση:

Ποιες θεωρείτε ότι είναι οι σημαντικότερες επιπτώσεις στη ζωή των αστροναυτών λόγω των συνθηκών έλλειψης βαρύτητας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα όργανα του σώματός τους λειτουργούν χωρίς την ύπαρξη της βαρυτικής δύναμης με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα υγείας (π.χ. απορύθμιση του κυκλοφοριακού συστήματος). Επιπλέον, οι μύες του σώματος αδυνατίζουν γιατί μεταφέρουν μηδενικό βάρος.



5.27 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ20_Η κίνηση των πλανητών και των δορυφόρων_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 20
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ20_Η κίνηση των πλανητών και των δορυφόρων_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, παρατηρητής, σχετική κίνηση, σύστημα αναφοράς, άστρα, πλανήτες, ουρανός, κίνηση, νόμοι Κέπλερ, ελλειπτική τροχιά, ίσα εμβαδά, περίοδος, περίοδος περιφοράς, μέση απόσταση, ήλιος, τρίτος νόμος Κέπλερ, νόμος παγκόσμιας έλξης, Νεύτωνας, ταχύτητα περιφοράς, φυσικός δορυφόρος, γίγαντας πλανήτη, γήινος πλανήτη, δορυφόρος, Δίας, τρίτος νόμος Κέπλερ, ακτίνα, μάζα, σελήνη, τεχνητός δορυφόρος, τροχιά, κυκλική τροχιά, βάρος, κεντρομόλος δύναμη, περιφορά, γη, ύψος, δορυφορικό διαδίκτυο, σύστημα πλοήγησης, τηλεπικοινωνίες, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> Μελέτη της κίνησης των δορυφόρων και των πλανητών, εφαρμόζοντας βασικές αρχές της κυκλικής κίνησης – υπολογισμός ταχύτητας και περιόδου. Είδη τεχνητών δορυφόρων και χρήσεις

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Κατανοούν την κίνηση των δορυφόρων και των πλανητών, εφαρμόζοντας βασικές αρχές της κυκλικής κίνησης.
ΔΣ2	Υπολογίζουν την ταχύτητα και την περίοδο των δορυφόρων και των



	πλανητών.
ΔΣ3	Γνωρίζουν και να περιγράψουν τα είδη των δορυφόρων και τις αντίστοιχες χρήσεις τους.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Κινούμενο αυτοκίνητο

Ερώτηση:

Συγκρίνετε τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζεται η κίνηση του κάθε αντικειμένου στην κάθε περίπτωση. Συγκρίνετε ποια αντικείμενα κινούνται ή παραμένουν σταθερά κάθε φορά.

Ενδεικτική Απάντηση:

Περίπτωση 1: Ο οδηγός του αυτοκινήτου βλέπει ότι το ποδήλατο κινείται προς τα πίσω.

Περίπτωση 2: Ο ποδηλάτης βλέπει το αυτοκίνητο να κινείται προς τα εμπρός.

Περίπτωση 3: Ένας εξωτερικός παρατηρητής βλέπει τόσο το αυτοκίνητο, όσο και το ποδήλατο να κινούνται προς τα εμπρός.

1.2. νυκτερινός ουρανός

Ερώτηση:

1. Παρακολουθήστε την κίνηση των άστρων και των πλανητών στον ουρανό κατά τη διάρκεια μιας ημέρας, όπως την παρατηρεί ένας παρατηρητής που βρίσκεται στην Κύπρο. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα άστρα και οι πλανήτες εκτελούν ελλειπτικές τροχιές με φορά αντίθετη της φοράς κίνησης των δεικτών του ρολογιού.

Ερώτηση:

2. Τι παρατηρείτε σε σχέση με την κίνηση των πλανητών (οι πλανήτες είναι σημειωμένοι με



πράσινο χρώμα);

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι πλανήτες εκτελούν ελλειπτικές τροχιές με φορά αντίθετη της φοράς κίνησης των δεικτών του ρολογιού.

Ερώτηση:

3. Εντοπίστε τη χρονική στιγμή που ανατέλλει ο Ήλιος τη συγκεκριμένη ημέρα και φωτίζει τον ουρανό. Εντοπίστε τη στιγμή που δύει ο Ήλιος και εμφανίζονται στο νυχτερινό ουρανό τα άστρα και τα υπόλοιπα ουράνια σώματα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ανατολή Ηλίου: 7 π.μ. , Δύση Ηλίου: 5 μ.μ.

Ερώτηση:

4. Παρακολουθήστε την κίνηση των πλανητών στον ουρανό, όπως την παρατηρεί ένας παρατηρητής που βρίσκεται στο διάστημα σε κάποιο σταθερό σημείο σε σχέση με τον Ήλιο. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι πλανήτες ακολουθούν ελλειπτικές τροχιές γύρω από τον Ήλιο.

Ερώτηση:

5. Εντοπίστε τη Γη και παρατηρήστε την κίνησή της σε σχέση με τον Ήλιο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η Γη ακολουθεί ελλειπτική τροχιά γύρω από τον Ήλιο.

Ερώτηση:

6. Εντοπίστε τη Σελήνη και παρατηρήστε την κίνησή της σε σχέση με τη Γη και σε σχέση με τον Ήλιο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η Σελήνη εκτελεί σύνθετη κίνηση. Περιστρέφεται γύρω από τη Γη και περιφέρεται (μαζί με τη Γη) γύρω από τον Ήλιο. Ουσιαστικά ακολουθεί σπειροειδή τροχιά.

**Ερώτηση:**

7. Σύρετε το δρομέα σε κάθε μια από τις πλανητικές τροχιές που φαίνονται στην παρουσίαση για να δείτε σε ποιον πλανήτη αντιστοιχεί.

Ενδεικτική Απάντηση:

Υπάρχουν 9 τροχιές. Από την πιο κοντινή στην πιο μακρινή ως προς τον Ήλιο: Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας και Πλούτωνας.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων**

Λύστε την άσκηση.

Απάντηση:

Πλανήτης	Περίοδος περιφοράς T (s)	Μέση απόσταση από τον Ήλιο r (m)	$\frac{T^2}{r^3} (\times 10^{-19} \text{s}^2 / \text{m}^3)$
Ερμής	$0,760 \times 10^7$	$5,7883 \times 10^{10}$	3 ✓
Αφροδίτη	$1,941 \times 10^7$	$1,0769 \times 10^{11}$	3 ✓
Γη	$3,156 \times 10^7$	$1,4957 \times 10^{11}$	3 ✓
Άρης	$5,933 \times 10^7$	$2,2735 \times 10^{11}$	3 ✓
Δίας	$3,724 \times 10^8$	$7,7776 \times 10^{11}$	3 ✓
Κρόνος	$9,310 \times 10^8$	$1,4269 \times 10^{12}$	3 ✓
Ουρανός	$2,651 \times 10^9$	$2,8687 \times 10^{12}$	3 ✓
Ποσειδώνας	$5,207 \times 10^9$	$4,4961 \times 10^{12}$	3 ✓
Πλούτωνας	$7,827 \times 10^9$	$5,8990 \times 10^{12}$	3 ✓

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά στις προτάσεις.

Απάντηση:

Η τελευταία στήλη του πίνακα εξετάζει τον 3^ο Νόμο του Κέπλερ που αναφέρει ότι το πηλίκο του **τετραγώνου** του χρόνου που απαιτείται για να συμπληρώσει ένας πλανήτης μία πλήρη περιφορά



γύρω από τον Ήλιο προς τον **κύβο** της μέσης απόστασής του από τον Ήλιο, είναι **σταθερό** και ισούται με $3 \times 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3$.

2.5.Υπολογισμός περιόδου περιφοράς και ταχύτητας πλανητών

Ερώτηση:

Να αποδείξετε ότι η περίοδος περιφοράς και η ταχύτητα του κάθε πλανήτη γύρω από τον ήλιο δίνονται από τις σχέσεις: $T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$ και $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

όπου

G: η σταθερά της παγκόσμιας έλξης

M: η μάζα του ήλιου

R: η ακτίνα του ήλιου

h: η απόσταση του πλανήτη από την επιφάνεια του ήλιου.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$F = m u^2/(R+h) \Rightarrow G M m / (R + h)^2 = m u^2/(R+h)$$

$$\Rightarrow u^2 = GM/(R+h) \Rightarrow u = [GM/(R+h)]^{1/2}$$

$$\omega = 2\pi/T \Rightarrow u/(R+h) = 2\pi/T \Rightarrow T = 2\pi (R+h)/u \Rightarrow T = 2\pi [(R+h)^3/(GM)]^{1/2}$$

Ερώτηση:

Να χρησιμοποιήσετε τη σχέση που αποδείξατε για την περίοδο του κάθε πλανήτη

$$T = \frac{2\pi\sqrt{(R+h)^3}}{GM},$$

όπως επίσης και το σταθερό πηλίκο που αποδείξατε σε προηγούμενη δραστηριότητα $\frac{T^2}{r^3} = 3 \times 10^{-19} \text{ s}^2 / \text{m}^3$ για να υπολογίσετε τη μάζα του ήλιου. Να συγκρίνετε την τιμή που υπολογίσατε με την τιμή που αναφέρεται στις σχετικές ιστοσελίδες.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$T^2/(R+h)^3 = 3 \times 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3 \Rightarrow 4\pi^2 / GM = 3 \times 10^{-19} \Rightarrow M = 4 \pi^2 / (G 3 \times 10^{-19})$$

$$\Rightarrow M \approx 2 \times 10^{30} \text{ kg}$$



ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Λύστε την άσκηση.

Απάντηση:

Δορυφόρος	Περίοδος περιφοράς T (s)	Μέση απόσταση από το Δία r (m)	$\frac{T^2}{r^3}$ ($\times 10^{-16} \text{s}^2 / \text{m}^3$)
Ιώ	$1,53 \times 10^5$	$4,2 \times 10^8$	3 ✓
Ευρώπη	$3,07 \times 10^5$	$6,7 \times 10^8$	3 ✓
Γανυμήδης	$6,18 \times 10^5$	$1,1 \times 10^9$	3 ✓
Καλλιστώ	$1,44 \times 10^6$	$1,9 \times 10^9$	3 ✓

3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά στις προτάσεις.

Απάντηση:

Η τελευταία στήλη του πίνακα αποδεικνύει ότι το πηλίκο του **τετραγώνου** του χρόνου που απαιτείται για να συμπληρώσει ένας δορυφόρος μία πλήρη περιφορά γύρω από τον πλανήτη Δία προς τον **κύβο** της μέσης απόστασής του από τον πλανήτη, είναι **σταθερό** και ισούται με $3 \times 10^{-16} \text{ s}^2 / \text{m}^3$. Αυτό σημαίνει ότι όπως η κίνηση των πλανητών γύρω από τον Ήλιο έτσι και η κίνηση των φυσικών δορυφόρων του Δία μπορεί να περιγραφεί με βάση τον 3^ο Νόμο του **Κέπλερ**.

3.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Ποιο σύμβολο φυσικού μεγέθους πρέπει να τοποθετηθεί σε κάθε θέση στις σχέσεις;

Απάντηση:

$$X1 = R$$

$$X2 = h$$

$$X3 = GM$$

$$B1 = GM$$

$$B2 = R$$

$$B3 = h$$



3.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Συμπληρώστε το κενό στην πρόταση.

Απάντηση:

Χρησιμοποιώντας τη σχέση που αποδείχθηκε για την περίοδο κάθε δορυφόρου $T = \frac{2\pi\sqrt{(R+h)^3}}{GM}$ όπως επίσης και το σταθερό πηλίκου που αποδείξατε στην προηγούμενη δραστηριότητα $\frac{T^2}{r^3} = 3 \times 10^{-16} \text{ s}^2 / \text{m}^3$ για τους δορυφόρους του πλανήτη Δία, η μάζα του πλανήτη Δία υπολογίζεται περίπου $\times 10^{27} \text{ kg}$. (Δίνεται $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$).

3.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά στην πρόταση.

Απάντηση:

Η περίοδος με την οποία η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη είναι περίπου 27,2 ημέρες ($2,35 \times 10^6 \text{ s}$). Αν η μάζα της Γης είναι περίπου $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ και η σταθερά της παγκόσμιας έλξης $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$, η απόσταση της Σελήνης από το κέντρο της Γης είναι $4 \times 10^8 \text{ m}$ και η ταχύτητα με την οποία περιφέρεται είναι $1 \times 10^3 \text{ m/s}$. Οι απαντήσεις σας να δοθούν με ακρίβεια ακεραίου.

3.7. Τεχνικοί δορυφόροι

Ερώτηση:

1. Τι είναι οι τεχνητοί δορυφόροι;

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι τεχνητοί δορυφόροι είναι σώματα που κατασκεύασε ο άνθρωπος και έθεσε σε τροχιά γύρω από τη Γη ή γύρω από άλλους πλανήτες.

Ερώτηση:

2. Τι ονομάζουμε τροχιές των δορυφόρων;

Ενδεικτική Απάντηση:

Τη γραμμή που ενώνει τις διαδοχικές θέσεις του δορυφόρου καθώς αυτός κινείται γύρω από κάποιο πλανήτη.

**Ερώτηση:**

3. Τι περιλαμβάνει συνήθως ένας δορυφόρος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Κάθε δορυφόρος μεταφέρει ειδικά όργανα που τον βοηθούν να φέρει σε πέρας την αποστολή του, όπως π.χ. τηλεσκόπια, κάμερες κ.λ.π. Επιπλέον, κάθε δορυφόρος φέρει συστήματα που συντηρούν τις λειτουργίες του. Για παράδειγμα, κάθε δορυφόρος έχει υποσύστημα ισχύος που παράγει, αποθηκεύει και διανέμει ηλεκτρική ενέργεια. Το υποσύστημα αυτό μπορεί να περιλαμβάνει ηλιακά κύτταρα που συλλέγουν ηλιακή ενέργεια. Ένας δορυφόρος διαθέτει επίσης υποσύστημα διαχείρισης εντολών και δεδομένων, το οποίο αποτελείται από υπολογιστές που συλλέγουν κι επεξεργάζονται δεδομένα και εκτελούν εντολές που στέλνονται από τη Γη.

Ερώτηση:

4. Πώς τίθενται σε τροχιά οι δορυφόροι;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ορισμένοι δορυφόροι μεταφέρονται στο διάστημα από διαστημικά λεωφορεία, ενώ οι περισσότεροι εκτοξεύονται από τη Γη με τη βοήθεια πυραύλων. Σε αυτή την περίπτωση, με βοήθεια ενός πυραύλου – φορέα ο δορυφόρος μεταφέρεται στο προκαθορισμένο ύψος για την επιθυμητή τροχιά. Εκεί πυροδοτείται ο τελευταίος όροφος του πυραύλου φορέα που δίνει στο δορυφόρο την κατάλληλη για το ύψος εκείνο κλίση και ταχύτητα (κάθετη στη βαρυτική έλξη).

Ερώτηση:

5. Πώς διατηρούνται σε τροχιά οι δορυφόροι;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η αιτία που συγκρατεί σε τροχιά τους δορυφόρους είναι η **ελκτική δύναμη** (παγκόσμια έλξη) που δέχονται από τη Γη. Για να παραμείνει στην τροχιά του ο δορυφόρος πρέπει να έχει ταχύτητα κάθετη στη δύναμη της βαρύτητας (κι εφαπτόμενη στην τροχιά). Αν δεν υπήρχε η δύναμη της βαρύτητας, ο δορυφόρος θα απομακρυνόταν από τη Γη κινούμενος σε ευθύγραμμη τροχιά. Αν δεν υπήρχε η ταχύτητα του δορυφόρου, θα επιταχυνόταν προς τη Γη (ελεύθερη πτώση).

Όταν ο δορυφόρος μπει σε τροχιά με την κατάλληλη ταχύτητα (η οποία είναι μοναδική για κάθε ύψος) μπορεί να συνεχίσει να κινείται σε κυκλική τροχιά για πολύ χρόνο (όπως οι πλανήτες και οι φυσικοί δορυφόροι), χωρίς να χρειάζεται τη βοήθεια κινητήρα που να του προσφέρει ενέργεια για



να συντηρεί την κίνησή του. Οι ενεργειακές του ανάγκες αφορούν συνήθως μόνο τη λειτουργία του και τις κινήσεις διόρθωσης της πορείας τους. Αυτές καλύπτονται από πίνακες ηλιακών κυττάρων, από καύσιμα στοιχεία ή -στην περίπτωση στρατιωτικών δορυφόρων - από μικρούς πυρηνικούς αντιδραστήρες.

Ερώτηση:

6. Ποια είναι η περίοδος και η ταχύτητα με την οποία περιφέρεται ο δορυφόρος γύρω από τη Γη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Παρά το γεγονός ότι οι περισσότεροι δορυφόροι περιστρέφονται σε ελλειπτικές τροχιές γύρω από τη Γη, η μελέτη μας θα περιοριστεί μόνο σε εκείνους που εκτελούν κυκλικές τροχιές. Όπως καθορίστηκε από τον Νεύτωνα για τους πλανήτες και τους φυσικούς δορυφόρους, η αιτία της κυκλικής κίνησης των τεχνητών δορυφόρων είναι η δύναμη με την οποία η Γη έλκει τους δορυφόρους (παγκόσμια έλξη) $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$, η οποία παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης $F_c = m \omega^2 r$

Συνεπώς, η περίοδος περιφοράς και η ταχύτητα κάθε δορυφόρου που περιφέρεται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη δίνονται από τις σχέσεις:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}} \text{ και } v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

όπου:

G: η σταθερά της παγκόσμιας έλξης,

M: η μάζα της Γης,

R: η ακτίνα της Γης,

h: το ύψος του δορυφόρου από την επιφάνεια της Γης.

Ερώτηση:

7. Τι θα συμβεί αν ένας δορυφόρος εισέλθει στην γήινη ατμόσφαιρα (πτώση από την τροχιά);

Ενδεικτική Απάντηση:

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι δορυφόροι περιφέρονται γύρω από τη Γη για μεγάλο χρονικό διάστημα, ακόμη και μετά το τέλος της αποστολής τους, αποτελώντας πρόβλημα για τις επόμενες διαστημικές αποστολές. Αν περιφέρονται σε σχετικά χαμηλές τροχιές μπορεί μετά από μερικά χρόνια να εισέλθουν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και λόγω τριβής να αναφλεγούν. Σε μερικές περιπτώσεις η ανάφλεξη αυτή δεν είναι τέλεια, με συνέπεια τμήματά τους να πέφτουν τελικά στη Γη.



3.8. Πώς τοποθετούμε ένα δορυφόρο σε τροχιά

Ερώτηση:

1. Τοποθετήστε το δορυφόρο σε ύψος 10 000 km από την επιφάνεια της Γης και υπολογίστε την κατάλληλη ταχύτητα, ώστε ο δορυφόρος να εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε αυτό το ύψος. Δώστε αυτή την τιμή στην ταχύτητα και παρατηρήστε την κίνηση του δορυφόρου. Αν η ταχύτητα που υπολογίσατε δεν είναι η κατάλληλη, επαναλάβετε τους υπολογισμούς σας μέχρι να πετύχετε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Όταν το πετύχετε, πληκτρολογήστε την τιμή της ταχύτητας καθώς και το χρόνο που χρειάζεται ο δορυφόρος για να ολοκληρώσει μια πλήρη περιφορά.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$u = 5 \text{ km/s}, T = 20850 \text{ s}$$

Ερώτηση:

2. Τοποθετήστε το δορυφόρο σε ύψος 20 000 km από την επιφάνεια της Γης και επαναλάβετε τα ίδια βήματα, όπως προηγουμένως.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$u = 4,5 \text{ km/s}, T = 31077 \text{ s}$$

Ερώτηση:

3. Συγκρίνετε την περίοδο και την ταχύτητα, με την οποία περιφέρεται ο δορυφόρος γύρω από τη Γη στα δύο ύψη.

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς μεγαλώνει το ύψος, μειώνεται η ταχύτητα περιφοράς και αυξάνεται η περίοδος.

3.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Σε ένα τεχνητό δορυφόρο που περιφέρεται γύρω από τη Γη σε κυκλική τροχιά, ασκείται/ασκούνται:

Απάντηση:

Μόνο το βάρος του.

3.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Για να περιφέρεται συνεχώς ένας τεχνητός δορυφόρος γύρω από τη Γη:

**Απάντηση:**

Δε χρειάζεται προσφορά ενέργειας.

3.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ταχύτητα με την οποία περιφέρεται ένας τεχνητός δορυφόρος σε κάποια τροχιά γύρω από τη Γη:

Απάντηση:

Δεν εξαρτάται από τη μάζα του.

3.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η περίοδος με την οποία περιφέρεται ένας τεχνητός δορυφόρος σε κάποια τροχιά γύρω από τη Γη:

Απάντηση:

Δεν εξαρτάται από τη μάζα του.

3.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Καθώς μεγαλώνει το ύψος στο οποίο περιφέρεται ένας τεχνητός δορυφόρος, η ταχύτητά του:

Απάντηση:

Ελαττώνεται.

3.14. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Καθώς μεγαλώνει το ύψος στο οποίο περιφέρεται ένας τεχνητός δορυφόρος, η περίοδός του:

Απάντηση:

Αυξάνεται.

3.15. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

1. Περιγράψτε με συντομία τέσσερις χρήσεις των τεχνητών δορυφόρων.

Ενδεικτική Απάντηση:

1. Μετεωρολογία,
2. Τηλεπικοινωνίες,
3. Επιστημονικές μετρήσεις και παρατηρήσεις στο διάστημα,
4. Κατασκοπία

**Ερώτηση:**

2. Περιγράψτε με συντομία μία χρήση των τεχνητών δορυφόρων στην επικοινωνία που σας έκανε εντύπωση.

5.28 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ21_Γεωστατικοί δορυφόροι_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 21
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ21_Γεωστατικοί δορυφόροι_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	εισαγωγή, τεχνητός, δορυφόρος, γη, τροχιά κίνησης, φορά κίνησης, περίοδος κίνησης, γεωστατικός δορυφόρος, ισημερινό επίπεδο, περίοδος περιφοράς, κυκλική τροχιά, κεντρομόλος δύναμη, ελκτική δύναμη, νόμος παγκόσμιας έλξης, ύψος, ακτίνα γης, μάζα γης, ταχύτητα, περίοδος, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> Γεωστατικοί δορυφόροι (συνθήκες) Ύψος, ταχύτητα και περίοδος γεωστατικού δορυφόρου

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Αναφέρουν και επεξηγούν τις συνθήκες για να είναι ένας δορυφόρος γεωστατικός.
ΔΣ2	Υπολογίζουν το ύψος στο οποίο περιφέρεται ο γεωστατικός



δορυφόρος, καθώς και την ταχύτητα και την περίοδό του.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Κίνηση τεχνητού δορυφόρου γύρω από τη Γη

1. Να συμπληρώσετε το κενό στη πρόταση που σας δίνεται.

Απάντηση:

Το επίπεδο της τροχιάς αυτού του δορυφόρου συμπίπτει με το **ισημερινό** επίπεδο.

2. Να συμπληρώσετε το κενό στη πρόταση που σας δίνεται.

Απάντηση:

Ο δορυφόρος περιφέρεται με την **ίδια** φορά με τη Γη.

3. Να συμπληρώσετε το κενό στη πρόταση που σας δίνεται.

Απάντηση:

Η περίοδος περιφοράς του δορυφόρου είναι **24** ώρες.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.2 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Για να είναι ένας δορυφόρος γεωστατικός θα πρέπει:

Απάντηση:

Να ισχύουν όλα τα πιο πάνω.

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Γεωστατικός είναι ένας δορυφόρος, όταν:

Απάντηση:

Βρίσκεται συνεχώς πάνω από το ίδιο σημείο της Γης.

**2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων**

Να συμπληρώσετε το κενό στην πρόταση.

Απάντηση:

Για να είναι ένας δορυφόρος γεωστατικός θα πρέπει να έχει περίοδο $T = 24 \text{ h}$

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Να συμπληρώσετε το κενό στην πρόταση.

Απάντηση:

Η αιτία που συγκρατεί το δορυφόρο σε ομαλή κυκλική κίνηση είναι η ύπαρξη **κεντρομόλου** δύναμης.

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Να συμπληρώσετε τα κενά στην πρόταση.

Απάντηση:

Για τους τεχνητούς δορυφόρους, σύμφωνα με το Νόμο της Παγκόσμιας Έλξης του **Νεύτωνα**, η δύναμη αυτή είναι η δύναμη, με την οποία η Γη **έλκει** το δορυφόρο.

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Να συμπληρώσετε το κενό.

Απάντηση:

Το ύψος από την επιφάνεια της Γης, στο οποίο πρέπει να περιφέρεται ένας γεωστατικός δορυφόρος είναι περίπου $h = 36\,000 \text{ km}$.

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Να συμπληρώσετε το κενό στην πρόταση.

Απάντηση:

Το **ύψος** από την επιφάνεια της Γης, στο οποίο περιφέρεται ένας γεωστατικός δορυφόρος είναι περίπου 36 000 km.

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Να συμπληρώσετε τα κενά.

**Απάντηση:**

Στην ομαλή κυκλική κίνηση η σχέση που συνδέει τη γραμμική με τη **γωνιακή** ταχύτητα είναι:

$$v = \omega r = \frac{2\pi}{T}(R_T + h)$$

Συνεπώς η ταχύτητα, με την οποία περιφέρεται ένας γεωστατικός δορυφόρος είναι περίπου $v = 3 \text{ km/s}$. (Η απάντησή σας να δοθεί με προσέγγιση ακεραίου). Δίνεται η ακτίνα της Γης $R_T = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$.

2.10. Πώς να θέσετε σε τροχία ένα γεωστατικό δορυφόρο;**Ερώτηση:**

1. Στην προσομοίωση ένας τεχνητός δορυφόρος πρέπει να τοποθετηθεί σε γεωστατική τροχιά γύρω από τη Γη. Να βρείτε την ταχύτητα και το ύψος του δορυφόρου, έτσι ώστε να τεθεί σε γεωστατική τροχιά και ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τα μεγέθη αυτά.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$u = 3 \text{ km/s}, h = 36000 \text{ km}$$

Παράγοντες: Μάζα της Γης, ακτίνα της Γης, περίοδος περιστροφής της Γης, σταθερά της παγκόσμιας έλξης.

Ερώτηση:

2. Να υπολογίσετε την ταχύτητα, με την οποία πρέπει να κινείται ο δορυφόρος αυτός και το ύψος από την επιφάνεια της Γης, στο οποίο πρέπει να τοποθετηθεί, ώστε να είναι γεωστατικός. Στη συνέχεια να δώσετε αυτή την τιμή στην ταχύτητα και στο ύψος και να παρατηρήσετε την κίνηση του δορυφόρου. Αν η ταχύτητα και το ύψος που υπολογίσατε δεν είναι τα κατάλληλα να επαναλάβετε τους υπολογισμούς σας, μέχρι να πετύχετε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$u = 3 \text{ km/s}, h = 36000 \text{ km}$$

Ερώτηση:

3. Σε αυτό το σημείο ο τεχνητός δορυφόρος πρέπει να τοποθετηθεί σε τροχιά γύρω από τον πλανήτη Άρη. Να βρείτε την ταχύτητα και το ύψος του δορυφόρου, έτσι ώστε να τεθεί σε στατική τροχιά και ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τα μεγέθη αυτά.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$u = 1,5 \text{ km/s}, h = 18000 \text{ km}$$



Παράγοντες: Μάζα του Άρη, ακτίνα του Άρη, περίοδος περιστροφής του Άρη, σταθερά της παγκόσμιας έλξης.

Ερώτηση:

4. Να υπολογίσετε την ταχύτητα, με την οποία πρέπει να κινείται ο δορυφόρος αυτός και το ύψος από την επιφάνεια του Άρη στο οποίο πρέπει να τοποθετηθεί, ώστε να είναι στατικός (ο δορυφόρος να βρίσκεται συνεχώς πάνω από το καθορισμένο σημείο στον ισημερινό του πλανήτη αυτού). Στη συνέχεια να δώσετε αυτή την τιμή στην ταχύτητα και στο ύψος και να παρατηρήσετε την κίνηση του δορυφόρου. Αν η ταχύτητα και το ύψος που υπολογίσατε δεν είναι τα κατάλληλα να επαναλάβετε τους υπολογισμούς σας, μέχρι να πετύχετε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$u = 1,5 \text{ km/s}, h = 18000 \text{ km}$$

Ερώτηση:

5. Σε αυτό το σημείο ο τεχνητός δορυφόρος πρέπει να τοποθετηθεί σε τροχιά γύρω από τον πλανήτη Δία. Να βρείτε την ταχύτητα και το ύψος του δορυφόρου, έτσι ώστε να τεθεί σε στατική τροχιά και ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τα μεγέθη αυτά.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$u = 28,5 \text{ km/s}, h = 90000 \text{ km}$$

Παράγοντες: Μάζα του Δία, ακτίνα του Δία, περίοδος περιστροφής του Δία, σταθερά της παγκόσμιας έλξης.

Ερώτηση:

6. Να υπολογίσετε την ταχύτητα, με την οποία πρέπει να κινείται ο δορυφόρος αυτός και το ύψος από την επιφάνεια του Δία, στο οποίο πρέπει να τοποθετηθεί, ώστε να είναι στατικός (ο δορυφόρος να βρίσκεται συνεχώς πάνω από το καθορισμένο σημείο στον ισημερινό του πλανήτη αυτού). Στη συνέχεια να δώσετε αυτή την τιμή στην ταχύτητα και στο ύψος και να παρατηρήσετε την κίνηση του δορυφόρου. Αν η ταχύτητα και το ύψος που υπολογίσατε δεν είναι τα κατάλληλα να επαναλάβετε τους υπολογισμούς σας, μέχρι να πετύχετε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$u = 28,5 \text{ km/s}, h = 90000 \text{ km}$$



5.29 ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ22_Ροπή δύναμης_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Β' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 22
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Β_ΨΕΠ22_Ροπή δύναμης_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, Β, εισαγωγή, τραμπάλα, βίδα, ανεμόμυλος, ροπή, ράβδος, σταθμά, απόσταση, τριβή, μπάλα, δύναμη, δίσκος, διάνυσμα, χάρακας, κύλινδρος, σημείο περιστροφής, πλάγια δύναμη, γωνία, βρύση συνισταμένη ροπή, φορά στρέψης, περιστρεφόμενη ράβδος, ζεύγος δυνάμεων, διανύσματα, ανοιχτήρι, βίδωμα ελαστικού, χέρι πόρτας, κατσαβίδι, γαλλικό κλειδί, ισορροπία ράβδου, συνισταμένη δύναμη, τραμπάλα, ανθρώπινο χέρι, δύναμη βραχίονα, δύναμη δικέφαλου μυός, ισορροπία, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Η ροπή ως αιτία που προκαλεί την περιστροφή των στερεών σωμάτων • Ορισμός και υπολογισμός ροπής και συνισταμένης ροπής των δυνάμεων σε μια οριζόντια δοκό • Ορισμός και υπολογισμός της ροπής ζεύγους δυνάμεων • Επίλυση προβλημάτων ισορροπίας στερεού σώματος

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Κατανοούν πότε μια δύναμη μπορεί να περιστρέψει ένα σώμα, ως προς ένα σημείο ή άξονα



ΔΣ2	Ορίζουν και να υπολογίζουν τη ροπή δύναμης και τη συνισταμένη ροπή των δυνάμεων που εξασκούνται σε μια οριζόντια δοκό
ΔΣ3	Ορίζουν το ζεύγος δυνάμεων και να υπολογίζουν την ροπή του.
ΔΣ4	Αναφέρουν και να επεξηγούν τις συνθήκες ισορροπίας στερεού σώματος και να επιλύουν σχετικά προβλήματα

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Εισαγωγή στην έννοια της ροπής

1. Τι είδους κίνηση εκτελούν τα σώματα στα τρία βίντεο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Περιστροφική κίνηση γύρω από σταθερό άξονα.

Ερώτηση:

2. Ποια είναι η αιτία που την προκαλεί;

Ενδεικτική Απάντηση:

1ο βίντεο: Βάρος των δυο ανθρώπων. 2ο βίντεο: Δύναμη που ασκεί το χέρι μέσω του κλειδιού. 3ο βίντεο: Δύναμη από τον αέρα.

1.2. Διάκριση της έννοιας της ροπής δύναμης από τη δύναμη

Ερώτηση:

1. Δεδομένου ότι η ράβδος ισορροπεί οριζόντια χωρίς σταθμά, προβλέψτε τι θα συμβεί, αν τοποθετήσουμε τα σταθμά στο σημείο Α.

Ενδεικτική Απάντηση:

Τίποτα. Η ράβδος θα παραμείνει ακίνητη.

**Ερώτηση:**

2. Τοποθετήστε τα σταθμά στο σημείο Α. Τι παρατηρείτε; Συμφωνεί η πρόβλεψή σας με την παρατήρησή σας; Εάν όχι, εξηγήστε γιατί.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ράβδος παραμένει ακίνητη.

Ερώτηση:

3. Προβλέψτε τι θα συμβεί, αν τοποθετήσουμε σταθμά στο σημείο Β.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ράβδος θα περιστραφεί δεξιόστροφα.

Ερώτηση:

4. Τοποθετήστε τα σταθμά στο σημείο Β. Τι παρατηρείτε; Συμφωνεί η πρόβλεψή σας με την παρατήρησή σας; Εάν όχι, εξηγήστε γιατί. Σημειώστε το χρόνο που χρειάστηκε η ράβδος για να χτυπήσει στο τραπέζι.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ράβδος περιστρέφεται δεξιόστροφα.

Ερώτηση:

5. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και για τα σημεία ανάρτησης Γ, Δ και Ε. Τι παρατηρείτε; Σημειώστε το χρόνο που χρειάστηκε η ράβδος για να χτυπήσει στο τραπέζι στην κάθε περίπτωση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ράβδος περιστρέφεται δεξιόστροφα και όσο πιο μακριά είναι το εκάστοτε σημείο εφαρμογής της δύναμης του βάρους, τόσο πιο γρήγορα περιστρέφεται η ράβδος.

Ερώτηση:

6. Συγκρίνετε το χρόνο που χρειάζεται η ράβδος για να χτυπήσει στο τραπέζι για τα σημεία ανάρτησης Β, Γ, Δ και Ε. Εξηγήστε γιατί ο χρόνος είναι διαφορετικός.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$t_B < t_\Delta < t_E$$



Ο χρόνος διαφέρει γιατί η επιτάχυνση που προκαλείται από τη δύναμη περιστροφής (ροπή) είναι διαφορετική. Η δύναμη ασκείται σε διαφορετικές αποστάσεις από το σημείο περιστροφής => Διαφέρει η ροπή

1.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Γιατί η κίνηση της μπάλας είναι διαφορετική στα δύο επίπεδα; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Στο πρώτο επίπεδο δεν υπάρχει η δύναμη της τριβής, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ροπή και η μπάλα να εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση. Στο δεύτερο επίπεδο υπάρχει τριβή, η οποία προκαλεί ροπή με αποτέλεσμα να περιστρέφεται η μπάλα. Επομένως, στο δεύτερο επίπεδο η μπάλα εκτελεί μεταφορική και περιστροφική κίνηση.

1.4. Έλεγχος του παράγοντα απόσταση

Ερώτηση:

1. Να προβλέψετε ποιος από τους τρεις δίσκους θα ολοκληρώσει μια πλήρη περιστροφή σε μικρότερο χρόνο. Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο τρίτος γιατί η ροπή δύναμης είναι μεγαλύτερη.

Ερώτηση:

2. Τι παρατηρήσατε; Συμφωνεί η πρόβλεψη σας με την παρατήρηση σας; Εάν όχι, εξηγήστε γιατί.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο τρίτος δίσκος περιστρέφεται πιο γρήγορα.

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

Συμπληρώστε τις προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις.

Απάντηση:

Η αιτία που προκαλεί την περιστροφική κίνηση του δίσκου είναι η **ροπή** δύναμης. Η περιστροφή του δίσκου είναι διαφορετική στα τρία παραδείγματα γιατί παρόλο που το **μέτρο** των τριών δυνάμεων που ασκούνται στο δίσκο είναι το **ίδιο**, η **απόστασή** τους από τον άξονα **περιστροφής** είναι διαφορετική.



1.6. Έλεγχος του παράγοντα δύναμη

Ερώτηση:

1. Προβλέψτε ποιος από τους τρεις δίσκους θα ολοκληρώσει μια πλήρη περιστροφή σε μικρότερο χρόνο. Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο τρίτος γιατί η ροπή δύναμης είναι μεγαλύτερη.

Ερώτηση:

2. Τι παρατηρήσατε; Συμφωνεί η πρόβλεψη σας με την παρατήρηση σας; Εάν όχι, εξηγήστε γιατί.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο τρίτος δίσκος περιστρέφεται πιο γρήγορα.

1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

Συμπληρώστε τις προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις.

Απάντηση:

Η αιτία που προκαλεί την περιστροφική κίνηση του δίσκου είναι η **ροπή** δύναμης. Η περιστροφή του δίσκου είναι διαφορετική στα τρία παραδείγματα γιατί παρόλο που η **απόσταση** των τριών δυνάμεων από τον άξονα **περιστροφής** είναι η **ίδια**, το μέτρο των **δυνάμεων** που ασκούνται στο δίσκο είναι διαφορετικό.

1.8. Διερεύνηση του διανύσματος της ροπής

Ερώτηση:

1. Το μέτρο της δύναμης **F** έχει οριστεί σε 10 N και η απόσταση της δύναμης **d** από τον άξονα περιστροφής έχει οριστεί σε 20 cm. Προσέξτε την περιστροφή της βίδας, όπως επίσης και το διάνυσμα της ροπής **M** που ασκείται σε αυτή. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η βίδα περιστρέφεται αριστερόστροφα. Το διάνυσμα της ροπής είναι κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν η δύναμη και το διάνυσμα της απόστασης του σημείου εφαρμογής της δύναμης από τον άξονα περιστροφής. Η φορά του διανύσματος της ροπής είναι κατακόρυφη προς τα πάνω.

**Ερώτηση:**

2. Μεταβάλετε το **μέτρο της δύναμης F** δίνοντας τις τιμές 20 N, 30 N και 40 N διατηρώντας σταθερή στα 20 cm την **απόσταση δύναμης d από τον άξονα περιστροφής**. Προσέξτε πώς μεταβάλλεται το διάνυσμα της ροπής M που ασκείται στη βίδα και την αναγκάζει σε περιστροφή.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η διεύθυνση και η φορά του διανύσματος της ροπής παραμένουν σταθερά, αλλά αυξάνεται το μέτρο του διανύσματος.

Ερώτηση:

3. Το **μέτρο της δύναμης F** έχει οριστεί σε 10 N και η **απόσταση της δύναμης d από τον άξονα περιστροφής** έχει οριστεί σε 5 cm. Προσέξτε την περιστροφή της βίδας, όπως επίσης και το διάνυσμα της ροπής M που ασκείται σε αυτή. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η βίδα περιστρέφεται αριστερόστροφα. Το διάνυσμα της ροπής είναι κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν η δύναμη και το διάνυσμα της απόστασης του σημείου εφαρμογής της δύναμης από τον άξονα περιστροφής. Η φορά του διανύσματος της ροπής είναι κατακόρυφη προς τα πάνω.

Ερώτηση:

4. Μεταβάλετε την **απόσταση δύναμης d από τον άξονα περιστροφής** δίνοντας τις τιμές 10 cm, 15 cm και 20 cm διατηρώντας σταθερό το **μέτρο της δύναμης F** στα 10 N. Προσέξτε πώς μεταβάλλεται το διάνυσμα της ροπής M που ασκείται στη βίδα και την αναγκάζει σε περιστροφή.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η διεύθυνση και η φορά του διανύσματος της ροπής παραμένουν σταθερά, αλλά αυξάνεται το μέτρο του διανύσματος.

Ερώτηση:

5. Το **μέτρο της δύναμης F** έχει οριστεί σε 10 N και η **απόσταση της δύναμης d από τον άξονα περιστροφής** έχει οριστεί σε 20 cm. Προσέξτε την περιστροφή της βίδας, όπως επίσης και το διάνυσμα της ροπής M που ασκείται σε αυτή. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η βίδα περιστρέφεται αριστερόστροφα. Το διάνυσμα της ροπής είναι κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν η δύναμη και το διάνυσμα της απόστασης του σημείου εφαρμογής της δύναμης από τον



άξονα περιστροφής. Η φορά του διανύσματος της ροπής είναι κατακόρυφη προς τα πάνω.

Ερώτηση:

6. Το μέτρο της δύναμης F έχει οριστεί σε 10 N αλλά με **αντίθετη** φορά και η **απόσταση της δύναμης d από τον άξονα περιστροφής** έχει οριστεί σε 20 cm. Προσέξτε την περιστροφή της βίδας, όπως επίσης και το διάνυσμα της ροπής M που ασκείται σε αυτή. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η διεύθυνση και το μέτρο του διανύσματος της ροπής παραμένουν σταθερά, αλλά αντιστρέφεται η φορά του διανύσματος.

1.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Συμπληρώστε τα κενά στην παράγραφο.

Απάντηση:

Ένας χάρακας μήκους 30 cm είναι στερεωμένος στον τοίχο και ισορροπεί οριζόντια. Ο χάρακας μπορεί να περιστρέφεται γύρω από ένα καρφί που περνά από το μέσο του χωρίς απώλειες ενέργειας. Αν στο δεξί άκρο του χάρακα ασκηθεί δύναμη μέτρου $F = 10$ N, όπως φαίνεται στο σχήμα τότε στο χάρακα ασκείται ροπή μέτρου **1,5 N m** που τείνει να τον περιστρέψει **δεξιόστροφα**.

1.10. Λύση προβλήματος

1. Προβλέψτε προς ποιες κατευθύνσεις θα περιστραφεί ο κύλινδρος του γιο-γιο ασκώντας δυνάμεις, όπως φαίνεται στις δύο περιπτώσεις.

Ενδεικτική Απάντηση:

A: Ο κύλινδρος θα περιστραφεί αριστερόστροφα.

B: Ο κύλινδρος θα περιστραφεί δεξιόστροφα.

Ερώτηση:

2. Τι παρατηρείτε. Συμφωνεί η πρόβλεψή σας με την παρατήρησή σας; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

A: Ο κύλινδρος περιστρέφεται αριστερόστροφα.

B: Ο κύλινδρος περιστρέφεται δεξιόστροφα.

**1.11. Υπολογισμός ροπής πλάγιας δύναμης**

Με ποιον από τους δύο μαθητές συμφωνείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Και οι δυο μαθητές είναι σωστοί.

1.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μια ράβδος μήκους 50 cm ισορροπεί οριζόντια όταν στηρίζεται από το μέσο της M. Η ροπή που τείνει να περιστρέψει τη ράβδο γύρω από το σημείο M, όταν στο αριστερό άκρο της ασκηθεί δύναμη μέτρου $F = 20 \text{ N}$, όπως φαίνεται στο σχήμα, είναι:

Απάντηση:

3 N m

1.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Πέντε δυνάμεις τείνουν να περιστρέψουν το χερούλι μιας βρύσης (τα σχήματα δίνονται σε κάτοψη). Ποια απ' όλες θα το περιστρέψει πιο εύκολα;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το Δ.

1.14. Υπολογισμός συνισταμένης ροπής σε οριζόντια δοκό

1. Να προβλέψετε προς ποια φορά θα περιστραφεί η δοκός.

Ενδεικτική Απάντηση:

Θα περιστραφεί δεξιόστροφα.

Ερώτηση:

2. Τι παρατηρείτε; Συμφωνεί η πρόβλεψή σας με την παρατήρησή σας; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ράβδος περιστρέφεται δεξιόστροφα.

1.15. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Δοκός μάζας $m = 1 \text{ kg}$ και μήκους $L = 1 \text{ m}$ στηρίζεται από το μέσο της A. Στο αριστερό άκρο της δοκού ασκείται κάθετα δύναμη μέτρου $F_1 = 10 \text{ N}$ και στο δεξί της άκρο ασκείται δύναμη $F_2 = 20 \text{ N}$ με κλίση 45° (όπως φαίνεται στο σχήμα).

**Απάντηση:**

Η συνισταμένη ροπή που ασκείται στη ράβδο σε σχέση με το σημείο περιστροφής A είναι $+ 2 \text{ N m}$. Από το πρόσημο της συνισταμένης ροπής συμπεραίνουμε ότι η ράβδος περιστρέφεται *δεξιόστροφα*.

1.16. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Δοκός μάζας $m = 1 \text{ kg}$ και μήκους $L = 1 \text{ m}$ στηρίζεται από το σημείο A, που βρίσκεται σε απόσταση $0,25 \text{ m}$ από το δεξί της άκρο. Στο αριστερό άκρο της δοκού ασκείται κάθετα δύναμη μέτρου $F_1 = 10 \text{ N}$ και στο δεξί της άκρο ασκείται δύναμη $F_2 = 20 \text{ N}$ με κλίση 45° (όπως φαίνεται στο σχήμα).

Απάντηση:

Η συνισταμένη ροπή που ασκείται στη ράβδο σε σχέση με το σημείο περιστροφής A είναι $- 6,5 \text{ N m}$. Από το πρόσημο της συνισταμένης ροπής συμπεραίνουμε ότι η ράβδος περιστρέφεται *αριστερόστροφα*.

1.17. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Δοκός μάζας $m = 1 \text{ kg}$ και μήκους $L = 1 \text{ m}$ στηρίζεται από το σημείο A, που βρίσκεται στο αριστερό της άκρο. Στο ίδιο σημείο της δοκού ασκείται κάθετα δύναμη μέτρου $F_1 = 10 \text{ N}$, στο δεξί της άκρο ασκείται δύναμη $F_2 = 20 \text{ N}$ με κλίση 45° (όπως φαίνεται στο σχήμα) και στο κέντρο της ασκείται δύναμη $F_3 = 15 \text{ N}$ με κλίση 30° (όπως φαίνεται στο σχήμα).

Απάντηση:

Η συνισταμένη ροπή που ασκείται στη ράβδο σε σχέση με το σημείο περιστροφής A είναι $+ 15,25 \text{ N m}$. Από το πρόσημο της συνισταμένης ροπής συμπεραίνουμε ότι η ράβδος περιστρέφεται *δεξιόστροφα*.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.1. Ζεύγος δυνάμεων****Ερώτηση:**

Εξηγήστε ποια είναι η αιτία που προκαλεί τη στροφική κίνηση του τιμονιού και των τροχών του αυτοκινήτου.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Το ζεύγος δυνάμεων που ασκείται από τα χέρια του οδηγού πάνω στο τιμόνι. Η περιστροφή του τιμονιού έχει ως αποτέλεσμα να περιστρέφεται ένα άξονας, ο οποίος με τη σειρά του αναγκάζει τους τροχούς να στρίψουν.

2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η περιστροφή του **εκπωματιστή** οφείλεται στη ροπή που ασκεί ζεύγος δυνάμεων. Η μια από τις δύο δυνάμεις (F_1) εμφανίζεται στο σχεδιάγραμμα. Ποια είναι η δεύτερη δύναμη (F_2) που ασκείται στο σημείο A και δημιουργεί ζεύγος με την F_1 ;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το ***F***.

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Κατά την αλλαγή των **ελαστικών του αυτοκινήτου** η περιστροφή της βίδας οφείλεται στη ροπή που ασκεί ζεύγος δυνάμεων. Η μια από τις δύο δυνάμεις (F_1) εμφανίζεται στο σχεδιάγραμμα. Ποια είναι η δεύτερη δύναμη (F_2) που ασκείται στο σημείο A και δημιουργεί ζεύγος με την F_1 ;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το ***A***.

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Για να περιστραφεί το **χερούλι της πόρτας** ασκείται σ' αυτό ζεύγος δυνάμεων. Η μια από τις δύο δυνάμεις (F_1) εμφανίζεται στο σχεδιάγραμμα. Ποια είναι η δεύτερη δύναμη (F_2) που ασκείται στο σημείο A και δημιουργεί ζεύγος με την F_1 ;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το ***B***.

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Για να περιστραφεί το **κατσαβίδι** ασκείται σ' αυτό ζεύγος δυνάμεων. Η μια από τις δύο δυνάμεις (F_1) εμφανίζεται στο σχεδιάγραμμα. Ποια είναι η δεύτερη δύναμη (F_2) που ασκείται στο σημείο A και δημιουργεί ζεύγος με την F_1 ;

**Απάντηση:**

Η σωστή απάντηση είναι το **B**.

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ροπή που ασκείται από έναν ηλεκτρολόγο που χρησιμοποιεί κατσαβίδι είναι $0,18 \text{ N m}$. Αυτή η ροπή ασκείται στο χερούλι που έχει διάμετρο 3 cm . Η δύναμη που ασκείται στο χερούλι έχει μέτρο:

Απάντηση:

6 N

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα γαλλικό κλειδί χρησιμοποιείται για να βιδωθεί μια βίδα. Το κλειδί έχει μήκος 24 cm και η ροπή που ασκεί έχει μέτρο 12 N m . Η δύναμη που ασκείται στο άκρο του κλειδιού είναι:

Απάντηση:

50 N

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων**

Συμπληρώστε τις προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις.

Απάντηση:

Για να ισορροπεί η ράβδος οριζόντια πρέπει η **δεξιόστροφη** ροπή να είναι ίση με την **αριστερόστροφη** ροπή. Συνεπώς η ράβδος δεν περιστρέφεται, όταν η συνισταμένη ροπή είναι ίση με **μηδέν**, δηλαδή $\Sigma M = 0$. Επιπλέον η ράβδος ισορροπεί, όταν η συνισταμένη δύναμη είναι ίση με **μηδέν**, δηλαδή $\Sigma F = 0$.

3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Δύο παιδιά, ένα αγόρι κι ένα κορίτσι κάνουν τραμπάλα. Η τραμπάλα στηρίζεται στο μέσο της, M που απέχει 60 cm από το κορίτσι και 80 cm από το αγόρι. Αν το κορίτσι έχει μάζα 40 kg , υπολογίστε τη μάζα που πρέπει να έχει το αγόρι, ούτως ώστε η τραμπάλα να ισορροπεί οριζόντια.

Απάντηση:

Η τραμπάλα ισορροπεί, όταν το αγόρι έχει μάζα **30 kg**.



3.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Αβαρής ράβδος ΑΔ στηρίζεται στο σημείο Σ και δέχεται την επίδραση τριών δυνάμεων, όπως φαίνεται στο σχήμα. Υπολογίστε τη δύναμη F_4 , που πρέπει να ασκηθεί κάθετα στο δεξιό άκρο Δ της ράβδου, για να ισορροπεί οριζόντια.

Απάντηση:

Η δύναμη F_4 , που πρέπει να ασκηθεί κάθετα στο δεξιό άκρο Δ της ράβδου, για να ισορροπεί οριζόντια είναι **9 N**.

3.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Συμπλήρωση κενών πεδίων

Στο χέρι ασκείται η δύναμη του βάρους του χεριού που έχει μέτρο $W_{arm} = 50 \text{ N}$, το βάρος του κουβά που έχει μέτρο $W_{load} = 10 \text{ N}$, η δύναμη F_m που ασκείται από το δικέφαλο μυ για να συγκρατήσει τον κουβά και σχηματίζει γωνία $\theta_m = 45^\circ$ με το οριζόντιο επίπεδο και η δύναμη F_j που ασκείται από το οστό του βραχίονα στον αγκώνα. Αν το χέρι ισορροπεί οριζόντια, ποιο είναι το μέτρο της δύναμης F_m , που ασκείται από το δικέφαλο για να συγκρατήσει το βάρος;

Απάντηση:

495 N

5.30 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ01_Στροφορμή στερεού σώματος_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 1
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ01_Στροφορμή στερεού σώματος_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, κατακόρυφη κίνηση, μεταφορική κίνηση, στερεό σώμα, κενό, γήινη ατμόσφαιρα, σελήνη, χρόνος πτώσης, αδράνεια, βαρύτητα, μάζα, ύψος, κατακόρυφη πτώση, κινητική ενέργεια, κατακόρυφο ύψος, επιτάχυνση βαρύτητας, συμπανής σφαίρα, οριζόντια κίνηση, οριζόντια δύναμη, ταχύτητα, απόσταση, κεκλιμένο



	επίπεδο, χρόνος κίνησης, ελεύθερη πτώση, τριβή, κούφια σφαίρα, τροχός, κύλινδρος, ορμή δύναμης, περιστροφική κίνηση, γωνιακή ταχύτητα, σφαίρες, αδράνεια, οριζόντιο επίπεδο, κύβος, άξονας περιστροφής, ροπή αδράνειας, γωνιακή επιτάχυνση, μεταφορική κινητική ενέργεια, περιστροφική κινητική ενέργεια, δύναμη, περιστρεφόμενη δοκός, ροπή δύναμης, ροπή, σύστημα σωμάτων, κατανομή μάζας, ακροβάτης, ισορροπία, σύνθετη κίνηση, στατική τριβή, συνισταμένη ροπή, στροφορμή, νόμος Νεύτωνα, γη, πόλοι, στροφορμή γης, ακτίνα γης, μάζα γης, μηχανική ενέργεια, αρχή διατήρησης, άξονας συμμετρίας, μέγιστο ύψος, χρόνος, τροχαλία, ομογενής ράβδος, γραμμική ταχύτητα, αβαρές νήμα, περιστροφή, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none">• Φυσική ερμηνεία μάζας• Μεταφορική κίνηση, αδράνεια ύλης• Ροπή αδράνειας και στροφορμή• Αρχή διατήρησης μηχανικής ενέργειας

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Ορίζουν και να δίνουν φυσική ερμηνεία στη μάζα και εξηγούν την κίνηση με βάση την αδράνεια της ύλης στη μεταφορική κίνηση.
ΔΣ2	Ορίζουν και να δίνουν φυσική ερμηνεία στη ροπή αδράνειας και στη στροφορμή.
ΔΣ3	Εφαρμόζουν την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας σε συνδυασμένα προβλήματα μεταφορικής και περιστροφικής κίνησης.



Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Κατακόρυφη μεταφορική κίνηση σωμάτων – 1

Ερώτηση:

2. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το κέρμα φτάνει στον πυθμένα του σωλήνα γρηγορότερα.

Ερώτηση:

4. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το κέρμα και η τσαλακωμένη σελίδα τετραδίου φτάνουν στον πυθμένα του σωλήνα την ίδια στιγμή.

Ερώτηση:

5. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

6. Γιατί ο χρόνος πτώσης της σελίδας του τετραδίου αλλάζει όταν αυτή τσαλακωθεί;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί μειώνεται η δύναμη της αντίστασης του αέρα.

Ερώτηση:

7. Με ποιο τρόπο θα μπορούσαν τα δυο σώματα, κέρμα και σελίδα τετραδίου, που πέφτουν από το ίδιο ύψος, να φτάσουν στον πυθμένα του σωλήνα ταυτόχρονα, χωρίς να τσαλακώσουμε τη σελίδα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Να αφαιρέσουμε τον αέρα και από τους δυο σωλήνες.

**Ερώτηση:**

9. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το κέρμα και η σελίδα τετραδίου φτάνουν στον πυθμένα του σωλήνα την ίδια στιγμή.

Ερώτηση:

10. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

11. Γιατί ο χρόνος πτώσης της σελίδας τετραδίου και του κέρματος σε αυτή την περίπτωση είναι ο ίδιος, ενώ στην πρώτη πολυμεσική παρουσίαση ήταν διαφορετικός;

Ενδεικτική Απάντηση:

Λόγω της απουσίας του αέρα από τις σωλήνες, δεν υπάρχει η δύναμη αντίστασης και έτσι δεν παίζει ρόλο το σχήμα της σελίδας του τετραδίου.

1.2. Κατακόρυφη μεταφορική κίνηση σωμάτων – 1**Ερώτηση:**

1. Αν αφεθεί ένα στερεό σώμα να κινηθεί (ελεύθερη πτώση) μέσα σε γυάλινο σωλήνα, εκτελώντας μόνο μεταφορική κίνηση (το σώμα δεν περιστρέφεται), από κάποιο ύψος ως προς τον πυθμένα του σωλήνα, από ποιους πιθανούς παράγοντες θα επηρεαστεί ο χρόνος κίνησης του σώματος; Απαντήστε το ερώτημα χωρίς να τρέξετε την προσομοίωση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Από το ύψος του σωλήνα, από τη βαρύτητα και από τη γεωμετρία του σώματος (εκτός και αν ο σωλήνας δεν περιέχει αέρα, οπότε δεν παίζει κανένα ρόλο η γεωμετρία του σώματος).

Ερώτηση:

2. Αν αφεθεί ένα στερεό σώμα να κινηθεί (ελεύθερη πτώση) μέσα σε γυάλινο σωλήνα, εκτελώντας μόνο μεταφορική κίνηση (το σώμα δεν περιστρέφεται), από κάποιο ύψος ως προς τον πυθμένα του σωλήνα, από ποιους πιθανούς παράγοντες θα επηρεαστεί ο χρόνος κίνησης του σώματος; Απαντήστε το ερώτημα αφού μελετήσετε την προσομοίωση.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Από το ύψος του σωλήνα, από τη βαρύτητα και από τη γεωμετρία του σώματος (εκτός και αν ο σωλήνας δεν περιέχει αέρα, οπότε δεν παίζει κανένα ρόλο η γεωμετρία του σώματος).

Ερώτηση:

4. Τι παρατηρήσατε ως προς το χρόνο πτώσης ενός συγκεκριμένου στερεού σώματος που εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση (δεν περιστρέφεται) από συγκεκριμένο ύψος πτώσης, χωρίς αντίσταση του αέρα;

Απάντηση:

Ελαττώνεται με την αύξηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας.

Ερώτηση:

5. Γιατί ο χρόνος πτώσης ελαττώνεται με την αύξηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί αυξάνεται η δύναμη (το βάρος) που προκαλεί την επιτάχυνση του σώματος. Συνεπώς, αυξάνεται και η επιτάχυνση του σώματος με αποτέλεσμα να καλύπτει την απόσταση πιο γρήγορα.

Ερώτηση:

7. Τι παρατηρήσατε ως προς το χρόνο πτώσης ενός συγκεκριμένου στερεού σώματος που εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση (δεν περιστρέφεται) υπό την επίδραση μόνο της επιτάχυνσης της βαρύτητας;

Απάντηση:

Αυξάνεται με την αύξηση του ύψους πτώσης.

Ερώτηση:

8. Γιατί ο χρόνος πτώσης αυξάνεται με την αύξηση του ύψους πτώσης;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί αυξάνεται η απόσταση που πρέπει να καλύψει το σώμα, χωρίς να αλλάζει η επιτάχυνση του.

Ερώτηση:

10. Ο χρόνος πτώσης ενός συγκεκριμένου στερεού σώματος που εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση (δεν περιστρέφεται) από συγκεκριμένο ύψος:

**Απάντηση:**

Αυξάνεται με την αύξηση της αντίστασης του αέρα.

Ερώτηση:

11. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

12. Γιατί ο χρόνος πτώσης αυξάνεται με την αύξηση της αντίστασης του αέρα; Η αντίσταση του αέρα είναι δύναμη αντίθετη του βάρους και επομένως σκεφτείτε, εφαρμόζοντας το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, κατά πόσο η επιτάχυνση του σώματος επηρεάζεται ή όχι από την αντίσταση του αέρα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς αυξάνεται η αντίσταση του αέρα, μειώνεται η συνισταμένη δύναμη που ασκείται πάνω στο σώμα (λόγω του ότι η αντίσταση του αέρα αντιτίθεται στο βάρος του σώματος). Έτσι, μειώνεται η επιτάχυνση του σώματος (2ος Νόμος Νεύτωνα) και το σώμα καλύπτει την απόσταση σε μεγαλύτερο χρόνο.

Ερώτηση:

12. Γιατί ο χρόνος πτώσης αυξάνεται με την αύξηση της αντίστασης του αέρα; Η αντίσταση του αέρα είναι δύναμη αντίθετη του βάρους και επομένως σκεφτείτε, εφαρμόζοντας το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, κατά πόσο η επιτάχυνση του σώματος επηρεάζεται ή όχι από την αντίσταση του αέρα.

Ερώτηση:

14. Τι παρατηρήσατε ως προς το χρόνο πτώσης στερεών σωμάτων που εκτελούν μόνο μεταφορική κίνηση (δεν περιστρέφονται) από συγκεκριμένο ύψος υπό την επίδραση μόνο της επιτάχυνσης της βαρύτητας;

Απάντηση:

Είναι ο ίδιος για όλα τα σώματα.

Ερώτηση:

15. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

**Ερώτηση:**

16. Γιατί ο χρόνος πτώσης είναι ο ίδιος για όλα τα σώματα όταν αφαιρέσουμε τον αέρα από το εσωτερικό του σωλήνα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η αντίσταση του αέρα είναι μηδέν για όλα τα σώματα. Επιπλέον, ο χρόνος πτώσης δεν εξαρτάται από τη μάζα των σωμάτων.

1.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Αν επαναλάβετε τις δραστηριότητες των προηγούμενων πολυμεσικών παρουσιάσεων στην επιφάνεια της Σελήνης, όπου δεν υπάρχει ατμόσφαιρα και η ένταση της βαρύτητας είναι μικρότερη σε σχέση με τη Γη, τι θα παρατηρούσατε ως προς το χρόνο πτώσης των σωμάτων;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο χρόνος πτώσης των σωμάτων θα αυξηθεί, γιατί καθώς ελαττώνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας ελαττώνεται και η συνισταμένη δύναμη που ασκείται πάνω στο σώμα. Συνεπώς, μειώνεται και η επιτάχυνση του σώματος.

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Αν ένα σώμα στη Γη και ένα άλλο σώμα στη Σελήνη αφεθούν από το ίδιο ύψος ως προς το έδαφος, εξηγήστε κατά πόσο τα σώματα φτάνουν στην επιφάνεια στο ίδιο ή διαφορετικό χρόνο. Στην περίπτωση που ο χρόνος διαφέρει να εξηγήσετε ποιο φτάνει γρηγορότερα. Στην περίπτωση που χρειάζεστε και άλλα δεδομένα για να απαντήσετε, να αναφέρετε τα δεδομένα αυτά και να δικαιολογήσετε τη σχέση των δεδομένων αυτών με την απάντηση που θα δίνετε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Αν θεωρήσουμε αμελητέα την αντίσταση του αέρα στη Γη, τότε το σώμα που αφήνεται στη Γη θα φτάσει γρηγορότερα στο έδαφος, γιατί η επιτάχυνση του σώματος ισούται με την επιτάχυνση της βαρύτητας (στη Γη είναι μεγαλύτερη). Αν η αντίσταση του αέρα δεν είναι αμελητέα, τότε χρειάζεται να γνωρίζουμε πώς επηρεάζεται η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σώμα, προκειμένου να υπολογίσουμε την επιτάχυνση του σώματος όταν αφήνεται στη Γη.

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Συγκρίνετε την αδράνεια των σωμάτων των προηγούμενων πολυμεσικών παρουσιάσεων, όταν εκτελούν μόνο μεταφορική κίνηση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η αδράνεια των σωμάτων εξαρτάται από τη μάζα τους (μεγαλύτερη μάζα = μεγαλύτερη αδράνεια)



και από το ρυθμό μεταβολής της κινητικής κατάστασης του σώματος.

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Όλα τα σώματα, ανεξαρτήτως της μάζας τους, πέφτουν στον ίδιο χρόνο διανύοντας το ίδιο κατακόρυφο ύψος, δηλαδή, κινούνται με την ίδια ευκολία, υπό την επίδραση μόνο της βαρύτητας, επειδή:

Απάντηση:

Δέχονται την ίδια επιτάχυνση.

1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Με βάση την ένδειξη του χρονομέτρου, να συγκρίνετε το μέτρο της ταχύτητας των σωμάτων των προηγούμενων πολυμεσικών παρουσιάσεων, όταν διανύσουν το ίδιο κατακόρυφο ύψος υπό την επίδραση μόνο της επιτάχυνσης της βαρύτητας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν τα σώματα κινούνται μόνο υπό την επίδραση της επιτάχυνσης της βαρύτητας (η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα), τότε το μέτρο της ταχύτητας των σωμάτων είναι το ίδιο, αφού διανύουν το ίδιο κατακόρυφο ύψος σε ίσο χρόνο.

1.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Συγκρίνετε την κινητική ενέργεια των σωμάτων των προηγούμενων πολυμεσικών παρουσιάσεων, όταν διανύσουν το ίδιο κατακόρυφο ύψος υπό την επίδραση μόνο της επιτάχυνσης της βαρύτητας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν τα σώματα κινούνται μόνο υπό την επίδραση της επιτάχυνσης της βαρύτητας (η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα), τότε η κινητική τους ενέργεια είναι η ίδια γιατί το μέτρο της ταχύτητας των σωμάτων είναι το ίδιο.

1.9. Οριζόντια μεταφορική κίνηση σωμάτων

1. Μια συμπαγής σφαίρα στην οποία ασκείται οριζόντια δύναμη, κινείται εκτελώντας μόνο μεταφορική κίνηση (η σφαίρα δεν περιστρέφεται) πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια. Από ποιους πιθανούς παράγοντες επηρεάζεται ο χρόνος κίνησης της σφαίρας σε μια συγκεκριμένη απόσταση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Από τη συνισταμένη δύναμη (στην οριζόντια διεύθυνση) που ασκείται πάνω στο σώμα και από τη μάζα του σώματος.



3. Τι παρατηρήσατε ως προς το χρόνο κίνησης δύο ορθογώνιων παραλληλεπιπέδων σωμάτων με τις ίδιες διαστάσεις αλλά διαφορετικής μάζας, στην ίδια οριζόντια επιφάνεια, με την επίδραση της ίδιας δύναμης, σε συγκεκριμένη απόσταση;

Απάντηση:

Μεγαλύτερος για το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα.

Ερώτηση:

4. Γιατί ο χρόνος κίνησης είναι μεγαλύτερος για το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η επιτάχυνση του σώματος είναι αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του σώματος (2ος Νόμος Νεύτωνα).

Ερώτηση:

6. Τι παρατηρήσατε ως προς το χρόνο κίνησης δύο ορθογώνιων παραλληλεπιπέδων σωμάτων με τις ίδιες διαστάσεις, αρχικά ακίνητα, διαφορετικής μάζας με την επίδραση της ίδιας δύναμης σε συγκεκριμένη απόσταση σε οριζόντια επιφάνεια;

Απάντηση:

Το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα εκδηλώνει μεγαλύτερη αδράνεια και έτσι ο χρόνος κίνησης είναι μεγαλύτερος.

Ερώτηση:

7. Σε περίπτωση που η αρχική σας πρόβλεψη ως προς το χρόνο κίνησης των δυο σωμάτων διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

1.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το σώμα Α έχει μεγαλύτερη μάζα από το σώμα Β. Τα δύο σώματα βρίσκονται αρχικά ακίνητα στη ίδια οριζόντια επιφάνεια. Τα σώματα δέχονται την ίδια οριζόντια δύναμη και για τον ίδιο χρόνο. Στο τέλος του χρόνου αυτού:

Απάντηση:

Το σώμα Β αποκτά μεγαλύτερη ταχύτητα.

**1.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Το σώμα Α έχει μεγαλύτερη μάζα από το σώμα Β. Τα δύο σώματα βρίσκονται αρχικά ακίνητα στη ίδια οριζόντια επιφάνεια. Τα σώματα δέχονται την ίδια οριζόντια δύναμη και για τον ίδιο χρόνο. Στο τέλος του χρόνου αυτού:

Απάντηση:

Το σώμα Β κινείται σε μεγαλύτερη απόσταση.

1.12. Μεταφορική κίνηση σωμάτων σε κεκλιμένο επίπεδο**Ερώτηση:**

2. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Τα δύο σώματα φτάνουν στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου την ίδια στιγμή.

Ερώτηση:

3. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

4. Γιατί ο χρόνος πτώσης των δύο σωμάτων είναι ο ίδιος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η επιτάχυνση των σωμάτων εξαρτάται μόνο από την κλίση του επιπέδου:

Στη διεύθυνση κίνησης: $\Sigma F = m\gamma \Rightarrow m g \eta\theta = m \gamma \Rightarrow g \eta\theta = \gamma$

Ερώτηση:

6. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Τα δύο σώματα φτάνουν στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου την ίδια στιγμή.

Ερώτηση:

8. Γιατί ο χρόνος πτώσης των δύο σωμάτων είναι ο ίδιος;

**Ερώτηση:**

7. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η επιτάχυνση των σωμάτων εξαρτάται μόνο από την κλίση του επιπέδου:

Στη διεύθυνση κίνησης: $\Sigma F = m\gamma \Rightarrow m g \eta\mu\theta = m \gamma \Rightarrow g \eta\mu\theta = \gamma$

Ερώτηση:

8. Γιατί ο χρόνος πτώσης των δύο σωμάτων είναι ο ίδιος;

Ερώτηση:

10. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Τα δύο σώματα φτάνουν στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου την ίδια στιγμή.

Ερώτηση:

11. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

12. Γιατί ο χρόνος πτώσης των δύο σωμάτων είναι ο ίδιος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η επιτάχυνση των σωμάτων εξαρτάται μόνο από την κλίση του επιπέδου:

Στη διεύθυνση κίνησης: $\Sigma F = m\gamma \Rightarrow m g \eta\mu\theta = m \gamma \Rightarrow g \eta\mu\theta = \gamma$

1.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το σώμα Α έχει μεγαλύτερη μάζα από το σώμα Β. Τα δύο σώματα κρατούνται αρχικά ακίνητα στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο και στο ίδιο ύψος. Τα σώματα αφήνονται ταυτόχρονα να κινηθούν χωρίς τριβή. Σε κάποια στιγμή κατά την κίνησή τους στο κεκλιμένο επίπεδο,

Απάντηση:

Τα δύο σώματα κινούνται στην ίδια απόσταση.

**1.14. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Το σώμα Α έχει μεγαλύτερη μάζα από το σώμα Β. Τα δύο σώματα κρατούνται αρχικά ακίνητα στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο και στο ίδιο ύψος. Τα σώματα αφήνονται ταυτόχρονα να κινηθούν χωρίς τριβή. Τότε:

Απάντηση:

Το σώμα Α φτάνει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου με μεγαλύτερη κινητική ενέργεια.

1.15. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Τα σώματα στο σχήμα έχουν την ίδια μάζα και αφήνονται ταυτόχρονα να κινηθούν από το ίδιο ύψος h , σε σχέση με το οριζόντιο δάπεδο. Το σώμα Α, εκτελεί ελεύθερη πτώση και το σώμα Β, κινείται κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου χωρίς τριβές. Τότε:

Απάντηση:

Το σώμα Α φτάνει στο δάπεδο γρηγορότερα.

1.16. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Τα σώματα στο σχήμα έχουν την ίδια μάζα και αφήνονται να κινηθούν ταυτόχρονα, χωρίς τριβές. Τότε:

Απάντηση:

Το σώμα Α φτάνει στο σημείο Σ γρηγορότερα.

1.17. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Οι δύο σφαίρες στο σχήμα μια συμπαγής και μια κούφια, έχουν την ίδια μάζα και ακτίνα. Οι δύο σφαίρες κρατούνται αρχικά ακίνητες στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο και στο ίδιο ύψος. Τα σώματα αφήνονται ταυτόχρονα να κινηθούν κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου που δεν παρουσιάζει τριβές. Τότε:

Απάντηση:

Τα δύο σώματα φτάνουν στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου ταυτόχρονα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.1. Μεταφορική και περιστροφική κίνηση σωμάτων σε κεκλιμένο επίπεδο**

**Ερώτηση:**

2. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η συμπαγής σφαίρα φτάνει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου γρηγορότερα.

Ερώτηση:

3. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

4. Γιατί ο χρόνος κίνησης των δύο σωμάτων είναι διαφορετικός;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας των δυο σφαιρών είναι διαφορετική και συνεπώς η γωνιακή επιτάχυνση τους είναι διαφορετική ($\tau = I \alpha$).

6. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η σφαίρα με τη μικρότερη μάζα φτάνει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου γρηγορότερα.

Ερώτηση:

7. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

8. Γιατί ο χρόνος κίνησης των δύο σωμάτων είναι διαφορετικός;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή των δυο σωμάτων είναι διαφορετική (γιατί διαφέρει η κάθετη στην επιφάνεια συνιστώσα του βάρους) με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται η γωνιακή επιτάχυνση ($\tau = I \alpha$).

Ερώτηση:

10. Τι παρατηρήσατε;

**Απάντηση:**

Η σφαίρα με τη μικρότερη ακτίνα φτάνει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου γρηγορότερα.

Ερώτηση:

11. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

12. Γιατί ο χρόνος κίνησης των δύο σωμάτων είναι διαφορετικός;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας των δυο σφαιρών είναι διαφορετική (διαφορετική ακτίνα) και συνεπώς η γωνιακή επιτάχυνσή τους είναι διαφορετική ($\tau = I \alpha$).

Ερώτηση:

14. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Ο συμπαγής κύλινδρος φτάνει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου γρηγορότερα.

Ερώτηση:

15. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

16. Γιατί ο χρόνος κίνησης των δύο σωμάτων είναι διαφορετικός;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας των δυο κυλίνδρων είναι διαφορετική και συνεπώς η γωνιακή επιτάχυνσή τους είναι διαφορετική ($\tau = I \alpha$).

Ερώτηση:

18. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Ο κύλινδρος με τη μικρότερη ακτίνα φτάνει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου γρηγορότερα.

**Ερώτηση:**

19. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

20. Γιατί ο χρόνος κίνησης των δύο σωμάτων είναι διαφορετικός;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας των δυο κυλίνδρων είναι διαφορετική (διαφορετική ακτίνα) και συνεπώς η γωνιακή επιτάχυνσή τους είναι διαφορετική ($\tau = I \alpha$).

Ερώτηση:

22. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Ο συμπαγής τροχός φτάνει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου γρηγορότερα.

Ερώτηση:

23. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

24. Γιατί ο χρόνος κίνησης των δύο σωμάτων είναι διαφορετικός;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας των δυο τροχών είναι διαφορετική (διαφορετική ακτίνα) και συνεπώς η γωνιακή επιτάχυνσή τους είναι διαφορετική ($\tau = I \alpha$).

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.1. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**

Μελετήσετε το κείμενο που ακολουθεί και απαντήστε τα δύο σχετικά ερωτήματα: Η ροπή δύναμης ως προς ένα σημείο, εκφράζει την ικανότητα της δύναμης να περιστρέψει ένα αρχικά ακίνητο σώμα γύρω από άξονα κάθετο στο επίπεδο δύναμης και σημείου, αλλά περιγράφει και τη φορά



κατά την οποία το σώμα θα περιστραφεί. Συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα M . Το μέτρο της ροπής δύναμης ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης επί την κάθετη απόσταση του σημείου από τον φορέα της δύναμης $M = F d$ και είναι μέγεθος διανυσματικό. Ως διεύθυνση του διανυσματικού αυτού μεγέθους ορίζεται η διεύθυνση του άξονα και η κατεύθυνσή του καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού. Αυτό σημαίνει ότι η ροπή περιγράφει και τη φορά κατά την οποία η δύναμη τείνει να περιστρέψει το σώμα. Δικαιολογήστε τις προτάσεις που ακολουθούν ως ορθές ή λανθασμένες.

1. Η ροπή δύναμης είναι για την περιστροφική κίνηση ότι είναι η δύναμη για τη μεταφορική κίνηση.
2. Ο ρυθμός μεταβολής της γραμμικής ταχύτητας είναι ανάλογος της δύναμης. Επομένως, στην περιστροφική κίνηση ο ρυθμός μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας είναι ανάλογος της ροπής δύναμης.

Ενδεικτική Απάντηση:

1. Ορθό
2. Ορθό

3.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Μελετήστε το διάγραμμα που παρουσιάζει ένα στερεό μάζας m σε κεκλιμένο επίπεδο κλίσης θ και τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό: Το βάρος mg , την κάθετη δύναμη N και την τριβή T .

- α) Ποια δύναμη προκαλεί μεταφορική κίνηση;
- β) Ποια δύναμη προκαλεί περιστροφική κίνηση;

Ενδεικτική Απάντηση:

- α) Η παράλληλη προς το επίπεδο συνιστώσα του βάρους.
- β) Η τριβή, η οποία εξαρτάται από την κάθετη προς την επιφάνεια συνιστώσα του βάρους και το συντελεστή τριβής ολίσθησης.

3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Οι δύο σφαίρες στο σχήμα, μια συμπαγής και μια κούφια, έχουν την ίδια μάζα και ακτίνα. Οι δύο σφαίρες κρατούνται αρχικά ακίνητες στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο και στο ίδιο ύψος. Τα σώματα αφήνονται ταυτόχρονα να κινηθούν κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου που παρουσιάζει τριβές. Τότε:

Απάντηση:

Η συμπαγής σφαίρα φτάνει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου γρηγορότερα επειδή έχει μικρότερη αδράνεια στην περιστροφική κίνηση.



3.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Πάνω σε ένα κύλινδρο ο οποίος ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο ασκείται σταθερή δύναμη με διεύθυνση παράλληλη με το επίπεδο. Η δύναμη ασκείται στην περιφέρεια του κυλίνδρου. Τότε:

Απάντηση:

Ο κύλινδρος εκτελεί μεταφορική και περιστροφική κίνηση.

3.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το σώμα Α, κύβος, έχει την ίδια μάζα με το σώμα Β, σφαίρα. Τα δύο σώματα κρατούνται αρχικά ακίνητα στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο και στο ίδιο ύψος. Τα σώματα αφήνονται ταυτόχρονα να κινηθούν. Η σφαίρα εκτελεί μεταφορική και περιστροφική κίνηση, ο κύβος μόνο μεταφορική κίνηση. Τι θα παρατηρήσετε;

Απάντηση:

Ο κύβος φτάνει στη βάση του επιπέδου γρηγορότερα.

3.6. Ροπή δύναμης και γωνιακή επιτάχυνση – I

Ερώτηση:

1. Αν ασκηθεί μια συγκεκριμένη ροπή δύναμης σε ένα στερεό σώμα, ώστε να το αναγκάσει να περιστραφεί ως προς ένα άξονα, από ποιους πιθανούς παράγοντες επηρεάζεται ο ρυθμός μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας (γωνιακή επιτάχυνση);

Ενδεικτική Απάντηση:

Από τη ροπή αδρανείας του σώματος, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από τη γεωμετρία του σώματος, τη μάζα και την ακτίνα του.

Ερώτηση:

2. Αν ασκηθεί μια συγκεκριμένη ροπή δύναμης σε ένα στερεό σώμα, ώστε να το αναγκάσει να περιστραφεί ως προς ένα άξονα, από ποιους πιθανούς παράγοντες επηρεάζεται η περιστροφική κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το στερεό σε συγκεκριμένο χρόνο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Από τη ροπή αδρανείας του σώματος (η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από τη γεωμετρία του σώματος, τη μάζα και την ακτίνα του). Για δεδομένη ροπή δύναμης, η τιμή της ροπής αδρανείας επηρεάζει και την τιμή της γωνιακής ταχύτητας.

**Ερώτηση:**

4. Τι παρατηρείτε όταν ασκείται η ίδια ροπή δύναμης σε δύο σφαίρες της ίδιας μάζας και ακτίνας, η μια συμπαγής και η άλλη κούφια, οι οποίες μπορούν να περιστρέφονται γύρω από τον άξονα που περνά από το κέντρο μάζας τους;

Απάντηση:

Η συμπαγής σφαίρα αποκτά μεγαλύτερη γωνιακή επιτάχυνση.

Ερώτηση:

5. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

6. Γιατί η γωνιακή επιτάχυνση των δύο σωμάτων είναι διαφορετική;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας των δυο σφαιρών είναι διαφορετική και συνεπώς η γωνιακή επιτάχυνσή τους είναι διαφορετική ($\tau = I \alpha$).

Ερώτηση:

8. Τι παρατηρείτε όταν ασκείται η ίδια ροπή δύναμης σε δύο συμπαγείς σφαίρες της ίδιας μάζας και ακτίνας, η μια μπορεί να περιστρέφεται γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο μάζας της και η άλλη από άξονα που περνά από το μέσο της απόστασης κέντρου μάζας και περιφέρειας;

Απάντηση:

Η σφαίρα που περιστρέφεται γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο μάζας της αποκτά μεγαλύτερη γωνιακή επιτάχυνση.

Ερώτηση:

9. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

10. Γιατί η γωνιακή επιτάχυνση των δύο σωμάτων είναι διαφορετική;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Γιατί λόγω του θεωρήματος των παράλληλων αξόνων, η ροπή αδρανείας αλλάζει όταν ο άξονας περιστροφής μετακινείται.

Ερώτηση:

12. Τι παρατηρείτε όταν ασκείται η ίδια ροπή δύναμης σε δύο τροχούς της ίδιας μάζας και ακτίνας, ο ένας συμπαγής και ο άλλος με ακτίνες που μπορούν να περιστρέφονται γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο μάζας τους;

Απάντηση:

Ο συμπαγής τροχός αποκτά μεγαλύτερη γωνιακή επιτάχυνση.

Ερώτηση:

13. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

14. Γιατί η γωνιακή επιτάχυνση των δύο σωμάτων είναι διαφορετική;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας των δυο τροχών είναι διαφορετική και συνεπώς η γωνιακή επιτάχυνσή τους είναι διαφορετική ($\tau = I \alpha$).

Ερώτηση:

16. Τι παρατηρείτε όταν ασκείται η ίδια ροπή δύναμης σε δύο συμπαγείς σφαίρες της ίδιας μάζας αλλά διαφορετικής ακτίνας, που μπορούν να περιστρέφονται γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο μάζας τους;

Απάντηση:

Η σφαίρα με τη μικρότερη ακτίνα αποκτά μεγαλύτερη γωνιακή επιτάχυνση.

Ερώτηση:

17. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

**Ερώτηση:**

18. Γιατί η γωνιακή επιτάχυνση των δύο σωμάτων είναι διαφορετική;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας των δυο σφαιρών είναι διαφορετική (διαφορετική ακτίνα) και συνεπώς η γωνιακή επιτάχυνσή τους είναι διαφορετική ($\tau = I \alpha$).

3.7. Ροπή δύναμης και γωνιακή επιτάχυνση – II**Ερώτηση:**

2. Τι παρατηρείτε όταν ασκείται η ίδια ροπή δύναμης σε δύο συμπαγείς σφαίρες της ίδιας ακτίνας αλλά διαφορετικής μάζας, που μπορούν να περιστρέφονται γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο μάζας τους;

Απάντηση:

Η σφαίρα με τη μικρότερη μάζα αποκτά μεγαλύτερη γωνιακή επιτάχυνση.

Ερώτηση:

3. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

4. Γιατί η γωνιακή επιτάχυνση των δύο σωμάτων είναι διαφορετική;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας των δυο σφαιρών είναι διαφορετική (διαφορετική μάζα) και συνεπώς η γωνιακή επιτάχυνσή τους είναι διαφορετική ($\tau = I \alpha$).

Ερώτηση:

6. Τι παρατηρείτε όταν ασκείται η ίδια ροπή δύναμης σε μια συμπαγή σφαίρα και ένα συμπαγή κύλινδρο της ίδιας μάζας και ακτίνας, που μπορούν να περιστρέφονται γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο μάζας τους;

Απάντηση:

Η σφαίρα αποκτά μεγαλύτερη γωνιακή επιτάχυνση.

**Ερώτηση:**

7. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

8. Γιατί η γωνιακή επιτάχυνση των δύο σωμάτων είναι διαφορετική;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας των δυο σωμάτων είναι διαφορετική και συνεπώς η γωνιακή επιτάχυνσή τους είναι διαφορετική ($\tau = I \alpha$).

3.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μια δοκός με ομοιόμορφη κατανομή μάζας μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα σε οριζόντιο επίπεδο γύρω από το ένα άκρο Ο. Για την περιστροφή της δοκού ασκείται σε αυτή σταθερή σε μέτρο δύναμη F. Τότε:

Απάντηση:

Η γωνιακή επιτάχυνση που αποκτά η δοκός είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση Β.

3.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η δοκός στο σχήμα αποτελείται από δύο μέρη: Το μέρος ΑΒ είναι από σίδηρο και το μέρος ΒΓ είναι από ξύλο. Στην περίπτωση (Α) η δοκός δέχεται την επίδραση δύναμης μέτρου F στο άκρο Γ και η δοκός περιστρέφεται γύρω από το άκρο Α. Στην περίπτωση (Β) η δοκός δέχεται την επίδραση δύναμης μέτρου F στο άκρο Α και η δοκός περιστρέφεται γύρω από το άκρο Γ. Τότε:

Απάντηση:

Η δοκός περιστρέφεται πιο εύκολα στην περίπτωση (Α).

3.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ράβδος ΑΒ είναι ομογενής και μπορεί να περιστρέφεται οριζόντια γύρω από τον άξονα που περνά από το κέντρο μάζας της, περίπτωση (Α) ή γύρω από άξονα που περνά από το ένα άκρο της, περίπτωση (Β). Τότε:

Απάντηση:

Η ροπή αδρανείας της ράβδου είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση (Β).

**3.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Το σύστημα τεσσάρων σωματιδίων μπορεί να περιστρέφεται γύρω από δύο διαφορετικούς άξονες όπως δείχνουν οι δύο περιπτώσεις στο διάγραμμα.

Απάντηση:

Η ροπή αδράνειας του συστήματος είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση (B).

3.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στα ποδήλατα κούρσας οι τροχοί έχουν τη μάζα τους ομοιόμορφα κατανομημένη σε όλη την έκταση του τροχού παρά στην περιφέρεια. Τότε:

Απάντηση:

Η ροπή αδράνειας του τροχού είναι μικρότερη και ο τροχός γυρίζει με μεγαλύτερη ευκολία.

3.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Ένας ακροβάτης που περπατά σε τεντωμένο σχοινί χρησιμοποιεί ένα μακρύ κοντάρι. Τότε:

Απάντηση:

Αυξάνει τη ροπή αδράνειας και ισορροπεί καλύτερα.

3.14. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Εξηγήστε ποιο από τα δύο σώματα στο σχήμα, το δακτυλίδι ή ο κύλινδρος, θα φτάσει πρώτο στη βάση του επιπέδου; Τα σώματα έχουν την ίδια ροπή αδρανείας ($I = MR^2$), την ίδια μάζα και ακτίνα και αφήνονται ταυτόχρονα από το ίδιο ύψος. Υπάρχει στατική τριβή μεταξύ επιπέδου και σωμάτων.

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα δυο σώματα θα φτάσουν στη βάση του επιπέδου την ίδια χρονική στιγμή γιατί τόσο η ροπή αδρανείας, όσο και η ροπή δύναμης (που προκαλείται από τη δύναμη της τριβής) ισούνται. Συνεπώς, η επιτάχυνση των δυο σωμάτων είναι η ίδια.

3.15. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Με ποιο από τους μαθητές συμφωνείτε;

Απάντηση:

Με το Γιάννη.



3.16. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποια είναι η κατεύθυνση της στροφορμής της Γης γύρω από τον άξονά της;

Απάντηση:

Από το νότιο προς το βόρειο πόλο.

3.17. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής της Γης (α) γύρω από τον άξονά της και (β) γύρω από τον Ήλιο. Δεδομένα: Θεωρήστε τη Γη σφαιρική μάζας $5,98 \times 10^{24}$ Kg, ακτίνας $6,37 \times 10^6$ m. Η απόσταση Γης-Ήλιου είναι $1,50 \times 10^{11}$ m. Η ροπή αδράνειας σφαίρας είναι: $I = \frac{2}{5} MR^2$

Ενδεικτική Απάντηση:

α) Γύρω από τον άξονά της: Γωνιακή ταχύτητα περιστροφής = $\Delta\phi/\Delta t$, όπου $\Delta\phi = 360^\circ$, $\Delta t = 24$ h
 \Rightarrow ωπεριστροφής = $2\pi / (24 \times 3600 \text{ s}) = \pi / (43200 \text{ s})$

$$I = \frac{2}{5} M R^2 = \frac{2}{5} (5,98 \times 10^{24} \text{ kg}) (6,37 \times 10^6 \text{ m})^2 = 9,7 \times 10^{37} \text{ kg m}^2$$

$$L = M_{Γης} \omega \text{περιφοράς} (r + R)^2$$

β) Γύρω από τον Ήλιο: Γωνιακή ταχύτητα περιφοράς = $\Delta\phi/\Delta t$, όπου $\Delta\phi = 360^\circ$, $\Delta t = 1$ year \Rightarrow
 ωπεριφοράς = $2\pi / (365 \times 24 \times 3600 \text{ s}) = \pi / (15768000 \text{ s})$

$$L = M_{Γης} \omega \text{περιφοράς} (r + R)^2, \text{ όπου } r = \text{απόσταση Γης - Ήλιου και } R = \text{ακτίνα Γης.}$$

ΕΝΟΤΗΤΑ 4

4.1. Κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής

Ερώτηση:

1. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που οφείλεται στην περιστροφή ενός στερεού σώματος σε σχέση με την αρχική ενέργεια που έχει το σώμα όταν αφήνεται να κινηθεί από συγκεκριμένο ύψος ενός κεκλιμένου επιπέδου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Από την ροπή αδράνειας (η οποία εξαρτάται από τη γεωμετρία του σώματος, τη μάζα και την ακτίνα του) και τη γωνιακή ταχύτητα (η οποία επηρεάζεται από τη ροπή αδράνειας και την τριβή με το δάπεδο) του σώματος.

**Ερώτηση:**

3. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η κούφια σφαίρα έχει μεγαλύτερη περιστροφική κινητική ενέργεια.

Ερώτηση:

4. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

5. Γιατί η περιστροφική κινητική ενέργεια των δύο σφαιρών είναι διαφορετική;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας τους είναι διαφορετική. Αυτό έχει ως συνέπεια να έχουν και διαφορετική γωνιακή επιτάχυνση ($\tau = I \alpha$) και άρα διαφορετικό ρυθμό μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας ω ($E_{\text{περ}} = \frac{1}{2} I \omega^2$).

Ερώτηση:

7. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η σφαίρα με τη μεγαλύτερη ακτίνα έχει μεγαλύτερη περιστροφική κινητική ενέργεια.

Ερώτηση:

8. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

9. Γιατί η περιστροφική κινητική ενέργεια των δύο σφαιρών είναι διαφορετική;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας τους είναι διαφορετική (διαφορετική ακτίνα). Αυτό έχει ως συνέπεια να έχουν και διαφορετική γωνιακή επιτάχυνση ($\tau = I \alpha$) και άρα διαφορετικό ρυθμό μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας ω ($E_{\text{περ}} = \frac{1}{2} I \omega^2$).

**Ερώτηση:**

11. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Ο κύλινδρος έχει μεγαλύτερη περιστροφική κινητική ενέργεια.

Ερώτηση:

12. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

13. Γιατί η περιστροφική κινητική ενέργεια της σφαίρας είναι μικρότερη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδράνειας τους είναι διαφορετική (διαφορετική γεωμετρία). Αυτό έχει ως συνέπεια να έχουν και διαφορετική γωνιακή επιτάχυνση ($\tau = I \alpha$) και άρα διαφορετικό ρυθμό μεταβολής της γωνιακής ταχύτητας, ω ($E_{\text{περ}} = \frac{1}{2} I \omega^2$).

4.2. Κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής και ροπή αδράνειας

Με ποιον από τους μαθητές συμφωνείτε;

Απάντηση:

Με τη Μαρία.

4.3. Αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας σε μεταφορική και περιστροφική κίνηση**Ερώτηση:**

2. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το σώμα φτάνει στο δάπεδο με μεγαλύτερη ταχύτητα όταν το νήμα τυλίγεται γύρω από το συμπαγή κύλινδρο.

Ερώτηση:

3. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι



συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

4. Γιατί η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη όταν το νήμα τυλίγεται γύρω από το συμπαγή κύλινδρο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας του συμπαγούς κυλίνδρου είναι μικρότερη και επομένως η γωνιακή επιτάχυνσή του είναι μεγαλύτερη ($\alpha = \tau/I$). Έτσι, ο συμπαγής κύλινδρος περιστρέφεται γρηγορότερα και συνεπώς η ταχύτητα του σώματος είναι μεγαλύτερη.

Ερώτηση:

6. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το σώμα φτάνει στο δάπεδο με την ίδια ταχύτητα και στις δύο περιπτώσεις.

Ερώτηση:

7. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

8. Γιατί η ταχύτητα είναι η ίδια στις δύο περιπτώσεις;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας του κυλίνδρου μικρότερης ακτίνας είναι μικρότερη και επομένως η γωνιακή επιτάχυνσή του είναι μεγαλύτερη ($\alpha = \tau/I$). Έτσι, ο κύλινδρος μικρότερης ακτίνας περιστρέφεται γρηγορότερα και συνεπώς η ταχύτητα του σώματος είναι μεγαλύτερη.

Ερώτηση:

10. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το σώμα φτάνει στο δάπεδο με μεγαλύτερη ταχύτητα όταν το νήμα τυλίγεται γύρω από το κύλινδρο με τη μικρότερη μάζα.

**Ερώτηση:**

11. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

12. Γιατί η ταχύτητα είναι διαφορετική στις δύο περιπτώσεις;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί η ροπή αδρανείας του κυλίνδρου μικρότερης μάζας είναι μικρότερη και επομένως η γωνιακή επιτάχυνσή του είναι μεγαλύτερη ($\alpha = \tau/I$). Έτσι, ο κύλινδρος μικρότερης μάζας περιστρέφεται γρηγορότερα και συνεπώς η ταχύτητα του σώματος είναι μεγαλύτερη.

4.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ο κύλινδρος και το δακτυλίδι έχουν την ίδια ροπή αδρανείας ($I = MR^2$), την ίδια μάζα και ακτίνα και αφήνονται να κινηθούν από το ίδιο ύψος. Εξηγήστε κατά πόσο τα δύο σώματα φτάνουν στη βάση του επιπέδου με την ίδια ή διαφορετική κινητική ενέργεια. Στην περίπτωση που τα σώματα φτάνουν στη βάση με την ίδια κινητική ενέργεια, εξηγήστε πιο από τα δύο φτάνει με μεγαλύτερη περιστροφική κινητική ενέργεια.

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα δυο σώματα φτάνουν στη βάση του επιπέδου με την ίδια περιστροφική ενέργεια, γιατί έχουν ίδια ροπή αδρανείας και η τριβή που προκαλεί την περιστροφή είναι ίδια και στις δυο περιπτώσεις ($E_{\text{περ}} = \frac{1}{2} I \omega^2$). Επιπλέον, η κινητική ενέργεια με την οποία φτάνουν στη βάση του επιπέδου τα δυο σώματα είναι επίσης ίδια, γιατί η δύναμη στην διεύθυνση της δύναμης είναι η ίδια ($m g \eta \mu \theta$). Έτσι, τα δυο σώματα έχουν την ίδια επιτάχυνση (2ος νόμος Νεύτωνα) και κατ' επέκταση ίδια τελική ταχύτητα ($E_k = \frac{1}{2} m u^2$).

4.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Δύο σφαίρες της ίδιας μάζας και ακτίνας, η μια συμπαγής και η άλλη κούφια περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα ως προς τον άξονα συμμετρίας τους. Ασκούμε ταυτόχρονα την ίδια ροπή στα δύο σώματα που τα επιβραδύνει. Τι θα παρατηρήσετε;

Απάντηση:

Η συμπαγής σφαίρα σταματά πρώτη να περιστρέφεται.

4.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Τα σώματα στο σχήμα έχουν την ίδια μάζα και την ίδια ακτίνα. Κινούνται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα πριν αρχίσουν να ανέρχονται στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο. Τι θα παρατηρήσετε ως προς



το μέγιστο ύψος που φτάνουν;

Απάντηση:

Το δακτυλίδι φτάνει σε μεγαλύτερο μέγιστο ύψος.

4.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Τα σώματα στο σχήμα έχουν την ίδια μάζα και την ίδια ακτίνα. Κινούνται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα πριν αρχίσουν να ανέρχονται στο ίδιο κεκλιμένο επίπεδο. Τι θα παρατηρήσετε ως προς το χρόνο που χρειάζονται να σταματήσουν στιγμιαία από τη στιγμή που θα αρχίσουν να ανέρχονται το κεκλιμένο επίπεδο;

Η σφαίρα σταματά πιο γρήγορα.

4.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Στο σχήμα τα σώματα έχουν μάζες m_1 και m_2 . Η ροπή αδράνειας της τροχαλίας είναι $I = f MR^2$, όπου

$0 < f < 1$, M είναι η μάζα και R η ακτίνα της τροχαλίας. Το σύστημα κινείται χωρίς την επίδραση τριβών ή άλλων μη συντηρητικών δυνάμεων. Το σύστημα αφήνεται να κινηθεί από την ηρεμία. Να βρείτε, ως συνάρτηση των δεδομένων φυσικών μεγεθών και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g , τη σχέση που δίνει τη γραμμική ταχύτητα των σωμάτων, u , τη στιγμή που το σώμα m_2 κατέλθει κατά h , από την αρχική του θέση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Διατήρηση μηχανικής ενέργειας: $m_2 g h = \frac{1}{2} m_1 u^2 + \frac{1}{2} m_2 u^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$

$$\Rightarrow m_2 g h = \frac{1}{2} m_1 u^2 + \frac{1}{2} m_2 u^2 + \frac{1}{2} (f M R^2) (u^2/R^2)$$

$$\Rightarrow m_2 g h = \frac{1}{2} (m_1 + m_2 + f M) u^2$$

$$\Rightarrow u = [2 m_2 g h / (m_1 + m_2 + f M)]^{1/2}$$

4.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Μια ομογενής ράβδος μάζας $M = 3,0 \text{ kg}$ και μήκους $L = 2,5 \text{ m}$ μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβή γύρω από το ένα άκρο της. Αρχικά η ράβδος κρατείται ακίνητη σε οριζόντια θέση, πριν αφηθεί να περιστραφεί ελεύθερα γύρω από το άκρο της. Δίνεται ότι η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς το ένα άκρο της είναι: $I = \frac{1}{3} ML^2$, όπου M και L είναι η μάζα και το μήκος της ράβδου αντίστοιχα. Να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα της ράβδου όταν αυτή γίνει κατακόρυφη. Να υπολογίσετε τη γραμμική ταχύτητα του κέντρου μάζας της ράβδου, όταν αυτή γίνει κατακόρυφη.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Διατήρηση μηχανικής ενέργειας: $M g L = M g L/2 + \frac{1}{2} I \omega^2$

$$\Rightarrow M g L/2 = \frac{1}{2} I \omega^2 \Rightarrow \omega = [M g L / I]^{1/2} \Rightarrow \omega = [3 g / L]^{1/2} = 3,46 \text{ rad/s}$$

$$u_k = r_k \omega = \Rightarrow u_k = L/2 \omega \Rightarrow u_k = 4,33 \text{ m/s}$$

4.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Στο σχήμα η μάζα m κινείται από την ηρεμία και διανύει το ύψος h . Το σώμα m είναι συνδεδεμένο με αβαρές νήμα το οποίο είναι τυλιγμένο πολλές φορές γύρω από ένα στερεό το οποίο μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα, όπως δείχνει το σχήμα. Το στερεό έχει μάζα M και ακτίνα R . Η ροπή αδράνειας του στερεού είναι $I = KMR^2$, όπου $0 < K < 1$. Διαδοχικά χρησιμοποιούμε για στερεό: συμπαγή κύλινδρο, κούφιο κύλινδρο, συμπαγή σφαίρα, κούφια σφαίρα, στεφάνι και δακτυλίδι.

(α) Να βρείτε μια σχέση που δίνει την ταχύτητα του σώματος όταν διανύσει το ύψος h .

(β) Για πιο στερεό η ταχύτητα του σώματος είναι μέγιστη; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

α) Διατήρηση μηχανικής ενέργειας: $m g h = \frac{1}{2} m u^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$

$$\Rightarrow m g h = \frac{1}{2} m u^2 + \frac{1}{2} (K M R^2) (u^2/R^2)$$

$$\Rightarrow m g h = \frac{1}{2} (m + K M) u^2$$

$$\Rightarrow u = [2 m g h / (m + K M)]^{1/2}$$

β) Η ταχύτητα του σώματος είναι μέγιστη για το στερεό που έχει τη μικρότερη ροπή αδράνειας (άρα και το μικρότερο K), γιατί τότε ελαχιστοποιείται ο παρονομαστής στην εξίσωση που δίνει την ταχύτητα του σώματος.



5.31 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ02_Αρχή διατήρησης της στροφορμής_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 2
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ02_Αρχή διατήρησης της στροφορμής_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, στροφορμή, γωνιακή ταχύτητα, ακτίνα περιστροφής, στροφορμή συστήματος, οριζόντια πλατφόρμα, ροπή αδράνειας, μάζα, οριζόντιος δίσκος, γραμμική ταχύτητα, κατακόρυφη ράβδος, ταχύτητα, άξονας περιστροφής, αθλητής, διατήρηση στροφορμής, χορευτής πάγου, ρυθμός περιστροφής, εξωτερική δύναμη, αστροναύτης, περιστροφική κίνηση, συχνότητα περιστροφής, κινητική ενέργεια, περιστρεφόμενη ράβδος, περιστρεφόμενος δίσκος, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> Αρχή διατήρησης της στροφορμής και εφαρμογές

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Κατανοούν και να διατυπώνουν την αρχή διατήρησης της στροφορμής.
ΔΣ2	Εφαρμόζουν την αρχή διατήρησης της στροφορμής.



Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Αρχή διατήρησης της στροφορμής – Εφαρμογή 1

2. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου ελαττώνεται.

Ερώτηση:

3. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

4. Γιατί η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου ελαττώνεται;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί αυξάνεται η ροπή αδρανείας του δίσκου, ενώ η στροφορμή του συστήματος διατηρείται ($\omega = L / I$).

Ερώτηση:

5. Τι συμβαίνει στη γωνιακή ταχύτητα του δίσκου όταν η μάζα της πλαστελίνης που ενσωματώνεται στο δίσκο αυξάνεται ενώ η απόστασή της από τον άξονα περιστροφής παραμένει σταθερή;

Απάντηση:

Η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου ελαττώνεται.

Ερώτηση:

7. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η στροφορμή του δίσκου μειώνεται.

**Ερώτηση:**

8. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

9. Γιατί η στροφορμή του δίσκου μειώνεται;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί με την αύξηση της μάζας της πλαστελίνης αυξάνεται η ροπή αδρανείας του δίσκου, ενώ η στροφορμή του συστήματος διατηρείται ($\omega = L / I$).

Ερώτηση:

13. Γιατί η στροφορμή του δίσκου ελαττώνεται;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί με την αύξηση της απόστασης της πλαστελίνης από τον άξονα περιστροφής αυξάνεται η ροπή αδρανείας του δίσκου, ενώ η στροφορμή του συστήματος διατηρείται ($\omega = L / I$).

Ερώτηση:

14. Τρέξτε την προσομοίωση για διάφορες τιμές της μάζας της πλαστελίνης. Αυτή τη φορά να παρατηρήσετε την ένδειξη για τη στροφορμή ολόκληρου του συστήματος, όχι μόνο του δίσκου. Γιατί η στροφορμή του συστήματος δίσκου-πλαστελίνης δε μεταβάλλεται; Σκεφτείτε ποιο φυσικό μέγεθος, ροπή αδράνειας ή στροφορμή, μεταβάλλεται και ποιο παραμένει σταθερό με την αύξηση της μάζας. Έχετε κατά νου, επίσης, ότι για να μεταβληθεί η στροφορμή πρέπει να ασκούνται εξωτερικές ροπές στο σύστημα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η στροφορμή του συστήματος διατηρείται γιατί οι εξωτερικές ροπές είναι μηδέν ($\Sigma M = \Delta L / \Delta t \Rightarrow \text{Αν } \Sigma M = 0$, τότε $\Delta L / \Delta t = 0 \Rightarrow \Delta L = 0 \Rightarrow L = \text{σταθερά}$). Με την αύξηση της μάζας μεταβάλλεται η ροπή αδρανείας, αλλά ταυτόχρονα μειώνεται η γωνιακή ταχύτητα προκειμένου να διατηρηθεί σταθερή η στροφορμή του συστήματος.

Ερώτηση:

16. Τι παρατηρήσατε;

**Απάντηση:**

Η στροφορμή του συστήματος δίσκου-πλαστελίνης δε μεταβάλλεται.

Ερώτηση:

17. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

19. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η στροφορμή του συστήματος δίσκου-πλαστελίνης δε μεταβάλλεται.

Ερώτηση:

20. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

1.2. Αρχή διατήρησης της στροφορμής – Εφαρμογή 2**Ερώτηση:**

2. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η πλατφόρμα αρχίζει να περιστρέφεται με τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

Ερώτηση:

3. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

5. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η γωνιακή ταχύτητα της πλατφόρμας αυξάνεται.

Ερώτηση:

6. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι



συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

8. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η γωνιακή ταχύτητα της πλατφόρμας μειώνεται.

Ερώτηση:

9. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

11. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η γωνιακή ταχύτητα της πλατφόρμας αυξάνεται.

Ερώτηση:

12. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

14. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η στροφορμή του συστήματος αθλήτρια – πλατφόρμα δεν αλλάζει (διατηρείται).

Ερώτηση:

15. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

1.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μια αθλήτρια μάζας 50 kg βρίσκεται ακίνητη στην περιφέρεια μιας οριζόντιας πλατφόρμας ροπής αδράνειας 650 kg m^2 και ακτίνας 5 m. Το σύστημα είναι αρχικά σε ηρεμία. Η πλατφόρμα μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το κέντρο μάζας της (που είναι το ίδιο με το γεωμετρικό κέντρο), χωρίς τριβή. Η αθλήτρια σε μια στιγμή κινείται κατά μήκος της περιφέρειας της πλατφόρμας με ταχύτητα



μέτρου 1,5 m/s ως προς το έδαφος, όπως δείχνει το σχήμα.

Μετά τη στιγμή που άρχισε η αθλήτρια να τρέχει, η ολική στροφορμή του συστήματος είναι:

Απάντηση:

Μηδέν

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μια αθλήτρια μάζας 50 kg βρίσκεται ακίνητη στην περιφέρεια μιας οριζόντιας πλατφόρμας ροπής αδράνειας 600 kg m² και ακτίνας 5 m. Το σύστημα είναι αρχικά σε ηρεμία. Η πλατφόρμα μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το κέντρο μάζας της (που είναι το ίδιο με το γεωμετρικό κέντρο), χωρίς τριβή. Η αθλήτρια σε μια στιγμή κινείται κατά μήκος της περιφέρειας της πλατφόρμας με ταχύτητα μέτρου 1,5 m/s ως προς το έδαφος, όπως δείχνει το σχήμα. Η γωνιακή ταχύτητα της πλατφόρμας μετά τη στιγμή που άρχισε η αθλήτρια να τρέχει είναι:

Απάντηση:

0,625 rad s⁻¹.

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Μια μύγα μάζας 2,0 g αρχίζει να κινείται δεξιόστροφα πάνω σε ένα δίσκο μάζας 0,4 kg. Η ακτίνα του δίσκου είναι 0,6 m και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από το κέντρο του. Η μύγα και ο δίσκος είναι αρχικά σε ηρεμία. Η γραμμική ταχύτητα της μύγας είναι 0,003 m/s, σε σχέση με το έδαφος, και κινείται σε κυκλική τροχιά σε απόσταση 0,5 m από το κέντρο του δίσκου. (α) Υπολογίστε τη γωνιακή ταχύτητα του δίσκου, αν γνωρίζετε ότι η ροπή αδράνειας του δίνεται από τη μαθηματική σχέση: $= \frac{1}{2} m r^2$.

(β) Ξαφνικά, η μύγα σταματά να κινείται και πετά κατακόρυφα στον αέρα μακριά από το δίσκο.

Μετά το πέταγμα της μύγας, ποια θα είναι η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου;

Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

α) Στροφορμή μύγας: $L = m_{\text{μύγας}} \Gamma_{\text{μύγας}} u = 0,002 \cdot 0,5 \cdot 0,003 = 3 \times 10^{-6} \text{ kg m}^2$

Η στροφορμή διατηρείται => Η στροφορμή του δίσκου είναι ίση σε μέτρο με τη στροφορμή της μύγας, έχει ίδια διεύθυνση, αλλά αντίθετη φορά. Η μάζα του συστήματος ισούται με το άθροισμα της μάζας του δίσκου και της μύγας.

$L_{\text{δίσκου}} = I \omega \Rightarrow \omega = L / I \Rightarrow \omega = 2 (3 \times 10^{-6}) / [(m_{\text{μύγας}} + m_{\text{δίσκου}}) r^2]$

$$\omega = 2 (3 \times 10^{-6}) / (m_{\text{δίσκου}} r^2)$$

$$\omega = 4,146 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$



β) Αφού πετάξει η μύγα, η μάζα του συστήματος μειώνεται αλλά η στροφορμή του συστήματος παραμένει σταθερή.

$$\begin{aligned} L_{\text{δίσκου}} &= I \omega \Rightarrow \omega = L / I \Rightarrow \omega = 2 (3 \times 10^{-6}) / (m_{\text{δίσκου}} r^2) \\ &= 2 (3 \times 10^{-6}) / (0,4 \cdot 0,36) \\ &= 4,16 \times 10^{-5} \text{ rad/s} \end{aligned}$$

Συνεπώς, η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου αυξάνεται ελαφρώς.

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα σώμα μάζας m κινείται με ταχύτητα μέτρου u και κτυπά το ένα άκρο λεπτής ράβδου μάζας M και μήκους L . Η ράβδος αρχικά είναι ακίνητη και ισορροπεί κατακόρυφα με σταθερό το ένα άκρο, γύρω από το οποίο μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα χωρίς τριβή, όπως δείχνει το σχήμα. Η διεύθυνση της ταχύτητας της μάζας m είναι οριζόντια τη στιγμή που γίνεται η κρούση. Η διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα. Τότε:

Απάντηση:

Η στροφορμή πριν την κρούση έχει μέτρο muL .

1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Δύο σφαίρες μικρών διαστάσεων με μάζες $M = 1,5 \text{ kg}$ η καθεμιά βρίσκονται σταθερά στα δύο άκρα μιας ράβδου μήκους $3,0 \text{ m}$. Η ράβδος θεωρείται αμελητέου βάρους. Το σύστημα των δύο μαζών με τη ράβδο μπορεί να περιστρέφεται κατακόρυφα χωρίς τριβή γύρω από το κέντρο της ράβδου. Το σύστημα βρίσκεται αρχικά σε ισορροπία σε οριζόντια θέση. Μια μάζα $m = 60 \text{ g}$ αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος $h = 1,25 \text{ m}$, όπως δείχνει το σχήμα. Η μάζα m μετά την κρούση με τη μάζα M κολλά σε αυτή. Να υπολογίσετε:

Τη γωνιακή ταχύτητα του συστήματος αμέσως μετά την κρούση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Λόγω διατήρησης της ενέργειας, η ταχύτητα της μάζας αμέσως πριν την κρούση είναι:

$$m g h = \frac{1}{2} m u^2 \Rightarrow u = [2 g h]^{1/2} = [2 \cdot 10 \cdot 1,25]^{1/2} = 5 \text{ m/s}$$

Η αρχική στροφορμή του συστήματος είναι: $L_{\text{αρχικό}} = m u L/2 = 0,06 \cdot 5 \cdot 1,5 = 0,45 \text{ kg m}^2$

Λόγω διατήρησης της στροφορμής: $L_{\text{αρχικό}} = L_{\text{τελικό}} \Rightarrow 0,45 = I \omega$, όπου $I = 1/12 (2M + m) L^2$

$$\Rightarrow \omega = 0,45 / I$$



1.8. Αρχή διατήρησης της στροφορμής – Εφαρμογή 3

Ερώτηση:

2. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Οι δύο δίσκοι περιστρέφονται με μικρότερη γωνιακή ταχύτητα από αυτή που είχε αρχικά ο πρώτος δίσκος.

Ερώτηση:

3. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

5. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η γωνιακή ταχύτητα των δύο δίσκων μειώνεται.

Ερώτηση:

6. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

8. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η γωνιακή ταχύτητα των δύο δίσκων μειώνεται.

Ερώτηση:

9. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

11. Τι παρατηρήσατε;

**Απάντηση:**

Η στροφορμή των δύο δίσκων δεν αλλάζει.

Ερώτηση:

12. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Ερώτηση:

14. Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Η στροφορμή των δύο δίσκων δεν αλλάζει.

Ερώτηση:

15. Σε περίπτωση που η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

1.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένας αθλητής κρατώντας σε κάθε χέρι ένα βάρος περιστρέφεται, με τη βοήθεια περιστρεφόμενου καθίσματος, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα γύρω από τον άξονα συμμετρίας του. Αρχικά τα χέρια του είναι τεντωμένα. Σε κάποια στιγμή μαζεύει τα χέρια του στο στήθος. Τι θα παρατηρήσετε;

Απάντηση:

Η γωνιακή ταχύτητα αυξάνεται.

1.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ο χορευτής στον πάγο προβληματίζεται πώς μπορεί να επιτύχει όσο το δυνατό μεγαλύτερο ρυθμό περιστροφής. Για να το επιτύχει θα πρέπει:

Απάντηση:

Να κλείσει τα χέρια ώστε να τα φέρει κοντά στο στήθος.

1.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Με ποιο από τους μαθητές συμφωνείτε;

Απάντηση:

Με την Ελένη



1.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στη διάρκεια μιας επίδειξης πατινάζ σε πάγο το κορίτσι στην εικόνα ενώ περιστρέφεται με τα χέρια ανοικτά (γύρω από τον κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο μάζας της) φέρνει τα χέρια στο στήθος. Τότε το κορίτσι περιστρέφεται με μεγαλύτερη γωνιακή ταχύτητα, δηλαδή αυξάνεται ο ρυθμός περιστροφής. Αυτό συμβαίνει επειδή:

Απάντηση:

Ελαττώνεται η ροπή αδράνειας.

1.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ένας μαθητής κάθεται σε κάθισμα το οποίο μπορεί να περιστρέφεται οριζόντια. Ο μαθητής είναι αρχικά ακίνητος με τα χέρια του τεντωμένα και ανοικτές τις παλάμες. Μια μικρή μπάλα κινείται ευθύγραμμα με κατεύθυνση προς τη μια παλάμη του μαθητή. Τι θα συμβεί αν ο μαθητής πιάσει την μπάλα; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο μαθητής θα αρχίσει να περιστρέφεται. Υπάρχουν δυο ερμηνείες για να εξηγήσουμε το φαινόμενο. Αν θεωρήσουμε την μπάλα ως μέρος του συστήματος, τότε η στροφορμή πριν ο μαθητής πιάσει την μπάλα είναι $L_{\text{αρχικό}} = m u r$ (όπου r είναι το μήκος του χεριού του μαθητή). Λόγω διατήρησης της στροφορμής του συστήματος, ο μαθητής θα έχει στροφορμή ίση με την $L_{\text{αρχικό}}$, αφού πιάσει την μπάλα. Έτσι θα αποκτήσει κάποια γωνιακή ταχύτητα και θα αρχίσει να περιστρέφεται. Αν θεωρήσουμε την μπάλα εκτός του συστήματος, τότε όταν ο μαθητής πιάσει την μπάλα ασκείται στο σύστημα εξωτερική ροπή, εξ' αιτίας της οποίας μεταβάλλεται η στροφορμή του συστήματος ($\Sigma M = \Delta L / \Delta t$) και ο μαθητής αρχίζει να περιστρέφεται.

1.14. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Η απάντησή σας έχει υποβληθεί. Δύο αστροναύτες ίσης μάζας, m , ο καθένας, βρίσκονται στο διάστημα, μακριά από την επίδραση άλλων βαρυτικών δυνάμεων, δεμένοι μεταξύ τους με ένα αβαρές σχοινί μήκους l . Οι αστροναύτες περιστρέφονται κυκλικά γύρω από το μέσο του σχοινοῦ με συχνότητα f_0 . Ένας από τους αστροναύτες αποφασίζει να πλησιάσει τον άλλο μετακινούμενος κατά μήκος του σχοινοῦ. Να θεωρήσετε τους αστροναύτες ως υλικά σημεία.

(α) Θα παρατηρηθεί οποιαδήποτε αλλαγή ως προς την κίνηση των δύο αστροναυτών στην προσπάθειά τους να πλησιάσουν ο ένας τον άλλο;

(β) Να εξάγετε σχέση για τη συχνότητα περιστροφής των αστροναυτών όταν θα βρίσκονται σε απόσταση $\frac{l}{2}$ ο ένας από τον άλλο, σε σχέση με την αρχική συχνότητα f_0 .

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Αρχική στροφορμή: $L = 2 \text{ m} \cdot u / 2 = m \cdot u_{\text{αρχικό}} \cdot l$

Τελική στροφορμή: $L = 2 \text{ m} \cdot u / 4 = m \cdot u_{\text{τελικό}} \cdot l / 2$

Διατήρηση στροφορμής: $m \cdot u_{\text{αρχικό}} \cdot l = m \cdot u_{\text{τελικό}} \cdot l / 2 \Rightarrow u_{\text{αρχικό}} = u_{\text{τελικό}} / 2$

$$\Rightarrow l / 2 \cdot \omega_{\text{αρχικό}} = [(l / 4) \cdot \omega_{\text{τελικό}}] / 2$$

$$\Rightarrow \omega_{\text{αρχικό}} = \omega_{\text{τελικό}} / 4$$

$$\Rightarrow f_0 = f / 4$$

$$\Rightarrow f = 4 f_0$$

$$f = 4 f_0$$

Επομένως, καθώς οι αστροναύτες πλησιάζουν ο ένας τον άλλο, αυξάνεται η συχνότητα περιστροφής τους. Πιο συγκεκριμένα, όταν θα βρίσκονται σε απόσταση $l/2$ ο ένας από τον άλλο, η σχέση που συνδέει τη συχνότητα περιστροφής με την αρχική συχνότητα είναι: $f = 4 f_0$

1.15. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ο άνθρωπος του σχήματος βρίσκεται πάνω σε κάθισμα που μπορεί να περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο χωρίς τριβές και κρατάει στα χέρια του δύο βαράκια, που θεωρούνται σημειακά, μάζας 5 kg το καθένα. Ο άνθρωπος μαζί με το κάθισμα έχουν ως προς τον άξονα περιστροφής ροπή αδράνειας $15 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Στην εικόνα (i) του σχήματος ο άνθρωπος κρατά τα βαράκια σε απόσταση 5 cm από τον άξονα περιστροφής και το σύστημα περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega_1 = 20 \text{ rad/s}$.

Στην εικόνα (ii) ο άνθρωπος φέρνει τα βαράκια σε απόσταση 100 cm από τον άξονα περιστροφής.

(α) Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του συστήματος στην εικόνα (ii).

(β) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος από τη μια φάση (εικόνα (i)), στην άλλη φάση (εικόνα (ii)).

(γ) Να εξηγήσετε που οφείλεται η μεταβολή της κινητικής ενέργειας που υπολογίσατε στην ερώτηση (β).

(δ) Καθώς ο άνθρωπος περιστρέφεται στην εικόνα (ii), ελευθερώνει τα βαράκια να πέσουν ελεύθερα στο έδαφος. Να εξηγήσετε κατά πόσο θα μεταβληθεί η στροφορμή του συστήματος. Στην εικόνα (ii) ο άνθρωπος φέρνει τα βαράκια σε απόσταση 100 cm από τον άξονα περιστροφής.

(α) Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του συστήματος στην εικόνα (ii).

(β) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος από τη μια φάση (εικόνα



(i)), στην άλλη φάση (εικόνα (ii)).

(γ) Να εξηγήσετε που οφείλεται η μεταβολή της κινητικής ενέργειας που υπολογίσατε στην ερώτηση (β).

(δ) Καθώς ο άνθρωπος περιστρέφεται στην εικόνα (ii), ελευθερώνει τα βάρια να πέσουν ελεύθερα στο έδαφος. Να εξηγήσετε κατά πόσο θα μεταβληθεί η στροφορμή του συστήματος.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$\alpha) \Delta I = 2 \text{ m} (\Delta r)^2 = 2 \cdot 5 (0,95)^2 = 9,025 \text{ kg m}^2$$

$$\Rightarrow I_{\text{τελικό}} - I_{\text{αρχικό}} = 9,025 \Rightarrow I_{\text{τελικό}} = I_{\text{αρχικό}} + 9,025$$

$$\Rightarrow I_{\text{τελικό}} = 24,025 \text{ kg m}^2$$

Διατήρηση στροφορμής: $L_{\text{αρχικό}} = L_{\text{τελικό}}$

$$\Rightarrow I_{\text{τελικό}} \omega_{\text{τελικό}} = I_{\text{αρχικό}} \omega_{\text{αρχικό}} \Rightarrow \omega_{\text{τελικό}} = I_{\text{αρχικό}} \omega_{\text{αρχικό}} / I_{\text{τελικό}} = 300 / 24,025 = 12,49 \text{ rad/s}$$

$$\beta) \Delta E_K = E_{\text{τελικό}} - E_{\text{αρχικό}} = \frac{1}{2} (I_{\text{τελικό}} \omega_{\text{τελικό}}^2 - I_{\text{αρχικό}} \omega_{\text{αρχικό}}^2)$$

γ) Όταν ο άνθρωπος ανοίγει τα χέρια του κρατώντας τα βάρια αυξάνεται η ροπή αδρανείας. Επειδή όμως η στροφορμή του συστήματος παραμένει σταθερή, μειώνεται η γωνιακή ταχύτητα. Αυτοί οι δυο παράγοντες επηρεάζουν την κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής.

δ) Η στροφορμή του συστήματος διατηρείται γιατί δεν υπάρχουν εξωτερικές ροπές.

1.16. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Η βαρής ράβδος AB, μήκους $2R = 2 \text{ m}$, μπορεί και περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το μέσο της O. Στα άκρα A και B της ράβδου υπάρχουν δυο πύθκοι, μάζας 20 kg ο κάθε ένας, και η ράβδος περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα μέτρου 10 rad/s . Κάποια στιγμή οι πύθκοι αρχίζουν να κινούνται ταυτόχρονα προς το μέσο της ράβδου και διανύουν διάστημα $\frac{R}{2}$ ο καθένας.

(α) Να υπολογίσετε τη νέα γωνιακή ταχύτητα της ράβδου.

(β) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος.

(γ) Να εξηγήσετε που οφείλεται η μεταβολή της κινητικής ενέργειας.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$\alpha) L_{\text{πριν}} = L_{\text{μετά}} \Rightarrow 2 \text{ m} \omega_0 R^2 = 2 \text{ m} \omega (R/2)^2 \Rightarrow \omega = 4 \omega_0 \Rightarrow \omega = 40 \text{ rad/s}$$

$$\beta) L_{\text{πριν}} = 2 \text{ m} \omega_0 R^2 = 400 \text{ kg m}^2/\text{s} \Rightarrow I_{\text{πριν}} \omega_0 = 400 \Rightarrow I_{\text{πριν}} = 400 / \omega_0 = 40 \text{ kg m}^2$$

$$L_{\text{μετά}} = 2 \text{ m} \omega (R/2)^2 = 400 \text{ kg m}^2/\text{s} \Rightarrow I_{\text{μετά}} \omega = 400 \Rightarrow I_{\text{μετά}} = 400 / \omega = 10 \text{ kg m}^2$$

$$\Delta E_K = E_{K, \text{μετά}} - E_{K, \text{πριν}} = \frac{1}{2} (I_{\text{μετά}} \omega^2 - I_{\text{πριν}} \omega_0^2) = \frac{1}{2} (16000 - 4000) = 6000 \text{ J}$$



γ) Καθώς οι δυο πύθκοι πλησιάζουν ο ένας προς τον άλλο, η στροφορμή του συστήματος παραμένει σταθερή. Αυτό σημαίνει ότι μειώνεται η ροπή αδρανείας του συστήματος, αλλά ταυτόχρονα αυξάνεται η γωνιακή ταχύτητα. Αυτοί οι δυο παράγοντες εμπλέκονται στον υπολογισμό της κινητικής ενέργειας λόγω περιστροφής και επομένως αλλάζει η τιμή της κινητικής ενέργειας.

1.17. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ένας δίσκος μάζας 3,0 kg και ακτίνας 25 cm περιστρέφεται με συχνότητα 250 στροφές ανά λεπτό. Ένα στεφάνι ακίνητο, ακτίνας 25 cm και μάζας 1,5 kg, αφήνεται να πέσει κατακόρυφα από μικρό ύψος πάνω στον περιστρεφόμενο δίσκο. Η τριβή μεταξύ των δύο σωμάτων προκαλεί την περιστροφή του στεφανιού μέχρις ότου το σύστημα των δύο σωμάτων να περιστρέφεται με κοινή γωνιακή ταχύτητα.

(α) Να υπολογίσετε την κοινή γωνιακή ταχύτητα του συστήματος.

(β) Να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα που θα έπρεπε να είχε το στεφάνι ώστε μετά την επαφή του με το δίσκο τα δύο σώματα να σταματήσουν να περιστρέφονται. Εξηγήστε.

Δίνεται: $I_{\text{δίσκος}} = \frac{1}{2}MR^2, I_{\text{στεφάνι}} = MR^2$

Ενδεικτική Απάντηση:

$$\alpha) L_1 = I_{\text{δίσκου}} \omega_1 = \frac{1}{2} 3 (0,25)^2 (2\pi 250/60)$$

$$L_2 = (I_{\text{δίσκου}} + I_{\text{στεφάνι}}) \omega_2 = [\frac{1}{2} 3 (0,25)^2 + 1,5 (0,25)^2] \omega_2 = 3 (0,25)^2 \omega_2$$

$$L_1 = L_2 \Rightarrow \frac{1}{2} 3 (0,25)^2 (2\pi 250/60) = 3 (0,25)^2 \omega_2 \Rightarrow \omega_2 = 25\pi/6$$

β) Για να σταματήσουν τα δυο σώματα να περιστρέφονται μετά την επαφή τους, θα έπρεπε το στεφάνι να έχει στροφορμή ίδιου μέτρου αλλά αντίθετης φοράς με τη στροφορμή του δίσκου.

Συμπεπώς:

$$L_3 = I_{\text{στεφάνι}} \omega_3 \Rightarrow I_{\text{στεφάνι}} \omega_3 = L_1 \Rightarrow \omega_3 = L_1 / I_{\text{στεφάνι}}$$

$$\Rightarrow \omega_3 = \frac{1}{2} 3 (0,25)^2 (2\pi 250/60) / [1,5 (0,25)^2]$$

$$\Rightarrow \omega_3 = 25\pi/3 \text{ (με αντίθετη φορά από τη φορά περιστροφής του δίσκου)}$$



5.32 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ03_Γενικευμένος 2ος νόμος του Νεύτωνα_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 3
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ03_Γενικευμένος 2ος νόμος του Νεύτωνα_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, έργο, κινητική ενέργεια, θεώρημα, ορμή, ώθηση, θεώρημα ορμής – ώθησης, μεταβολή ορμής, τελική ορμή, συνισταμένη δύναμη, χρόνος, ρυθμός μεταβολή ορμής, 2ος νόμος Νεύτωνα, μεταβλητή μάζα, μέσα δύναμη, μεταβλητή δύναμη, μέση δύναμη, χρονικό διάστημα, στιγμιαία δύναμη, γραμμική συνάρτηση, δύναμη, αρχική ορμή, μεταβολή χρόνου, μεταβολή δύναμης, βάρος, σταθερή ταχύτητα, σύστημα μεταβλητής μάζας, μηχανική ενέργεια, κινητική ενέργεια, δυναμική ενέργεια, αερόσακος, διανυσματικό μέτρο, μέτρο, διεύθυνση, φορά, ομαλή ευθύγραμμη κίνηση, αρχική ταχύτητα, τελική ταχύτητα, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • 2ος νόμος του Νεύτωνα για κίνηση με τη βοήθεια της ορμής • Εφαρμογές του νόμου σε κίνηση σώματος με σταθερή μάζα

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να κατανοούν και να διατυπώνουν το 2ο νόμο του Νεύτωνα για την



	κίνηση με τη βοήθεια της ορμής
ΔΣ2	Να εφαρμόζουν τον παραπάνω νόμο στην περίπτωση σώματος σταθερής μάζας
ΔΣ3	Να αναγνωρίζουν ότι ο νόμος αυτός εφαρμόζεται σε συστήματα σωμάτων σταθερής ή μεταβλητής μάζας

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Θεώρημα Κινητικής Ενέργειας – Έργου

Ελέγξτε ποιοι από τους παράγοντες μάζα, δύναμη, απόσταση κατά την οποία εφαρμόζεται η δύναμη και χρόνος, επηρεάζουν **με σχέση απλής αναλογίας** την κινητική ενέργεια του αμαξιού. (Υπόδειξη: Για να κάνετε τον έλεγχό σας, επιλέξτε διπλασιασμό ενός εκ των παραγόντων και κρατήστε σταθερούς όλους τους υπόλοιπους παράγοντες.)

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι δύο παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας με σχέση απλής αναλογίας είναι η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο αμαξάκι και η απόσταση κατά την οποία εφαρμόζεται η δύναμη.

Σύμφωνα με το Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας:

Το έργο της συνισταμένης δύναμης για να μετακινηθεί ένα σώμα κατά απόσταση x είναι ίσο με τη διαφορά της αρχικής από την τελική κινητική ενέργεια που έχει το σώμα, δηλαδή:

$$E_{\text{Κτελ}} - E_{\text{Καρχ}} = W_{\Sigma F}$$

1.2. Θεώρημα Ορμής – Ωθησης

Ελέγξτε ποιοι από τους παράγοντες μάζα, δύναμη, απόσταση κατά την οποία εφαρμόζεται η δύναμη και χρόνος, επηρεάζουν **με σχέση απλής αναλογίας** τη μεταβολή της ορμής του αμαξιού. (Υπόδειξη: Για να κάνετε τον έλεγχό σας, επιλέξτε διπλασιασμό ενός εκ των παραγόντων και κρατήστε σταθερούς όλους τους υπόλοιπους παράγοντες.)

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Οι δύο παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταβολή της ορμής με σχέση απλής αναλογίας είναι η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο αμαξάκι και ο χρόνος εφαρμογής της συνισταμένης δύναμης. Ωθηση ονομάζουμε το γινόμενο της συνισταμένης δύναμης επί το χρόνο δράσης της δίνονται οι σχέσεις που αφορούν τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας και τη μεταβολή της ορμής:

$$E_{\text{Κτελ}} - E_{\text{Καρχ}} = W_{\Sigma F} \text{ και } P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}} = \Sigma F \Delta t$$

Η δεύτερη σχέση μπορεί να γραφτεί και ως εξής: $\vec{P}_{\text{τελ}} - \vec{P}_{\text{αρχ}} = \Sigma \vec{F} \cdot \Delta t$ λόγω του διανυσματικού χαρακτήρα που έχουν η ορμή και οι δυνάμεις.

1.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα αυτοκίνητο με αρχική ορμή $P_{\text{αρχ}} = 2 \text{ kg m/s}$ κινείται προς τα δεξιά και πάνω του ασκείται μία ομόρροπη δύναμη $F = 5 \text{ N}$ για χρονικό διάστημα 30 s . Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής και την τελική ορμή του σώματος.

Απάντηση:

$$\Delta p = 150 \text{ kg m/s}, P_{\text{τελ}} = 152 \text{ kg m/s}$$

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα αυτοκίνητο με αρχική ορμή $P_{\text{αρχ}} = 10 \text{ kg m/s}$ κινείται προς τα δεξιά και πάνω του ασκείται αντίρροπη δύναμη $F = 6 \text{ N}$ για χρονικό διάστημα 10 s . Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής και την τελική ορμή του σώματος.

Απάντηση:

$$\Delta p = -60 \text{ kg m/s}, P_{\text{τελ}} = -50 \text{ kg m/s}$$

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Σε ένα αυτοκίνητο με αρχική ορμή $P_{\text{αρχ}} = 25 \text{ kg m/s}$, ασκούνται μια ομόρροπη ($F = 50 \text{ N}$) και μια αντίρροπη ($F = 20 \text{ N}$) δύναμη, για χρονικό διάστημα 20 s . Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής και την τελική ορμή του σώματος.

Απάντηση:

$$\Delta p = 600 \text{ kg m/s}, P_{\text{τελ}} = 625 \text{ kg m/s}$$

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Σε ένα αυτοκίνητο με αρχική ορμή $P_{\text{αρχ}} = 7 \text{ kg m/s}$, ασκούνται μια ομόρροπη ($F = 15 \text{ N}$) και μια



αντίρροπη ($F = 40 \text{ N}$) δύναμη, για χρονικό διάστημα 150 s . Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής και την τελική ορμή του σώματος.

Απάντηση:

$$\Delta p = -3750 \text{ kg m/s}, p_{\text{τελ}} = -3743 \text{ kg m/s}$$

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. 2ος νόμος του Νεύτωνα – 1

Ερώτηση:

Να αποδείξετε ότι η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκείται πάνω σε ένα σώμα, δίνεται από τη σχέση: $\Sigma \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$

Ενδεικτική Απάντηση:

$$\Delta P = P_{\text{τελικό}} - P_{\text{αρχικό}} = m (\text{υτελικό} - \text{υαρχικό}) = m \alpha \Delta t \Rightarrow \Delta P = \Sigma F \Delta t \Rightarrow \Sigma F = \Delta P / \Delta t$$

2.2. 2ος νόμος του Νεύτωνα – 2

Ερώτηση:

Να διατυπώσετε το 2ο Νόμο του Νεύτωνα με σύγχρονη ορολογία.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής ενός σώματος ή συστήματος σωμάτων ($\Delta P / \Delta t$) ισούται με τη συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα ή στο σύστημα.

2.3. 2ος νόμος του Νεύτωνα – 3

Με βάση το 2ο Νόμο του Νεύτωνα, $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$, να αποδείξετε ότι η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκείται σε ένα σώμα σταθερής μάζας, δίνεται από τη σχέση: $\Sigma \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$\Sigma F = m \alpha \Rightarrow \Sigma F = m (\Delta u / \Delta t).$$

$$\text{Αν η μάζα είναι σταθερή, τότε: } \Delta(m u) / \Delta t = m (\Delta u / \Delta t) + u (\Delta m / \Delta t)$$

$$= m (\Delta u / \Delta t) + 0$$

$$\Rightarrow \Delta(m u) / \Delta t = m (\Delta u / \Delta t)$$



Συνεπώς: $\Sigma F = \Delta(m u) / \Delta t \Rightarrow \Sigma F = \Delta p / \Delta t$

2.4. 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα – 4

Ερώτηση:

Να εξηγήσετε αν ο 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα ισχύει και για περιπτώσεις όπου η μάζα του σώματος δεν είναι σταθερή.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο γενικευμένος 2ος νόμος του Νεύτωνα ισχύει και σε περιπτώσει όπου η μάζα δεν είναι σταθερή, αλλά πρέπει να χρησιμοποιηθεί με τον ορθό τρόπο. Δηλαδή:

$$\Sigma F = \Delta p / \Delta t \Rightarrow \Sigma F = \Delta(m u) / \Delta t \Rightarrow \Sigma F = m (\Delta u / \Delta t) + u (\Delta m / \Delta t)$$

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Κασόνι κινείται οριζόντια σε λεία επιφάνεια με την επίδραση δύναμης $F = 10 \text{ N}$ (ομόροπης με την ορμή). Να υπολογίσετε τη συνισταμένη των δυνάμεων ή τη δύναμη που ασκείται στο σώμα, θεωρώντας ως θετική φορά τη φορά του διανύσματος της αρχικής ορμής του σώματος.

Απάντηση:

$$\Sigma F = 10 \text{ N}$$

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Κασόνι κινείται οριζόντια σε λεία επιφάνεια με την επίδραση δύναμης $F = 10 \text{ N}$ (αντίροπης με την ορμή). Να υπολογίσετε τη συνισταμένη των δυνάμεων ή τη δύναμη που ασκείται στο σώμα, θεωρώντας ως θετική φορά τη φορά του διανύσματος της αρχικής ορμής του σώματος.

Απάντηση:

$$\Sigma F = -10 \text{ N}$$

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μπάλα μάζας $m = 1 \text{ kg}$, που κινείται οριζόντια σε λεία επιφάνεια με ταχύτητα $u = 10 \text{ m/s}$, προσκρούει σε κατακόρυφο τοίχο, και μετά από χρόνο $t = 0,2 \text{ s}$, αντιστρέφεται η ταχύτητα της μπάλας. Να υπολογίσετε τη μέση συνισταμένη των δυνάμεων ή τη δύναμη που ασκείται στο σώμα, θεωρώντας ως θετική φορά τη φορά του διανύσματος της αρχικής ορμής του σώματος.

Απάντηση:

$$\Sigma F = -100 \text{ N}$$

**2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Μπάλα μάζας $m = 1 \text{ kg}$, που κινείται κατακόρυφα (δεν υπάρχουν τριβές) προς τα πάνω με ταχύτητα $u = 12 \text{ m/s}$, προσκρούει σε μία οροφή, και μετά από χρόνο $t = 0,1 \text{ s}$, αντιστρέφεται η ταχύτητα της μπάλας. Να υπολογίσετε τη συνισταμένη των δυνάμεων ή τη δύναμη που ασκείται στο σώμα, θεωρώντας ως θετική φορά τη φορά του διανύσματος της αρχικής ορμής του σώματος.

Απάντηση:

$$\Sigma F = -240 \text{ N}$$

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μπάλα μάζας $m = 1 \text{ kg}$ κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω (χωρίς τριβές) και αμέσως μόλις πριν προσκρούσει στο πάτωμα έχει ταχύτητα $u = 10 \text{ m/s}$. Όταν η μπάλα προσκρούσει στο πάτωμα, η ταχύτητά της αντιστρέφεται (χωρίς να αλλάξει το μέτρο της) μέσα σε χρόνο $t = 0,2 \text{ s}$. Να υπολογίσετε τη συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται πάνω στην μπάλα τη στιγμή της πρόσκρουσης με το πάτωμα, θεωρώντας ως θετική φορά την φορά του διανύσματος της αρχικής ορμής της μπάλας.

Απάντηση:

$$\Sigma F = -100 \text{ N}$$

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.1. Μέση Δύναμη – 1****Ερώτηση:**

Σε ποια/ποιες περιπτώσεις η μαθηματική σχέση $\vec{P}_{\text{τελ}} - \vec{P}_{\text{αρχ}} = \Sigma \vec{F} \cdot \Delta t$ ή $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$ δίνει τη διαχρονική τιμή της δύναμης;

Ενδεικτική Απάντηση:

Α' περίπτωση: Η τιμή της δύναμης είναι σταθερή

3.2. Μέση Δύναμη – 2**Ερώτηση:**

Συζητήστε στην ομάδα σας και αποφασίστε τι μπορεί να αντιπροσωπεύει η τιμή της δύναμης που



προκύπτει από τη σχέση $F = \Delta P / \Delta t$ στις περιπτώσεις Β' και Γ'. (*Υπενθύμιση:* Η συγκεκριμένη σχέση εφαρμόζεται και στις περιπτώσεις που η δύναμη είναι μεταβλητή, αλλά με κάποιο ιδιαίτερο νόημα για το αποτέλεσμα.)

Ενδεικτική Απάντηση:

τις περιπτώσεις Β' και Γ' η σχέση $\Sigma F = \Delta P / \Delta t$ δίνει τη σταθερή δύναμη που μπορεί να προκαλέσει μεταβολή της ορμής κατά ΔP σε χρόνο Δt και άρα τη μέση τιμή της συνισταμένης των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα στη χρονική διάρκεια Δt .

3.3. Στιγμιαία Δύναμη – 1

Ερώτηση:

Να υπολογίσετε τη μέση δύναμη για το χρονικό διάστημα 0,1 s μέχρι 0,5 s.

Ενδεικτική Απάντηση:

Για $t = 0,1$ s: $P = 55$ kg m/s

Για $t = 0,5$ s: $P = 0$

$$\Sigma F = \Delta P / \Delta t = (0 - 55) / (0,5 - 0,1) = - 55 / 0,4 \Rightarrow \Sigma F = - 137,5 \text{ N}$$

3.4. Στιγμιαία Δύναμη – 2

Ερώτηση:

Να υπολογίσετε τη μέση δύναμη για το χρονικό διάστημα 0,2 s μέχρι 0,5 s.

Ενδεικτική Απάντηση:

Για $t = 0,2$ s: $P = 92$ kg m/s

Για $t = 0,5$ s: $P = 0$

$$\Sigma F = \Delta P / \Delta t = (0 - 92) / (0,5 - 0,2) = - 92 / 0,3 \Rightarrow \Sigma F = - 306,67 \text{ N}$$

3.5. Στιγμιαία Δύναμη – 3

Ερώτηση:

Να υπολογίσετε τη μέση δύναμη για το χρονικό διάστημα 0,2 s μέχρι 0,4 s.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Για $t = 0,2$ s: $P = 92$ kg m/s

Για $t = 0,4$ s: $P = 40$ kg m/s

$$\Sigma F = \Delta P / \Delta t = (40 - 92) / (0,4 - 0,2) = - 52 / 0,2 \Rightarrow \Sigma F = - 260$$
 N

3.6. Στιγμιαία Δύναμη – 4**Ερώτηση:**

Να υπολογίσετε τη δύναμη που ασκείται στο σώμα μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ($t = 0,3$ s), μέσω της έννοιας της μέσης δύναμης.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$F = P/t = 96 / 0,3 \Rightarrow F = 320$$
 N

3.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ένας πολυβολητής σε μια άσκηση με πολυβόλο ρίχνει 10 σφαίρες το δευτερόλεπτο σε μία ριπή. Αν γνωρίζετε ότι η ορμή της κάθε σφαίρας είναι $P = 15$ kg m/s, να υπολογίσετε τη μέση δύναμη που ασκείται στο πολυβόλο από τον ώμο του πολυβολητή, ώστε να μείνει σταθερό το όπλο κατά μία ριπή του όπλου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η απάντηση είναι: $\Sigma F = \Delta P / \Delta t = 150 / 1 = 150$ N, όπου η συνολική ορμή των 10 σφαιρών είναι 150 kg m/s και ο χρόνος είναι 1 s, όσος είναι και ο χρόνος της μίας ριπής. Σε περίπτωση που απαντήσατε λάθος, θυμηθείτε τη σχέση που χρειάζεται για να υπολογίσετε τη δύναμη: $\Sigma F = \Delta P / \Delta t$. Το χρονικό διάστημα στο οποίο ασκείται η δύναμη στο πολυβόλο από τον ώμο του πολυβολητή είναι όσος και ο χρόνος για να «φύγουν» οι σφαίρες από το πολυβόλο.

3.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Σας δίνεται μια γραφική παράσταση της ορμής ενός σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο. Υπολογίστε τη δύναμη που ασκείται στο σώμα τη χρονική στιγμή $t = 7$ s.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η απάντηση είναι 5 N. Σε περίπτωση που απαντήσατε λάθος, θυμηθείτε ότι για να υπολογίσετε τη στιγμιαία δύναμη για τη χρονική στιγμή $t = 7$ s, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε τη σχέση $\Sigma F = dP/dt$, επομένως θα πρέπει να υπολογίσετε την παράγωγο της ορμής ως προς το χρόνο. Για να το κάνετε αυτό θα πρέπει να βρείτε από τη γραφική παράσταση την κλίση της ευθείας, αφού η ορμή



είναι γραμμική συνάρτηση του χρόνου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4

4.2. Υπολογισμός της Δύναμης – 2

Ερώτηση:

Στο πιο πάνω σχήμα βλέπετε τη γραφική παράσταση της ορμής συναρτήσει του χρόνου: $P = f(t)$. Υπολογίστε τις τιμές της δύναμης για κάθε χρονική στιγμή που εμφανίζεται στον άξονα του χρόνου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Χρησιμοποιώντας τη σχέση $\Sigma F = dP/dt$ βρίσκουμε ότι $dP = \Sigma F dt$. Επομένως, καταλαβαίνουμε ότι για να υπολογίσουμε τη δύναμη αρκεί να βρούμε την κλίση της γραφικής παράστασης σε κάθε τμήμα της. Οι ορθές απαντήσεις είναι:

Χρονικό διάστημα 0 s – 1 s: $F = 0$

Χρονικό διάστημα 1 s – 3 s: $F = 17,5 \text{ N}$

Χρονικό διάστημα 3 s – 4 s: $F = -20 \text{ N}$

Χρονικό διάστημα 4 s – 7 s: $F = 0$

4.3. Υπολογισμός της Δύναμης – 3

Ερώτηση:

Στο πιο πάνω σχήμα βλέπετε τη γραφική παράσταση της ορμής συναρτήσει του χρόνου: $P=f(t)$. Ποια από τις διπλανές γραφικές παραστάσεις αναπαριστά ορθά τη δύναμη συναρτήσει του χρόνου: $F = f(t)$;

Απάντηση:

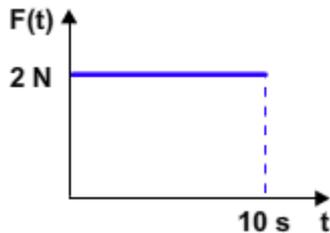
1

4.4. Υπολογισμός της μεταβολής της ορμής – 1

Σε ένα σώμα που αρχικά κινείται με κάποια ορμή ασκείται ομόρροπη δύναμη $F = 2 \text{ N}$ για χρονικό διάστημα $t = 10 \text{ s}$.



- α) Με βάση το 2^ο νόμο του Νεύτωνα υπολογίστε τη μεταβολή της ορμής του σώματος.
β) Υπολογίστε το εμβαδόν που περικλείεται από τη γραμμή που αναπαριστά τη δύναμη στη γραφική παράσταση δύναμης – χρόνου και τον άξονα των χρόνων.



- γ) Συγκρίνετε τα αποτελέσματα των (α) και (β).

Ενδεικτική Απάντηση:

α) $\Sigma F = \Delta P / \Delta t \Rightarrow \Delta P = \Sigma F \Delta t = 2 \cdot 10 = 20 \text{ N s}$

β) Εμβαδόν = μήκος x πλάτος = $2 \cdot 10 = 20 \text{ N s}$

- γ) Τα αποτελέσματα στα ερωτήματα (α) και (β) ισούνται μεταξύ τους.

4.5. Υπολογισμός της μεταβολής της ορμής – 2

Ερώτηση:

Γράψτε ένα κανόνα για το πώς υπολογίζεται η μεταβολή της ορμής ενός σώματος από τη γραφική παράσταση συνισταμένης δύναμης – χρόνου, όταν η συνισταμένη δύναμη είναι παράλληλη της ορμής.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η μεταβολή της ορμής ισούται με το εμβαδόν της περιοχής που περικλείεται ανάμεσα στην ευθεία της γραφικής παράστασης και τον οριζόντιο άξονα του χρόνου.

4.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Σε ένα σώμα ασκείται δύναμη, η τιμή της οποίας φαίνεται στο πάνω διάγραμμα. Εξηγήστε αν για τον υπολογισμό της μεταβολής της ορμής θα πρέπει τα διάφορα εμβαδά να προστεθούν αλγεβρικά ή κατ' απόλυτη τιμή. Εξηγήστε την άποψή σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα διάφορα εμβαδά πρέπει να προστεθούν αλγεβρικά. Με άλλα λόγια, όσα εμβαδά βρίσκονται πάνω από τον άξονα των χρόνων προστίθενται, ενώ όσα εμβαδά βρίσκονται κάτω από τον άξονα των χρόνων αφαιρούνται.



4.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Σε ένα σώμα ασκείται δύναμη, η τιμή της οποίας φαίνεται στο πάνω διάγραμμα. Υπολογίστε τη μεταβολή της ορμής του σώματος. Σε ένα σώμα ασκείται δύναμη, η τιμή της οποίας φαίνεται στο σχετικό διάγραμμα. Υπολογίστε τη μεταβολή της ορμής του σώματος.

Ενδεικτική Απάντηση:

Θεωρούμε ότι $P_{\text{αρχικό}} = 0$. Για την τελική ορμή υπολογίζουμε το αλγεβρικό άθροισμα των εμβαδών που εμφανίζονται στη γραφική παράσταση. Δηλαδή:

$$P_{\text{τελικό}} = (50 \cdot 10) + \frac{1}{2} (50 \cdot 5) - \frac{1}{2} (50 \cdot 5) - 50 \cdot 5 = 500 - 250 = 250 \text{ N s}$$

$$\Delta P = P_{\text{τελικό}} - P_{\text{αρχικό}} \Rightarrow \Delta P = 250 - 0 = 250 \text{ N s.}$$

4.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

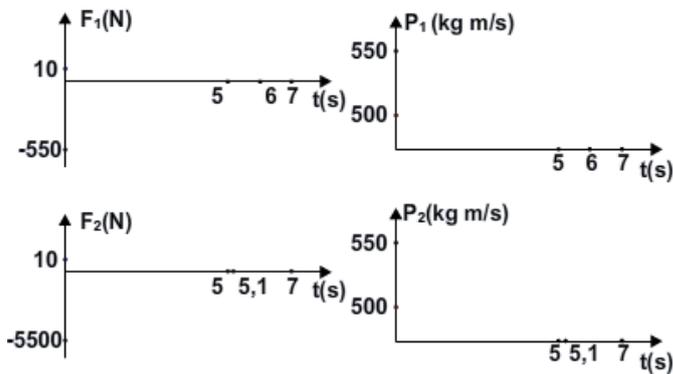
α) Να υπολογίσετε την αρχική ορμή των αυτοκινήτων τη στιγμή που ξεκινούν να κινούνται και την ορμή τους τη χρονική στιγμή $t = 5 \text{ s}$.

β) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής του κάθε αυτοκινήτου από τη χρονική στιγμή $t = 5 \text{ s}$ μέχρι να ακινητοποιηθούν, καθώς επίσης και τη δύναμη που ασκεί το κάθε εμπόδιο πάνω στο αυτοκίνητο σ' αυτό το χρονικό διάστημα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Πρώτο ερώτημα: Η αρχική ορμή των αυτοκινήτων προκύπτει από την εξίσωση $P_{\text{αρχ}} = m v = 100 \cdot 5 = 500 \text{ kg m/s}$. Από τον τύπο $\Sigma F = \Delta P / \Delta t$ προκύπτει ότι $\Delta P = \Sigma F \Delta t$. Επομένως, $\Delta P = 10 \cdot 5 = 50 \text{ kg m/s}$. Όμως γνωρίζουμε ότι $\Delta P = P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}}$ και συνεπώς $P_{t=5 \text{ s}} = \Delta P + P_{\text{αρχ}} = 550 \text{ kg m/s}$.

Δεύτερο ερώτημα: Όταν τα δυο αυτοκίνητα ακινητοποιηθούν έχουν μηδενική ορμή. Χρησιμοποιούμε και πάλι τον τύπο $\Delta P = P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}}$, όπου η τελική ορμή ισούται με μηδέν και η αρχική ορμή (η ορμή τη χρονική στιγμή $t = 5 \text{ s}$) υπολογίστηκε στο πρώτο ερώτημα. Αντικαθιστώντας αυτές τις τιμές βρίσκουμε ότι $\Delta P = -550 \text{ kg m/s}$. Για να υπολογίσουμε τη δύναμη που ασκούν τα δυο εμπόδια πάνω στο κάθε αυτοκίνητο χρησιμοποιούμε τον τύπο $\Sigma F = \Delta P / \Delta t$, όπου για το αυτοκίνητο της πάνω εικόνας, $\Delta t_1 = 1 \text{ s}$, ενώ για το αυτοκίνητο της κάτω εικόνας, $\Delta t_2 = 0,1 \text{ s}$. Επομένως, οι ορθές απαντήσεις είναι: $\Sigma F_1 = -550 \text{ N}$, $\Sigma F_2 = -5500 \text{ N}$. Το αρνητικό πρόσημο, υποδηλώνει ότι η φορά των δυο αυτών δυνάμεων είναι αντίθετη προς τη φορά κίνησης των αυτοκινήτων. Οι πιο πάνω απαντήσεις συνοψίζονται στις ακόλουθες γραφικές παραστάσεις:

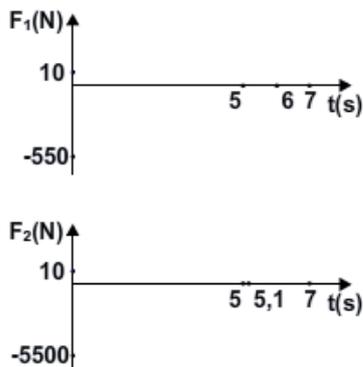


4.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Με βάση αυτή την πιο πάνω πολυμεσική παρουσίαση να εξηγήσετε γιατί το δεύτερο αυτοκίνητο παθαίνει μεγαλύτερες ζημιές από το δεύτερο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Από το Θεώρημα Ορμής – Ωθησης προκύπτει η σχέση $\Sigma F = \Delta P / \Delta t$. Επομένως, όσο πιο γρήγορα μεταβάλλεται η ορμή ενός σώματος (δηλαδή όσο πιο μικρό είναι το Δt), τόσο πιο μεγάλη είναι η δύναμη που ασκείται πάνω στο σώμα.



4.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Δώστε δύο παραδείγματα όπου η αλλαγή του χρόνου μηδενισμού (ή γενικότερα μεταβολής) της ορμής ενός σώματος, έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της τιμής της δύναμης που ασκείται στο σώμα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ένας αθλητής του ύψους προσγειώνεται σε χοντρό στρώμα. Έτσι, αυξάνεται ο χρόνος κατά τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του και συνεπώς μειώνεται η δύναμη που δέχεται ο αθλητής κατά την προσγειώσή του. Ένα άλλο παράδειγμα είναι οι αερόσακοι ενός αυτοκινήτου, οι οποίοι λειτουργούν όπως ακριβώς και το χοντρό στρώμα στο πρώτο παράδειγμα, προκειμένου να



προστατέψουν τον οδηγό από τη σύγκρουση.

4.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Εξηγήστε πώς εφαρμόζεται ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα σε κάθε ένα από τα 3 παραδείγματα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Παράδειγμα 1: Η μπάλα αναπηδά στη ρακέτα γιατί ασκείται πάνω της δύναμη, η οποία ισούται με το πηλίκο της μεταβολής της ορμής της μπάλας (καθώς αντιστρέφεται η φορά κίνησής της) διά το χρόνο που διαρκεί η επαφή της μπάλας με τη ρακέτα.

Παράδειγμα 2: Το τραπουλόχαρτο κόβεται στα δυο γιατί ο χρόνος κατά τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του (από ακίνητο, τείνει να κινηθεί) είναι πολύ μικρός. Έτσι η δύναμη που δέχεται είναι πολύ μεγάλη.

Παράδειγμα 3: Ο χρόνος κατά τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή της αθλήτριας είναι μεγάλος (λόγω του πάχους και της ελαστικότητας του στρώματος). Έτσι, η δύναμη που δέχεται η αθλήτρια κατά τη πτώση της στο στρώμα είναι μικρή.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5

5.1. Σύστημα μεταβλητής μάζας – 1

Ερώτηση:

Τι παρατηρείτε για τη μάζα της σταγόνας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Αυξάνεται.

5.2. Σύστημα μεταβλητής μάζας – 2

Ερώτηση:

Τι παρατηρείτε ως προς την κίνηση της σταγόνας; Επιταχύνεται;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η σταγόνα δεν επιταχύνεται.



5.3. Σύστημα μεταβλητής μάζας – 3

Ερώτηση:

Πώς είναι δυνατό, αφού στη σταγόνα ασκείται η δύναμη του βάρους της, η κίνησή της να μην είναι επιταχυνόμενη; (Υπόδειξη: Θεωρήστε την αντίσταση του αέρα αμελητέα.)

Ενδεικτική Απάντηση:

Στη σταγόνα ασκείται μόνο η δύναμη του βάρους (αν θεωρήσουμε την αντίσταση του αέρα αμελητέα). Καθώς αυτή κινείται μέσα στο σύννεφο, που αποτελείται από σταγονίδια, αυξάνεται η μάζα της δίχως η σταγόνα να επιταχύνεται. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν η μεταβολή στην ορμή της σταγόνας, που οφείλεται στην αύξηση της μάζας της σταγόνας λόγω των σταγονιδίων που αιωρούνται στο σύννεφο και σαρώνονται από τη σταγόνα, απαιτεί δύναμη ίση με το βάρος της σταγόνας. Επομένως, η σχέση $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ έχει περιορισμένη ισχύ, από την άποψη ότι δεν εφαρμόζεται καλά σε συστήματα μεταβλητής μάζας – όπως είδαμε στο παράδειγμά μας εδώ.

5.4. Σύστημα μεταβλητής μάζας – 4

Ερώτηση:

1. Συμφωνείτε ακόμη με τον αρχικό ορισμό που δώσατε για το 2^ο νόμο του Νεύτωνα; Αν νομίζετε ότι θέλει αναθεώρηση ή ότι χρειάζεται κάποιες προσθήκες κάντε το τώρα.
2. Περιγράψτε 2 παραδείγματα συστημάτων μεταβλητής μάζας από την καθημερινή ζωή.

Ενδεικτική Απάντηση:

1. Γενικευμένη μορφή: $\Sigma F = \Delta p / \Delta t \Rightarrow \Sigma F = \Delta(m u) / \Delta t \Rightarrow \Sigma F = m (\Delta u / \Delta t) + u (\Delta m / \Delta t)$

Η κίνηση ενός αεροπλάνου.

2. Η κίνηση ενός πυραύλου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 6

6.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ο αερόσακος είναι ένα σύστημα, σχεδιασμένο να φουσκώνει κατά τη σύγκρουση. Έτσι, προστατεύονται τα σώματα των επιβατών από την πρόσκρουση στο τιμόνι και το παρμπρίζ του αυτοκινήτου.



Πώς νομίζετε λειτουργεί αυτή η προστασία από τον αερόσακο; Τι ακριβώς συμβαίνει;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο χρόνος κατά τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή των επιβατών είναι μεγάλος (λόγω του πάχους και της ελαστικότητας του αερόσακου). Έτσι, η δύναμη που δέχονται οι επιβάτες κατά τη σύγκρουση είναι μικρή.

6.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Η δύναμη, η ταχύτητα, η ορμή, η επιτάχυνση και πολλά άλλα φυσικά μεγέθη λέμε ότι είναι διανυσματικά μεγέθη. Εκτός από την τιμή του, τι άλλο χρειαζόμαστε για να ορίσουμε ένα διανυσματικό μέγεθος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Τη διεύθυνση και τη φορά του.

6.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα και ομαλά. Τι ισχύει από τα πιο κάτω;

Απάντηση:

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

6.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Οι αθλητές του καράτε δίνουν απότομα και «κοφτά» χτυπήματα και καταφέρνουν να σπάσουν στερεά σώματα όπως τούβλα, ξύλα, κ.τ.λ. Νομίζετε ότι αυτό σχετίζεται με τη σχέση $\Sigma \vec{F} = \Delta \vec{P} / \Delta t$; Αν ναι, εξηγήστε με ποιο τρόπο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Δίνονται κοφτά και απότομα χτυπήματα ελαχιστοποιούν τον χρόνο ($\Delta t \rightarrow 0$) στον οποίο μεταβάλλεται η ορμή των στερεών σωμάτων. Με αυτό τον τρόπο η μέση δύναμη που δέχονται τα σώματα μεγιστοποιείται, με αποτέλεσμα να σπάζουν πιο εύκολα.

6.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ένας μαθητής αφήνει από ύψος H μία ελαστική μπάλα να πέσει στο δάπεδο, το οποίο είναι τελείως ελαστικό. Τι είδους ενέργεια θα έχει η μπάλα: (α) στο ύψος H , και πριν την αφήσει ο μαθητής να πέσει, (β) σε μια τυχαία θέση (τυχαίο ύψος) μεταξύ $0 - H$, και (γ) μόλις φτάσει στο έδαφος. Τι συμπέρασμα μπορείτε να βγάλετε για τη μηχανική ενέργεια στα πιο πάνω ύψη-σημεία;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

α) Δυναμική ενέργεια, β) Δυναμική και κινητική ενέργεια, γ) κινητική ενέργεια.

Η μηχανική ενέργεια σε όλα τα σημεία της τροχιάς του σώματος παραμένει σταθερή.

6.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ορμή ενός σώματος μάζας $m = 1 \text{ kg}$, το οποίο κινείται οριζόντια, μεταβάλλεται όπως φαίνεται στην εικόνα. Ποια από τις γραφικές παραστάσεις αναπαριστά σωστά τη συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σώμα συναρτήσει του χρόνου;

Απάντηση:

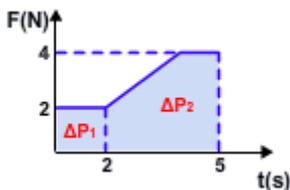
1

6.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα μάζας $m = 1 \text{ kg}$, το οποίο κινείται οριζόντια, φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογίσετε την αρχική και την τελική ταχύτητα του σώματος, αν γνωρίζετε ότι τη χρονική στιγμή $t = 2 \text{ s}$ η ταχύτητά του είναι 10 m/s

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο υπολογισμός της μεταβολής της ορμής (Δp) προκύπτει από το εμβαδόν της περιοχής που περικλείεται μεταξύ της συνάρτησης της δύναμης F (κόκκινη γραμμή στο γράφημα) και του άξονα των χρόνων, δηλαδή: $\Delta p = F \Delta t$. Στη συνέχεια βρίσκουμε τη μεταβολή της ταχύτητας του σώματος μέσω της σχέσης $\Delta v = \Delta p/m$.



Με βάση την πιο πάνω διαδικασία, η αρχική ταχύτητα προκύπτει από το εμβαδόν ΔP_1 , ενώ η τελική ταχύτητα προκύπτει από το εμβαδόν ΔP_2 . Οι ορθές τελικές απαντήσεις είναι:
 $U_{\text{αρχική}} = 6 \text{ m/s}$, $U_{\text{τελική}} = 20 \text{ m/s}$

6.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ένας μαθητής αφήνει από ύψος $H = 0,8 \text{ m}$ μία ελαστική μπάλα να πέσει προς το έδαφος. Αν η μάζα της μπάλας είναι $m = 2 \text{ kg}$, να υπολογίσετε τη μέση δύναμη που ασκείται κατά την πρόσκρουση του σώματος στο έδαφος, αν μετά από χρόνο $t = 0,5 \text{ s}$, αντιστρέφεται (ίδιο μέτρο, αντίθετη φορά) η ταχύτητα της μπάλας. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$, και



θεωρήστε την αντίσταση του αέρα αμελητέα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Χρησιμοποιώντας το θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας μπορούμε να βρούμε το μέτρο της ταχύτητας της μπάλας τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος:

$$\begin{aligned} E_{\text{μηχ. αρχ.}} &= E_{\text{μηχ. τελ.}} \Rightarrow E_{\text{δυν. αρχ.}} + E_{\text{κιν. αρχ.}} = E_{\text{δυν. τελ.}} + E_{\text{κιν. τελ.}} \\ &\Rightarrow mgH + 0 = 0 + \frac{1}{2} mv^2 \\ &\Rightarrow v = \sqrt{2gH}, \text{ στην κατακόρυφη διεύθυνση με φορά προς το έδαφος.} \end{aligned}$$

Στη συνέχεια πρέπει να υπολογίσουμε τη μεταβολή στην ταχύτητα της μπάλας αμέσως μετά την πρόσκρουση στο έδαφος και έτσι βρίσκουμε τη μεταβολή της ορμής της μπάλας:

$$\begin{aligned} \Delta v &= v - (-v) = 2v \\ \Delta p &= m \Delta v = 2mv \end{aligned}$$

Τέλος, για να υπολογίσουμε τη μέση δύναμη, βρίσκουμε το πηλίκο της μεταβολής της ορμής της μπάλας προς το χρονικό διάστημα της πρόσκρουσης:

$$\Delta p = F \Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2mv}{\Delta t} = 32 \text{ N}$$

6.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Μία μπάλα μάζας $m = 1 \text{ kg}$ εκτοξεύεται κατακόρυφα από το πάτωμα ενός δωματίου με ταχύτητα $u = 10 \text{ m/s}$. Αν το ύψος του δωματίου είναι $H = 3,2 \text{ m}$, να υπολογίσετε τη μέση δύναμη που ασκείται κατά την πρόσκρουση του σώματος στην οροφή, αν μετά από χρόνο $t = 0,8 \text{ s}$, αντιστρέφεται (ίδιο μέτρο, αντίθετη φορά) η ταχύτητα της μπάλας. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$, και θεωρήστε την αντίσταση του αέρα αμελητέα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Με βάση την ανατροφοδότηση που σας δόθηκε στην προηγούμενη δραστηριότητα αξιολόγησης, βρείτε την ταχύτητα που έχει η μπάλα μόλις πριν ακουμπήσει την οροφή και υπολογίστε τη μεταβολή στην ταχύτητά της αμέσως μετά την πρόσκρουση. Χρησιμοποιείστε την απάντηση που θα βρείτε για να υπολογίσετε την μεταβολή της ορμής της μπάλας κατά την πρόσκρουση στην οροφή και, τέλος, διαιρέστε με το χρονικό διάστημα που διήρκεσε η σύγκρουση για να βρείτε το ζητούμενο. Η ορθή απάντηση είναι: **F = 15 N**



5.33 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ04_Αρχή διατήρησης της ορμής – Κεντρική ελαστική κρούση_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 4
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ04_Αρχή διατήρησης της ορμής – Κεντρική ελαστική κρούση_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, σύστημα σωμάτων, ανοικτό σύστημα, κλειστό σύστημα, δυνάμεις, σύστημα δυο σωμάτων, ταχύτητα, μάζα, ορμή, εσωτερικές δυνάμεις, σύστημα σφαιρών, κεντρική κρούση, ελαστική κρούση, μεταβολή ορμής, τελική ορμή, αρχική ορμή, σύστημα, διατήρηση της ορμής, σύστημα σωμάτων, δεύτερος νόμος του Νεύτωνα, κεντρική ελαστική κρούση, διάνυσμα, διατήρηση ορμής, αποκλεισμένο σύστημα, πύραυλος, ραδιενεργός διάσπαση, διάνυσμα ταχύτητας, κανόνι, βλήμα, εσωτερικές δυνάμεις, διατήρηση μηχανικής ενέργειας, πλάγια ελαστική κρούση, ημιελαστική κρούση, ελατήριο, ελάχιστη ταχύτητα, μηχανική ενέργεια, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Σύστημα (Σύστημα δύο σωμάτων, Εσωτερικές δυνάμεις συστήματος, Μεταβολή της ορμής σώματος, Ορμή συστήματος, Μεταβολή της ορμής συστήματος) • Αρχή διατήρησης της ορμής (παραδείγματα, Μεταβολή της ορμής αποκλεισμένου συστήματος) • Κρούσεις (Ελαστική κρούση)



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να ορίζουν τις εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις όπως και το απομονωμένο σύστημα σωμάτων και να δίνουν παραδείγματα.
ΔΣ2	Να κατανοούν την ελαστική κρούση, μέσα από πειραματικές διαδικασίες ή διατάξεις και να επιλύουν σχετικά προβλήματα.
ΔΣ3	Να εξηγούν το θεώρημα διατήρησης της ορμής στην ελαστική κρούση.
ΔΣ4	Να κατανοούν τη διατήρηση ή μη της ενέργειας στην ελαστική κρούση.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Τι είναι σύστημα

Ερώτηση:

1. Με βάση τις πολυμεσικές παρουσιάσεις που παρακολουθήσατε, ορίστε:

α) Τι είναι σύστημα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Σύστημα ονομάζουμε δυο ή περισσότερα σώματα, τα οποία μετέχουν σε ένα φαινόμενο.

Ερώτηση:

β) Τι είναι απομονωμένο (κλειστό) σύστημα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το σύστημα στο οποίο η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων ισούται με μηδέν ή δεν ασκείται καμιά εξωτερική δύναμη στο σύστημα.

**Ερώτηση:**

γ) Τι είναι εσωτερικές και τι εξωτερικές δυνάμεις συστήματος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Εσωτερικές δυνάμεις: Οι δυνάμεις που ασκούνται από σώματα που ανήκουν στο σύστημα.

Εξωτερικές δυνάμεις: Οι δυνάμεις που ασκούνται από σώματα που δεν ανήκουν στο σύστημα.

Ερώτηση:

3. Να θεωρήσετε ως σύστημα τα σώματα κιβώτιο και τούβλο. Ποιες από τις σχεδιασμένες δυνάμεις είναι εσωτερικές και ποιες εξωτερικές;

Ενδεικτική Απάντηση:

Εσωτερικές: K2, K3 Εξωτερικές: B1, B2, K1

Ερώτηση:

4. Όπως φαίνεται στην πολυμεσική παρουσίαση, ο εργάτης σπρώχνει το κιβώτιο με το τούβλο προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα είναι απομονωμένο κατά τη διάρκεια της κίνησης, ή όχι; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

$U_{\text{συστήματος}} = \text{σταθερή} \Rightarrow \gamma_{\text{συστήματος}} = 0.$

$\Sigma F_{\text{εξωτερικές}} = m_{\text{συστήματος}} \gamma_{\text{συστήματος}} = m \cdot 0 \Rightarrow \Sigma F_{\text{εξωτερικές}} = 0 \Rightarrow$ Το σύστημα είναι απομονωμένο

1.2. Σύστημα δύο σωμάτων**Ερώτηση:**

1. Σε ποιο από τα 2 φορτηγά νομίζετε ασκήθηκε μεγαλύτερη δύναμη από το εμπόδιο μέχρι να σταματήσει;

Απάντηση:

Στο Φ_1

Ερώτηση:

2. Σε ποιο από τα 2 αυτοκίνητα νομίζετε θα ασκηθεί μεγαλύτερη δύναμη από το εμπόδιο μέχρι να σταματήσει;



Στο K_2

Ερώτηση:

3. Από τις απαντήσεις που δώσατε στις ερωτήσεις που αφορούσαν στις προηγούμενες δύο πολυμεσικές παρουσιάσεις, η δύναμη που χρειάζεται ένα σώμα για να σταματήσει σε κάποιο χρονικό διάστημα Δt εξαρτάται μόνο από τη μάζα του, μόνο από τη ταχύτητά του ή και από τα δύο μαζί;

Απάντηση:

Και από τα δύο μαζί.

Ερώτηση:

4. Όπως ξέρουμε, το γινόμενο της μάζας (m) ενός κινητού επί την ταχύτητά του (u) είναι το φυσικό μέγεθος που ονομάζεται ορμή του σώματος ($P=mu$). Σύμφωνα με τη γενικότερη διατύπωση του δεύτερου νόμου του Νεύτωνα η μεταβολή της ορμής ενός σώματος (ΔP) είναι ανάλογη της συνισταμένης δύναμης (ΣF) που ασκείται σε αυτό και του χρόνου (Δt) που δρα πάνω στο σώμα η συνισταμένη δύναμη ($\Delta P=\Sigma F \cdot \Delta t$). Να ελέγξετε κατά πόσο οι απαντήσεις που δώσατε στην πιο πάνω ερώτηση και στις ερωτήσεις που αφορούσαν στις προηγούμενες δύο πολυμεσικές παρουσιάσεις συμφωνούν με τη γενικότερη διατύπωση του δεύτερου νόμου του Νεύτωνα. Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Γενικευμένος 2ος νόμος Νεύτωνα:

$$\Sigma F = \Delta P / \Delta t$$

Επομένως, αν το χρονικό διάστημα Δt είναι σταθερό, τότε η δύναμη που ασκείται πάνω στο σώμα είναι ανάλογη της μεταβολής της ορμής, δηλαδή ανάλογη της μάζας και της ταχύτητας του σώματος πριν και μετά την σύγκρουση.

1.3. Εσωτερικές δυνάμεις συστήματος

Ερώτηση:

1. Ποια σφαίρα κατά τη γνώμη σας θα ασκήσει μεγαλύτερου μέτρου δύναμη πάνω στην άλλη κατά τη διάρκεια της κρούσης.

Απάντηση:

Οι δύο δυνάμεις θα έχουν ίσο μέτρο.

**Ερώτηση:**

2. Ο χρόνος Δt_1 που δέχεται η σφαίρα Σ_1 δύναμη από τη Σ_2 είναι με το χρόνο Δt_2 που δέχεται η σφαίρα Σ_2 δύναμη από τη Σ_1 ;

Απάντηση:

Ίσος.

1.4. Μεταβολή της ορμής σώματος**Ερώτηση:**

Όπως ήδη μάθαμε η ορμή P είναι διανυσματικό μέγεθος το ίδιο και η μεταβολή της ορμής ΔP . Αν θεωρήσουμε ότι με την κρούση δυο σφαιρών Σ_1 και Σ_2 το διάνυσμα της μεταβολής της ορμής της Σ_1 είναι ΔP_1 και της Σ_2 είναι ΔP_2 , ποια πρόταση ισχύει; (Όπου $|\Delta P_1|$ και $|\Delta P_2|$ είναι τα μέτρα των μεταβολών των ορμών των Σ_1 και Σ_2 αντίστοιχα.)

Απάντηση:

$$\Delta P_1 = - \Delta P_2$$

1.5. Ορμή συστήματος**Ερώτηση:**

1. Τελικά πόση είναι η ορμή του συστήματος; $15 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ή $7 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$;

Απάντηση:

Ο δεύτερος τρόπος.

Ερώτηση:

2. Ποιο από τα διαγράμματα Α ή Β μας δίνει τον ορθό τρόπο υπολογισμού της συνολικής ορμής του συστήματος των δύο σφαιρών του πιο πάνω σχήματος;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι η Α.

Ερώτηση:

3. Ποιο από τα διαγράμματα Α ή Β μας δίνει τον ορθό τρόπο υπολογισμού της συνολικής ορμής του συστήματος των δύο σφαιρών του πιο πάνω σχήματος;

**Απάντηση:**

Η σωστή απάντηση είναι η Β.

Ερώτηση:

4. Ποιο από τα διαγράμματα Α, Β, Γ μας δίνει τον ορθό τρόπο υπολογισμού της συνολικής ορμής του συστήματος των δύο σφαιρών του πιο πάνω σχήματος; Θυμηθείτε πως προσθέτουμε δύο διανύσματα.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι η Α.

Ερώτηση:

5. Όπως φαίνεται από τις προηγούμενες πολυμεσικές παρουσιάσεις, για να βρούμε την ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών προσθέτουμε διανυσματικά τις ορμές τους. Σκεφτείτε τώρα πώς θα βρείτε την ορμή ενός συστήματος που αποτελείται από τρία ή περισσότερα σώματα. Καταγράψτε τη μέθοδο που σκεφτήκατε και εξηγήστε την.

Ενδεικτική Απάντηση:

Προσθέτουμε διανυσματικά την ορμή όλων των σωμάτων του συστήματος:

$$\vec{p}_{\text{συστήματος}} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n$$

Ερώτηση:

6. Δύο μπάλες έχουν $m_1 = 1 \text{ kg}$, $u_1 = 2 \text{ m/s}$, $\varphi_1 = 0^\circ$ και $m_2 = 3 \text{ kg}$, $u_2 = 1 \text{ m/s}$, $\varphi_2 = 0^\circ$ αντίστοιχα. Πόση είναι η ορμή του συστήματος (μέτρο και κατεύθυνση) σε αυτή την περίπτωση; Προσθέστε σωστά τις ορμές των δύο σωμάτων, έχοντας πάντα υπόψη ότι η ορμή είναι διανυσματικό μέγεθος και επομένως πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε το διανυσματικό άθροισμα και μετά να αντικαταστήσουμε με τα μέτρα των διανυσμάτων.

Απάντηση:

5 N·s προς τα δεξιά.

Ερώτηση:

7. Δύο μπάλες έχουν $m_1 = 2 \text{ kg}$, $u_1 = 2 \text{ m/s}$, $\varphi_1 = 0^\circ$ και $m_2 = 1 \text{ kg}$, $u_2 = 1 \text{ m/s}$, $\varphi_2 = 180^\circ$ αντίστοιχα. Πόση είναι η ορμή του συστήματος (μέτρο και κατεύθυνση) σε αυτή την περίπτωση;

Απάντηση:

3 N·s προς τα δεξιά.

**Ερώτηση:**

8. Δύο μπάλες έχουν $m_1 = 4 \text{ kg}$, $u_1 = 2 \text{ m/s}$, $\varphi_1 = 0^\circ$ και $m_2 = 2 \text{ kg}$, $u_2 = 3 \text{ m/s}$, $\varphi_2 = 90^\circ$ αντίστοιχα. Πόση είναι η ορμή του συστήματος (μέτρο και κατεύθυνση) σε αυτή την περίπτωση;

Απάντηση:

10 N·s και με γωνία $\varphi = 37^\circ$ ως προς τον οριζόντιο άξονα.

Ερώτηση:

9. Δύο μπάλες έχουν $m_1 = 3 \text{ kg}$, $u_1 = 2 \text{ m/s}$, $\varphi_1 = 0^\circ$ και $m_2 = 6 \text{ kg}$, $u_2 = 1 \text{ m/s}$, $\varphi_2 = 60^\circ$ αντίστοιχα. Πόση είναι η ορμή του συστήματος (μέτρο και κατεύθυνση) σε αυτή την περίπτωση;

Απάντηση:

10,4 N·s και με γωνία $\varphi = 30^\circ$ ως προς τον οριζόντιο άξονα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.1. Μεταβολή της ορμής συστήματος σωμάτων****Ερώτηση:**

1. Σκεφτείτε πώς θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε τη μεταβολή ΔP της ορμής του συστήματος με δύο διαφορετικούς τρόπους. Δοκιμάστε πρώτα να υπολογίσετε τη συνολική ορμή του συστήματος στην πρώτη ($P_{\text{αρχ}}$) και στη δεύτερη περίπτωση ($P_{\text{τελ}}$). Γι' αυτό το σκοπό να χρησιμοποιήσετε τους τύπους: $P_{\text{αρχ}} = P_1 + P_2$ και $P_{\text{τελ}} = P_1' + P_2'$. Στη συνέχεια να βρείτε τη μεταβολή τους ($\Delta P = P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}}$). Ποιο είναι το αποτέλεσμα αυτού του υπολογισμού;

Ενδεικτική Απάντηση:

$$P_{\text{αρχ}} = P_1 + P_2 = 50 + 20 = 70 \text{ N s}, P_{\text{τελ}} = P_1' + P_2' = 10 + 80 = 90 \text{ N s}$$

$$\Rightarrow \Delta P = P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}} = 90 - 70 = 20 \text{ N s}$$

Ερώτηση:

2. Τώρα δοκιμάστε να βρείτε το αποτέλεσμα με πρόσθεση των μεταβολών των ορμών των δύο σφαιρών. Δηλαδή, πρώτα υπολογίστε τη μεταβολή στην ορμή της κάθε σφαίρας με τους τύπους: $\Delta P_1 = P_1' - P_1$ και $\Delta P_2 = P_2' - P_2$. Στη συνέχεια προσθέστε τις δύο μεταβολές για να βρείτε τη μεταβολή του συστήματος ($\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2$). Ποιο είναι το αποτέλεσμα αυτού του υπολογισμού;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

$$\Delta P_1 = P_1' - P_1 = 10 - 20 = -10 \text{ N s}, \quad \Delta P_2 = P_2' - P_2 = 80 - 50 = 30 \text{ N s}$$

$$\Rightarrow \Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 = -10 + 30 = 20 \text{ N s}$$

Ερώτηση:

3. Τι παρατηρείτε για τα αποτελέσματα που προκύπτουν με τους δύο τρόπους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα δυο αποτελέσματα ισούνται μεταξύ τους.

2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Αν επανέλθουμε στην πολυμεσική παρουσίαση της υποενότητας "Εσωτερικές δυνάμεις", όπως προκύπτει από τον τρίτο νόμο ($F_1 = -F_2$) και από τη γενικότερη διατύπωση του δεύτερου νόμου του Νεύτωνα ($\Delta P = F \Delta t$), η μεταβολή της ορμής της Σ_1 πρέπει να είναι ίσου μέτρου, ίδιας διεύθυνσης και αντίθετης φοράς με την μεταβολή της ορμής της Σ_2 . Δηλαδή: $\Delta P_1 = -\Delta P_2$. Η μεταβολή της ορμής του συστήματος είναι:

Απάντηση:

Μηδέν.

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Σε μια κρούση δύο σφαιρών η μεταβολή της ορμής της μιας είναι $\Delta P_1 = 5 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$. Πόση είναι η μεταβολή ΔP_2 της άλλης σφαίρας σε $\text{kg}\cdot\text{m/s}$;

Απάντηση:

-5.

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μια σφαίρα Σ_1 έχει μάζα $m_1 = 2 \text{ kg}$ και κινείται με ταχύτητα $u_1 = 3 \text{ m/s}$. Η Σ_1 συγκρούεται με δεύτερη σφαίρα Σ_2 μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$ που είναι αρχικά ακίνητη. Μετά την κρούση η Σ_1 κινείται με ταχύτητα $u_1' = 1,5 \text{ m/s}$. Με πόση ταχύτητα u_2' σε m/s θα κινείται η Σ_2 ;

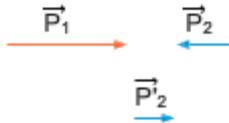
Απάντηση:

3.



2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 κινούνται με ταχύτητες u_1 και u_2 , όπως στο σχήμα, και σε κάποια στιγμή συγκρούονται μετωπικά. Οι ορμές τους πριν την κρούση P_1 και P_2 όπως και η ορμή P_2' του Σ_2 μετά τη κρούση φαίνονται πιο κάτω.



Η ορμή P_1' του Σ_1 μετά την κρούση είναι:

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι Γ.

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποια από τις πέντε επιλογές μας δίνει ένα πιθανό διάγραμμα για τις ορμές των τριών κομματιών αμέσως μετά την κρούση;

Απάντηση:

Η σωστή επιλογή είναι η Γ.

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Όπως ξέρετε, η ορμή σε αποκλεισμένα συστήματα παραμένει σταθερή. Ο πύραυλος όμως επιταχύνεται. Δηλαδή η ορμή του αυξάνεται. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις αιτιολογεί την πιο πάνω παρατήρηση;

Απάντηση:

Αν θεωρήσουμε ως σύστημα τον πύραυλο μαζί με τα αέρια που εκτοξεύει προς τα πίσω τότε η ορμή του συστήματος διατηρείται σταθερή.

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποιο από τα πιο κάτω σχήματα παρουσιάζει ορθά τα διανύσματα των ταχυτήτων και των ορμών που θα αποκτήσουν τα δύο σώματα που παράγονται με τη ραδιενεργό διάσπαση; (οι ταχύτητες με κόκκινο χρώμα και οι ορμές με πράσινο).

**Απάντηση:**

Η σωστή επιλογή είναι η **A**.

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποια είναι τα διανύσματα των ορμών του κανονιού και του βλήματος μετά την εκपुरσοκρότηση; (η ορμή του κανονιού με κόκκινο και του βλήματος με πράσινο χρώμα).

Απάντηση:

Η σωστή επιλογή είναι η **A**.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.1. Ελαστική κρούση – 1****Ερώτηση:**

1. Ποιο σχήμα παρουσιάζει ορθά τις δυνάμεις που ασκούν μεταξύ τους τα K_1 και K_2 κατά τη διάρκεια της κρούσης; Μελετήστε το αξίωμα δράσης - αντίδρασης.

Απάντηση:

Η σωστή επιλογή είναι η **Γ**.

Ερώτηση:

2. Πώς μεταβάλλονται οι δυνάμεις που ασκούν μεταξύ τους τα K_1 και K_2 μέσω του ελατηρίου κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Στην αρχή αυξάνονται και μετά ελαττώνονται.

Ερώτηση:

3. Πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα του κάθε κινητού όσο διαρκεί η κρούση;

Απάντηση:

Του K_1 ελαττώνεται συνεχώς, ενώ του K_2 αυξάνεται συνεχώς.

**Ερώτηση:**

4. Πώς μεταβάλλεται η ορμή του συστήματος των δυο σωμάτων (K_1 και K_2) κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Παραμένει σταθερή

Ερώτηση:

5. Πώς μεταβάλλεται η μηχανική ενέργεια του συστήματος των δυο σωμάτων (K_1 και K_2) κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Παραμένει σταθερή.

Ερώτηση:

6. Πώς μεταβάλλεται η δυναμική ενέργεια του συστήματος των δυο σωμάτων (K_1 και K_2) λόγω της συμπίεσης του ελατηρίου κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Αυξάνεται στην αρχή και μετά ελαττώνεται.

Ερώτηση:

7. Πώς μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια του συστήματος των δυο σωμάτων (K_1 και K_2) κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Ελαττώνεται στην αρχή και μετά αυξάνεται.

Ερώτηση:

8. Τη στιγμή που το ελατήριο βρίσκεται στο μέγιστο της συμπίεσής του ποια σχέση ισχύει για τις ταχύτητες των K_1 και K_2 ;

Απάντηση:

$$u_1 = u_2$$

Ερώτηση:

9. Τη στιγμή που το ελατήριο βρίσκεται στο μέγιστο της συμπίεσής του τα δύο σώματα πρέπει να έχουν την ίδια ταχύτητα u_k (ερώτημα 8). Αν είναι γνωστές οι μάζες και οι αρχικές ταχύτητες των K_1



και K_2 να υπολογίσετε την u_K .

Ενδεικτική Απάντηση:

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) u_K \Rightarrow u_K = (m_1 u_1 + m_2 u_2) / (m_1 + m_2)$$

Ερώτηση:

10. Αν είναι γνωστή η σταθερά K του ελατηρίου, οι μάζες και οι αρχικές ταχύτητες των K_1 και K_2 να υπολογίσετε τη μέγιστη συμπίεση του ελατηρίου X_{\max} .

Ενδεικτική Απάντηση:

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u_K^2 + \frac{1}{2} K (\Delta x)^2$$

Λύνουμε την πιο πάνω εξίσωση ως προς Δx για να βρούμε την απάντηση, αντικαθιστώντας την κοινή ταχύτητα που έχει το σύστημα τη στιγμή της μέγιστης συμπίεσης με:

$$u_K = (m_1 u_1 + m_2 u_2) / (m_1 + m_2)$$

Ερώτηση:

11. Η κρούση που μελετήσαμε πιο πάνω ονομάζεται ελαστική. Ποια ή ποιες βασικές αρχές της Φυσικής πρέπει να εφαρμοστούν για να υπολογιστούν οι ταχύτητες των δυο κινητών μετά από μια ελαστική κρούση;

Απάντηση:

Αρχή διατήρησης της ορμής και της μηχανικής ενέργειας.

Ερώτηση:

12. Είναι ορθό επομένως να υποθέσουμε ότι η ορμή του συστήματος μετά την κρούση είναι μικρότερη από την ορμή του συστήματος πριν την κρούση;

Απάντηση:

Όχι.

Ερώτηση:

13. Αν είναι γνωστές οι μάζες και οι αρχικές ταχύτητες των K_1 και K_2 να υπολογίσετε τις ταχύτητές τους μετά τη κρούση.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$V_1 = \frac{(m_1 - m_2) u_1 + 2 m_2 u_2}{m_1 + m_2}, \quad V_2 = \frac{(m_2 - m_1) u_2 + 2 m_1 u_1}{m_1 + m_2}$$



3.2. Ελαστική κρούση – 2

Ερώτηση:

1. Ποιες θα είναι οι ταχύτητες u'_1 και u'_2 των δύο σφαιρών μετά από την κρούση, στην περίπτωση που $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$, $u_1 = 10 \text{ m/s}$ και $u_2 = 0 \text{ m/s}$.

Απάντηση:

$$u'_1 = 0 \text{ m/s}, u'_2 = 10 \text{ m/s}$$

2. Ποιες θα είναι οι ταχύτητες u'_1 και u'_2 των δύο σφαιρών μετά από την κρούση, στην περίπτωση που $m_1 = m_2 = 2 \text{ kg}$, $u_1 = 20 \text{ m/s}$ και $u_2 = -20 \text{ m/s}$; Εφαρμόστε σωστά τις σχέσεις που δίνουν τις τελικές ταχύτητες.

Απάντηση:

$$u'_1 = -20 \text{ m/s}, u'_2 = 20 \text{ m/s}.$$

Ερώτηση:

3. Ποιες θα είναι οι ταχύτητες u'_1 και u'_2 των δύο σφαιρών μετά από την κρούση, στην περίπτωση που $m_1 = 3 \text{ kg}$, $m_2 = 1 \text{ kg}$, $u_1 = 5 \text{ m/s}$ και $u_2 = 0 \text{ m/s}$; Εφαρμόστε σωστά τις σχέσεις που δίνουν τις τελικές ταχύτητες.

Απάντηση:

Η σωστή επιλογή είναι η $u'_1 = 2,5 \text{ m/s}$, $u'_2 = 7,5 \text{ m/s}$.

Ερώτηση:

4. Ποιες θα είναι οι ταχύτητες u'_1 και u'_2 των δύο σφαιρών μετά από την κρούση, στην περίπτωση που $m_1 = m_2 = 3 \text{ kg}$, $u_1 = 3 \text{ m/s}$ και $u_2 = -1 \text{ m/s}$; Εφαρμόστε σωστά τις σχέσεις που δίνουν τις τελικές ταχύτητες.

Απάντηση:

$$u'_1 = -1 \text{ m/s}, u'_2 = 3 \text{ m/s}.$$

3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Σφαίρα μάζας $m_1 = m$ κινείται με ταχύτητα u και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με μάζα $m_2 = 2m$ που κινείται με ταχύτητα $u_2 = -2u$. Μετά την κρούση οι δύο σφαίρες θα κινούνται με ταχύτητες:

**Απάντηση:**

$$u'_1 = -3u, u'_2 = 0$$

3.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Με βάση τις αρχές διατήρησης της ορμής και της μηχανικής ενέργειας να υπολογιστούν οι ταχύτητες δυο σφαιρών μετά την κρούση τους, σε κάθε μια από τις παρακάτω περιπτώσεις.

- α) $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$, $u_1 = 10 \text{ m/s}$ και $u_2 = 0 \text{ m/s}$
 β) $m_1 = m_2 = 2 \text{ kg}$, $u_1 = 20 \text{ m/s}$, $u_2 = -20 \text{ m/s}$
 γ) $m_1 = 30 \text{ kg}$, $m_2 = 1 \text{ kg}$, $u_1 = 5 \text{ m/s}$, $u_2 = 0 \text{ m/s}$
 δ) $m_1 = m_2 = 3 \text{ kg}$, $u_1 = 3 \text{ m/s}$, $u_2 = -1 \text{ m/s}$

Ενδεικτική Απάντηση:

- α) $V_1 = 0$, $V_2 = 10 \text{ m/s}$, $V_2 = 9,68 \text{ m/s}$
 β) $V_1 = -20 \text{ m/s}$, $V_2 = 20 \text{ m/s}$
 γ) $V_1 = 4,68 \text{ m/s}$
 δ) $V_1 = -1 \text{ m/s}$, $V_2 = 3 \text{ m/s}$

3.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Σε μια κεντρική και ελαστική κρούση, χρησιμοποιώντας τις αρχές διατήρησης της ορμής και της μηχανικής ενέργειας να αποδείξετε ότι ισχύει η σχέση:

$$\frac{\vec{u}'_1 - \vec{u}'_2}{\vec{u}_1 - \vec{u}_2} = -1$$

όπου \vec{u}'_1 και \vec{u}'_2 οι ταχύτητες μετά την κρούση ενώ \vec{u}_1 και \vec{u}_2 οι ταχύτητες πριν την κρούση.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 u'_1 + m_2 u'_2 \Rightarrow m_1 (u_1 - u'_1) = m_2 (u'_2 - u_2)$$

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 u'^2_2 \Rightarrow m_1 (u_1^2 - u'^2_1) = m_2 (u'^2_2 - u_2^2)$$

Αν διαιρέσουμε τις δυο πιο πάνω εξισώσεις κατά μέλη και χρησιμοποιήσουμε την ταυτότητα: $\alpha^2 - \beta^2 = (\alpha - \beta)(\alpha + \beta)$ προκύπτει το ζητούμενο.

3.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Να αποδείξετε ότι σε μια πλάγια ελαστική κρούση μεταξύ δύο σφαιρών ίσων μαζών, που αρχικά η μια είναι ακίνητη, μετά την κρούση οι δύο σφαίρες κινούνται σε κατευθύνσεις που σχηματίζουν ορθή γωνία μεταξύ τους.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Διατήρηση ορμής στην κατακόρυφη διεύθυνση:

$$v_2 \eta\mu\theta_2 - v_1 \eta\mu\theta_1 = 0 \Rightarrow v_2^2 (\eta\mu\theta_2)^2 + v_1^2 (\eta\mu\theta_1)^2 - 2 v_1 v_2 \eta\mu\theta_1 \eta\mu\theta_2 = 0$$

Διατήρηση ορμής στην οριζόντια διεύθυνση:

$$v_2 \sigma\upsilon\nu\theta_2 + v_1 \sigma\upsilon\nu\theta_1 = u \Rightarrow v_2^2 (\sigma\upsilon\nu\theta_2)^2 + v_1^2 (\sigma\upsilon\nu\theta_1)^2 + 2 v_1 v_2 \sigma\upsilon\nu\theta_1 \sigma\upsilon\nu\theta_2 = u^2$$

Προσθέτοντας κατά μέλη τις δυο πιο πάνω εξισώσεις και χρησιμοποιώντας την ταυτότητα:

$$\eta\mu\theta^2 + \sigma\upsilon\nu\theta^2 = 1, \text{ προκύπτει:}$$

$$v_1^2 + v_2^2 + 2 v_1 v_2 (\sigma\upsilon\nu\theta_1 \sigma\upsilon\nu\theta_2 - \eta\mu\theta_1 \eta\mu\theta_2) = u^2$$

$$\Rightarrow v_1^2 + v_2^2 + 2 v_1 v_2 \sigma\upsilon\nu(\theta_1 + \theta_2) = u^2$$

Διατήρηση κινητικής ενέργειας: $u^2 = v_1^2 + v_2^2$

Συνδυάζοντας τις δυο πιο πάνω εξισώσεις προκύπτει:

$$v_1^2 + v_2^2 + 2 v_1 v_2 \sigma\upsilon\nu(\theta_1 + \theta_2) = v_1^2 + v_2^2$$

$$\Rightarrow 2 v_1 v_2 \sigma\upsilon\nu(\theta_1 + \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow \sigma\upsilon\nu(\theta_1 + \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow \sigma\upsilon\nu(\theta_1 + \theta_2) = \sigma\upsilon\nu(90^\circ)$$

$$\Rightarrow \theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$$

3.7. Ημιελαστική κρούση – 1**Ερώτηση:**

1. Ποιο σχήμα παρουσιάζει ορθά τις δυνάμεις που ασκούν μεταξύ τους τα K_1 και K_2 κατά τη διάρκεια της κρούσης; Μελετήστε το αξίωμα δράσης - αντίδρασης.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι Γ .

**Ερώτηση:**

2. Πώς μεταβάλλονται οι δυνάμεις που ασκούν μεταξύ τους τα K_1 και K_2 μέσω του ελατηρίου κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Στην αρχή αυξάνονται και μετά ελαττώνονται.

Ερώτηση:

3. Πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα του κάθε κινητού όσο διαρκεί η κρούση;

Απάντηση:

Του K_1 ελαττώνεται συνεχώς, ενώ του K_2 αυξάνεται συνεχώς.

Ερώτηση:

4. Πώς μεταβάλλεται η ορμή του συστήματος των δυο σωμάτων (K_1 και K_2) κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Παραμένει σταθερή.

Ερώτηση:

5. Πώς μεταβάλλεται η μηχανική ενέργεια του συστήματος των δυο σωμάτων (γ_1 και γ_2) κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Ελαττώνεται συνεχώς

Ερώτηση:

6. Πώς μεταβάλλεται η δυναμική ενέργεια του συστήματος των δυο σωμάτων (K_1 και K_2) λόγω της συμπίεσης του ελατηρίου κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Αυξάνεται στην αρχή και μετά ελαττώνεται.

Ερώτηση:

7. Πώς μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια του συστήματος των δυο σωμάτων



(K_1 και K_2) κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Ελαττώνεται στην αρχή και μετά αυξάνεται μέχρι να πάρει τελική τιμή που θα είναι μικρότερη της αρχικής.

Ερώτηση:

8. Η κρούση που μελετήσαμε πιο πάνω ονομάζεται ημιαστική. Ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής σε αυτό το είδος κρούσης;

Απάντηση:

Ναι

Ερώτηση:

9. Ισχύει η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας σε αυτό το είδος κρούσης;

Απάντηση:

Όχι

Ερώτηση:

10. Τα δύο σώματα μετά την κρούση μπορεί και να κινούνται με την ίδια ταχύτητα;

Απάντηση:

Όχι

3.8. Ημιαστική κρούση – 2

Ερώτηση:

1. Να υπολογίσετε την ελάχιστη ταχύτητα που πρέπει να έχει το $\Sigma_2 (u_{2, \min})$ έτσι ώστε να εκτελέσει ανακύκλωση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Για να κάνει μια ανακύκλωση το Σ_2 , θα πρέπει στο ανώτερο σημείο της κυκλικής τροχιάς η ταχύτητα του να είναι ελαφρώς μεγαλύτερη του μηδενός, άρα ουσιαστικά: $u \rightarrow 0$.

EM, κάτω = EM, πάνω \Rightarrow EK, κάτω + EΔ, κάτω = EK, πάνω + EΔ, πάνω

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m_2 (u_{2, \min})^2 + 0 = 0 + m_2 g (2 L)$$



$$\Rightarrow u_{2, \min} = (4 \text{ g L})^{1/2} = 6,32 \text{ m/s}$$

Ερώτηση:

2. Να υπολογίσετε την ελάχιστη ταχύτητα που πρέπει να έχει η $\Sigma_1(u_{1,\min})$ έτσι ώστε το Σ_2 μετά την κρούση να εκτελέσει ανακύκλωση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ελάχιστη κινητική ενέργεια του Σ_2 πρέπει να ισούται (κατ' απόλυτη τιμή) με την μεταβολή της κινητικής ενέργειας του Σ_1 . Επομένως:

$$|\Delta E_{K1}| = E_{K2,\min} \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 (u_1^2/4 - u_1^2) = \frac{1}{2} m_2 (u_{2, \min})^2$$

$$\Rightarrow 3/8 m_1 (u_{1, \min})^2 = m_2 (u_{2, \min})^2$$

$$\Rightarrow u_{1, \min} = u_{2, \min} [8 m_2 / (3 m_1)]^{1/2} = 32,64 \text{ m/s}$$

Ερώτηση:

3. Πόση μηχανική ενέργεια χάθηκε κατά την πιο πάνω κρούση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η μηχανική ενέργεια που χάθηκε ισούται με τη μεταβολή κινητικής ενέργειας του Σ_1 :

$$\Delta E_K = E_{K, \text{τελική}} - E_{K, \text{αρχική}} = \frac{1}{2} m_1 (u_1^2/4 - u_1^2) \Rightarrow \Delta E_K = -3/8 m_1 u_1^2 = -4 \text{ J}$$

4. Να υπολογίσετε τις ταχύτητες v_1 και v_2 των δύο σφαιρών μετά την κρούση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Διατήρηση ορμής:

$$m_1 u_1 - m_2 u_2 = -m_1 v_1 + m_2 v_2 \Rightarrow v_1 + 2 v_2 = -2$$

$$E_{K, \text{αρχική}} = 2 E_{K, \text{τελική}} \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = 2 (\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2) \Rightarrow v_1^2 + 6 v_2^2 = 86$$

Λύνοντας το σύστημα των δυο εξισώσεων προκύπτει:

$$v_1 = 6,98 \text{ m/s (προς τα αριστερά)} \text{ και } v_2 = 2,49 \text{ m/s (προς τα δεξιά)}$$



5.34 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ05_Αρχή διατήρησης της ορμής – Πλαστική κρούση_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 5
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ05_Αρχή διατήρησης της ορμής – Πλαστική κρούση_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	εισαγωγή, μετωπική σύγκρουση, ακίνητο εμπόδιο, παραμόρφωση, ενέργεια, πλαστική κρούση, κινητική ενέργεια, μετεωρίτης, γη, βλήμα, καρπούζι, αεροπλάνο, αεροπλανοφόρο, προκουμαία, βάρκα, σφαίρες, μετωπική σύγκρουση, σχάση, ραδιενεργός πυρήνας, πυρήνες, σύντηξη, ταχύτητα, διατήρηση ορμής, αρχική ταχύτητα, κοινή ταχύτητα, κινούμενη σφαίρα, ακίνητη σφαίρα, δορυφόροι, αντίρροπες τροχιές, ελεύθερη πτώση, κινητά σώματα, πλαστελίνη, λάστιχο, μηχανική ενέργεια, ξύλινος κύβος, συντελεστής τριβής, σφαίρα, ελατήριο, χρόνος, απόσταση, αυτοκίνητα, δοκιμή συντριβής, ασφάλεια, τέλος μαθήματος
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Πλαστική κρούση • Παραδείγματα πλαστικών κρούσεων • Αρχή διατήρησης της ορμής • Πλαστικές κρούσεις σφαιρών



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να κατανοούν την πλαστική κρούση, μέσα από πειραματικές διαδικασίες ή διατάξεις και να επιλύουν σχετικά προβλήματα
ΔΣ2	Να κατανοούν τη διατήρηση ή μη της ενέργειας στην πλαστική κρούση

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Μετωπική σύγκρουση αυτοκινήτου με ακίνητο εμπόδιο

Ερώτηση:

1. Αν η μάζα του αυτοκινήτου είναι m και η ταχύτητα πριν τη σύγκρουση είναι u , τότε η μεταβολή στην κινητική του ενέργεια κατά την κρούση είναι:

Απάντηση:

$$-1/2 m u^2$$

Ερώτηση:

2. Η κινητική ενέργεια μετατράπηκε σε:

Απάντηση:

Δυναμική, θερμότητα και ενέργεια ήχου.

Ερώτηση:

3. Ποια θα είναι η κατάσταση του αυτοκινήτου μετά την κρούση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το αυτοκίνητο θα παραμορφωθεί και θα ακινητοποιηθεί πάνω στον ακίνητο τοίχο.

**Ερώτηση:**

4. Η παραμόρφωση που υπέστη το αυτοκίνητο είναι ελαστική ή πλαστική.

Απάντηση:

5. Αν έτρεχε με μεγαλύτερη ταχύτητα το αυτοκίνητο, θα πάθαινε λιγότερη, περισσότερη ή την ίδια παραμόρφωση; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Πλαστική

Ερώτηση:

5. Αν έτρεχε με μεγαλύτερη ταχύτητα το αυτοκίνητο, θα πάθαινε λιγότερη, περισσότερη ή την ίδια παραμόρφωση; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Περισσότερη παραμόρφωση, γιατί η αρχική του ορμή θα ήταν μεγαλύτερη και συνεπώς η μεταβολή στην ορμή του θα ήταν επίσης μεγαλύτερη. Σύμφωνα με το γενικευμένο 2ο νόμο του Νεύτωνα, όσο μεγαλύτερη είναι η Δp , τόσο μεγαλύτερη είναι και η συνολική δύναμη που θα δεχτεί το αυτοκίνητο.

Ερώτηση:

6. Αν δεχτούμε ότι η κρούση ήταν τέλεια ελαστική, θα χρειαζόταν στη συνέχεια να περάσει από συνεργείο για επαναφορά του στο αρχικό σχήμα (ισιωτής); Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Αν η κρούση ήταν τέλεια ελαστική το αυτοκίνητο δε θα παραμορφωνόταν, γιατί η δύναμη που θα ασκήσει ο τοίχος πάνω στο αυτοκίνητο θα το αναγκάσει να κινηθεί προς τα πίσω με κάποια ταχύτητα.

Ερώτηση:

7. Αν δεχτούμε ότι η κρούση ήταν τέλεια ελαστική και διαρκούσε το ίδιο όπως και η πλαστική, τότε οι επιβάτες θα είχαν μεγαλύτερο ή μικρότερο κίνδυνο τραυματισμού λόγω αδράνειας, σε σχέση με την πλαστική κρούση; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Οι επιβάτες θα διέτρεχαν μεγαλύτερο κίνδυνο τραυματισμού στην περίπτωση της τέλει ελαστικής κρούσης, γιατί σε εκείνη την περίπτωση η μεταβολή στην ορμή είναι μεγαλύτερη (κατ' απόλυτη τιμή).

1.2. Μετωπική σύγκρουση δύο αυτοκινήτων**Ερώτηση:**

1. Ποια θα είναι η κατάσταση των δύο αυτοκινήτων μετά την κρούση; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Τα αυτοκίνητα θα παραμορφωθούν γιατί η ορμή τους μεταβάλλεται σε μικρό χρονικό διάστημα και, σύμφωνα με το γενικευμένο 2ο νόμο του Νεύτωνα, τα δυο οχήματα θα δεχτούν μεγάλες δυνάμεις.

Ερώτηση:

2. Η παραμόρφωση που υπέστησαν τα αυτοκίνητα είναι ελαστική ή πλαστική; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Πλαστική, γιατί είναι μόνιμη. Θα πρέπει να μεσολαβήσει κάποια εξωτερική αιτία (π.χ. μηχανικός αυτοκινήτων) προκειμένου να επανέλθει το σχήμα των οχημάτων στην αρχική μορφή.

Ερώτηση:

3. Αν τα αυτοκίνητα έτρεχαν με μεγαλύτερες ταχύτητες θα πάθαιναν λιγότερη, περισσότερη ή την ίδια παραμόρφωση; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Περισσότερη παραμόρφωση, γιατί η αρχική τους ορμή θα ήταν μεγαλύτερη και συνεπώς η μεταβολή στην ορμή τους θα ήταν επίσης μεγαλύτερη. Σύμφωνα με το γενικευμένο 2ο νόμο του Νεύτωνα, όσο μεγαλύτερη είναι η Δp , τόσο μεγαλύτερη είναι και η συνολική δύναμη που θα δεχτούν τα αυτοκίνητα.

Ερώτηση:

4. Αν δεχτούμε ότι η κρούση ήταν τέλεια ελαστική, θα χρειαζόταν στη συνέχεια να περάσουν τα αυτοκίνητα από συνεργείο για επαναφορά τους στο αρχικό σχήμα (ισιωτής); Εξηγήστε το



συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Αν η κρούση ήταν τέλεια ελαστική τα αυτοκίνητα δε θα παραμορφώνονταν, γιατί οι δυνάμεις που θα ασκηθούν πάνω τους θα τα αναγκάσει να κινηθούν προς τα πίσω με κάποια ταχύτητα.

Ερώτηση:

5. Αν δεχτούμε ότι η κρούση ήταν τέλεια ελαστική και διαρκούσε το ίδιο όπως και η πλαστική, τότε οι επιβάτες θα είχαν μεγαλύτερο ή μικρότερο κίνδυνο τραυματισμού λόγω αδράνειας, σε σχέση με την πλαστική κρούση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι επιβάτες θα διέτρεχαν μεγαλύτερο κίνδυνο τραυματισμού στην περίπτωση της τέλει ελαστικής κρούσης, γιατί σε εκείνη την περίπτωση η μεταβολή στην ορμή είναι μεγαλύτερη (κατ' απόλυτη τιμή).

Ερώτηση:

6. Η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο αυτοκινήτων μετά την κρούση είναι:

Απάντηση:

Μικρότερη σε σχέση με την αρχική κινητική ενέργεια του συστήματος.

1.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το σενάριο που παρουσιάζει η πολυμεσική παρουσίαση αποτελεί παράδειγμα πλαστικής κρούσης;

Απάντηση:

Ναι.

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το σενάριο που παρουσιάζει η πολυμεσική παρουσίαση αποτελεί παράδειγμα πλαστικής κρούσης;

Απάντηση:

Όχι.

**1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Το σενάριο που παρουσιάζει η πολυμεσική παρουσίαση αποτελεί παράδειγμα πλαστικής κρούσης;

Απάντηση:

Ναι

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Το σενάριο που παρουσιάζει η πολυμεσική παρουσίαση αποτελεί παράδειγμα πλαστικής κρούσης;

Απάντηση:

Ναι

1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το σενάριο που παρουσιάζει η πολυμεσική παρουσίαση αποτελεί παράδειγμα πλαστικής κρούσης;

Απάντηση:

Όχι

1.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης Απάντηση:

Το σενάριο που παρουσιάζει η πολυμεσική παρουσίαση αποτελεί παράδειγμα πλαστικής κρούσης;

Απάντηση:

Όχι

1.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το σενάριο που παρουσιάζει η πολυμεσική παρουσίαση αποτελεί παράδειγμα πλαστικής κρούσης;

Απάντηση:

Ναι

**1.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Ποια πρόταση που αφορά στην πλαστική κρούση είναι ορθή;

Απάντηση:

Μετά την κρούση η κινητική ενέργεια του συστήματος μειώνεται σε σχέση με την αρχική και τα δύο σώματα κινούνται με την ίδια ταχύτητα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.1. Χαρακτηριστικά πλαστικής κρούσης****Ερώτηση:**

1. Ποιο σχήμα παρουσιάζει ορθά τις δυνάμεις που ασκούν μεταξύ τους τα K_1 και K_2 κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι Γ .

Ερώτηση:

2. Πώς μεταβάλλονται οι δυνάμεις που ασκούν μεταξύ τους τα K_1 και K_2 κατά τη διάρκεια της κρούσης;

Απάντηση:

Στην αρχή αυξάνονται και μετά ελαττώνονται μέχρι να μηδενιστούν.

Ερώτηση:

3. Πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα του κάθε κινητού όσο διαρκεί η κρούση;

Απάντηση:

Του K_1 ελαττώνεται, ενώ του K_2 αυξάνεται μέχρι να γίνουν ίσες.

Ερώτηση:

4. Πώς μεταβάλλεται η ορμή του συστήματος των δυο σωμάτων (K_1 και K_2) κατά τη διάρκεια της κρούσης;

**Απάντηση:**

Παραμένει σταθερή

Ερώτηση:

5. Τι μετατροπές ενέργειας γίνονται κατά τη διάρκεια της πιο πάνω κρούσης;

Απάντηση:

Από κινητική σε ελαστική δυναμική και θερμότητα

Ερώτηση:

6. Ποια ή ποιες βασικές αρχές της Φυσικής πρέπει να εφαρμοστούν για να υπολογιστεί η κοινή ταχύτητα των δυο κινητών μετά την κρούση;

Απάντηση:

Αρχή διατήρησης της ορμής

Ερώτηση:

7. Το είδος της κρούσης που μελετήσαμε πιο πάνω όπως είπαμε ονομάζεται πλαστική. Να γράψετε ομοιότητες και διαφορές που έχει η πλαστική κρούση με την ελαστική που μελετήσαμε πιο πριν. Οι ομοιότητες και οι διαφορές να έχουν σχέση με τα πιο κάτω:

- Αρχή διατήρησης της ορμής
- Αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας
- Ιδιότητες των υλικών των σωμάτων που συγκρούονται
- Τελικές ταχύτητες των σωμάτων που συγκρούονται.

Ενδεικτική Απάντηση:

Και στις δυο κρούσεις διατηρείται η ορμή. Η τελική κινητική ενέργεια είναι μικρότερη από την αρχική κινητική ενέργεια στην περίπτωση της πλαστικής κρούσης (στην ελαστική ισούνται). Στην πλαστική κρούση οι παραμορφώσεις είναι μόνιμες (στην ελαστική είναι προσωρινές) και μετά την κρούση τα δυο σώματα συσσωματώνονται και κινούνται με μια κοινή ταχύτητα (στην ελαστική το κάθε σώμα κινείται με διαφορετική ταχύτητα μετά την κρούση).

Ερώτηση:

8. Με ποιο από τους δυο μαθητές συμφωνείτε;

**Απάντηση:**

Το Χρήστο

2.2. Πλαστικές κρούσεις σφαιρών – εφαρμογές**Ερώτηση:**

1. Δύο μπάλες έχουν $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$, $u_1 = 10 \text{ m/s}$ και $u_2 = 0 \text{ m/s}$ αντίστοιχα. Ποια θα είναι η κοινή ταχύτητα των δύο σφαιρών μετά την κρούση; Εφαρμόστε σωστά την Αρχή Διατήρησης της ορμής. Απάντηση:

5 m/s

Ερώτηση:

2. Δύο μπάλες έχουν $m_1 = m_2 = 2 \text{ kg}$, $u_1 = 5 \text{ m/s}$ και $u_2 = -5 \text{ m/s}$ αντίστοιχα. Ποια θα είναι η κοινή ταχύτητα των δύο σφαιρών μετά την κρούση;

Απάντηση:

0 m/s

Ερώτηση:

3. Δύο μπάλες έχουν $m_1 = 8 \text{ "kg"}$, $m_2 = 1 \text{ "kg"}$, $u_1 = 10 \text{ "m/s"}$ και $u_2 = 0 \text{ "m/s"}$ αντίστοιχα. Ποια θα είναι η κοινή ταχύτητα των δύο σφαιρών μετά την κρούση;

Απάντηση:

8,88 m/s

Ερώτηση:

4. Δύο μπάλες έχουν $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 3 \text{ kg}$, $u_1 = 4 \text{ m/s}$ και $u_2 = -12 \text{ m/s}$ αντίστοιχα. Ποια θα είναι η κοινή ταχύτητα των δύο σφαιρών μετά την κρούση;

Απάντηση:

-8 m/s

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η σφαίρα Σ_1 που έχει μάζα $m_1 = 1 \text{ kg}$ και ταχύτητα $u_1 = 3 \text{ m/s}$, συγκρούεται πλαστικά με αρχικά ακίνητη σφαίρα Σ_2 μάζας $m_2 = 2 \text{ kg}$. Η κοινή τους ταχύτητα μετά την κρούση είναι:

**Απάντηση:**

1m/s

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Δύο δορυφόροι ίσης μάζας περιστρέφονται πάνω στην ίδια κυκλική τροχιά με αντίθετη φορά. Σε κάποιο σημείο της διαδρομής συγκρούονται πλαστικά. Μετά την κρούση:

Απάντηση:

Θα εκτελέσουν ελεύθερη πτώση.

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στο πιο κάτω σχήμα, τα δύο κινητά σώματα K_1 και K_2 έχουν μάζες $m_1 = 3 \text{ kg}$ και $m_2 = 1 \text{ kg}$ αντίστοιχα. Αρχικά είναι ακίνητα και το λάστιχο που τα ενώνει είναι τεντωμένο. Στη συνέχεια αφήνονται ταυτόχρονα τα K_1 και K_2 να κινηθούν το ένα προς το άλλο για να συγκρουστούν πλαστικά. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα:

Απάντηση:

Θα παραμείνει ακίνητο.

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Δύο κινητά σώματα, τα K_1 και K_2 έχουν μάζες $m_1 = 2 \text{ kg}$ και $m_2 = 1 \text{ kg}$ και ταχύτητες $u_1 = 4 \text{ m/s}$ και $u_2 = -2 \text{ m/s}$ αντίστοιχα. Τα K_1 και K_2 συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά. Η μηχανική ενέργεια που μετατρέπεται σε άλλες μορφές κατά την κρούση ίση με:

Απάντηση:

12 J.

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Βλήμα μάζας m κινείται οριζόντια με ταχύτητα $u = 20 \text{ m/s}$ και σφηνώνεται μέσα σε κομμάτι ξύλου μάζας $M = 4 m$ που βρίσκεται πάνω σε οριζόντιο δάπεδο. Το συσσωμάτωμα, μετά την κρούση, ολισθαίνει πάνω στο δάπεδο και σταματά σε απόσταση $L = 2$ μόπως φαίνεται στο σχήμα. Αν $g = 10 \text{ m/s}^2$, ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ ξύλου και δαπέδου είναι:

Απάντηση:

0,4



2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ας υποθέσουμε ότι το βλήμα έχει μάζα $m = 10 \text{ g}$ και κινείται οριζόντια με άγνωστη ταχύτητα u . Συγκρούεται και σφηνώνεται σε αρχικά ακίνητο ξύλινο μπλοκ μάζας $M = 1 \text{ kg}$, που είναι κρεμασμένο από αβαρές νήμα μήκους $L = 1,5 \text{ m}$. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα κινείται προς τα δεξιά και αναγκάζει το νήμα να εκτραπεί κατά γωνία $\theta = 30^\circ$. Αν $g = 10 \text{ m/s}^2$ να υπολογίσετε την ταχύτητα u του βλήματος.

Ενδεικτική Απάντηση:

Διατήρηση ενέργειας στο ξύλινο μπλοκ: $\frac{1}{2} (M+m) v_2^2 = (M+m) g (L - L \sin\theta)$

$$\Rightarrow v = [2 g (L - L \sin\theta)]^{1/2}$$

Διατήρηση ορμής: $m u = (M+m) v \Rightarrow u = (M+m) v / m \Rightarrow u = (M+m) [2 g (L - L \sin\theta)]^{1/2} / m$

2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Σώμα μάζας m που κινείται με ταχύτητα u συγκρούεται πλαστικά με αρχικά ακίνητο σώμα μάζας M . Να αποδείξετε ότι το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μετατρέπεται κατά την κρούση σε άλλες μορφές δίνεται από την σχέση: $\frac{\Delta E}{E} = \frac{M}{M+m}$

Ενδεικτική Απάντηση:

$$\Delta E_K = E_{K, \text{τελ}} - E_{K, \text{αρχ}} = \frac{1}{2} (M+m) v^2 - \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} m u^2 [m/(M+m) - 1]$$

$$\Rightarrow \Delta E_K / E_{K, \text{αρχ}} = [m/(M+m) - 1] \Rightarrow \Delta E_K / E_K = M / (M+m)$$

2.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

- α) Να υπολογίσετε την κοινή ταχύτητα u_c των δυο μαζών αμέσως μετά την κρούση στη θέση 1.
 β) Αν η κίνηση των δυο μαζών, μέχρι να σταματήσουν στη θέση 2 είναι χωρίς τριβές, πόση απόσταση l_1 θα διανύσουν;
 γ) Αν μεταξύ δαπέδου και μάζας M εμφανίζονται δυνάμεις τριβής, η απόσταση l_2 που θα διένυε το συσσωμάτωμα μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά του γίνεται $l_2 = 0,5 l_1$. Να υπολογίσετε το πηλίκο της Μηχανικής Ενέργειας που χάνεται κατά την κρούση, προς τη Μηχανική Ενέργεια που χάνεται λόγω της τριβής του συσσωματώματος με το δάπεδο.

Ενδεικτική Απάντηση:

α) $m u = (M+m) v \Rightarrow v = m u / (M+m) = 0,01 \cdot 210 / 0,21 = 10 \text{ m/s}$

β) Η κινητική ενέργεια που έχει το συσσωμάτωμα στη θέση 1 μετατρέπεται αποκλειστικά σε δυναμική ενέργεια του ελατηρίου στη θέση 2. Επομένως:



$$\frac{1}{2} (M+m) v^2 = \frac{1}{2} K x_1^2 \Rightarrow x_1 = [(M+m) v^2 / K]^{1/2} \Rightarrow x_1 = 0,5m$$

γ) Μηχανική Ενέργεια που χάνεται κατά την κρούση:

$$\Delta E_{M1} = \Delta E_K \Rightarrow \Delta E_{M1} = \frac{1}{2} (M+m) v^2 - \frac{1}{2} m u^2 = -210J$$

Μηχανική Ενέργεια που χάνεται λόγω τριβής ισούται με τη διαφορά στη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου:

$$\Delta E_{M2} = \frac{1}{2} K x_2^2 - \frac{1}{2} K x_1^2 = \frac{1}{2} K (0,25 x_2^2 - x_1^2) = - 3/8 K x_1^2 \Rightarrow \Delta E_{M2} = - 7,875 J$$

Συνολικά: $\Delta E_{M1} / \Delta E_{M1} = 26,67$

2.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Να υπολογίσετε:

- Την ταχύτητα του συσσωματώματος μετά την κρούση.
- Τη μέση δύναμη που δέχεται το μπλοκ από το βλήμα κατά την κρούση.
- Τη χρονική διάρκεια της κρούσης.
- Την απόσταση που προχωρά το μπλοκ μέχρι να σταματήσει μετά την κρούση.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$A) m u = (M+m) v \Rightarrow v = m u / (M+m) \Rightarrow v = 3,33 \text{ m/s}$$

$$B) \text{ Για το βλήμα: } u^2 = u_0^2 + 2 \alpha \Delta x \Rightarrow 0 = 40000 + 2 \alpha 0,12 \Rightarrow \alpha = - 1,67 \times 10^5 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \alpha \Rightarrow F = 0,05 (- 1,67 \times 10^5) = - 8333,33 \text{ N}$$

Η δύναμη που δέχεται το βλήμα από το ξύλινο μπλοκ είναι ίση και αντίθετη με τη μέση δύναμη που δέχεται το μπλοκ από το βλήμα. Επομένως: $F = 8333,33 \text{ N}$

$$\Gamma) F = \Delta P / \Delta t \Rightarrow \Delta t = \Delta P / F \Rightarrow \Delta t = (M+m) v / F = 1,2 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$\Delta) F = (M+m) \alpha \Rightarrow \alpha = F / (M+m) = - 2777,78 \text{ m/s}^2$$

$$u^2 = v^2 + 2 \alpha L \Rightarrow L = v^2 / 2 \alpha \Rightarrow L = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.1. Δοκιμές συντριβής αυτοκινήτων

Ερώτηση:

- Τι είναι η δοκιμή συντριβής;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Είναι η διαδικασία κατά την οποία ένα όχημα συγκρούεται μετωπικά με ένα τοίχο. Σαν επιβάτες χρησιμοποιούνται πλαστικές κούκλες και γίνονται μετρήσεις, τόσο σχετικά με τη ζημιά που παθαίνει το όχημα, όσο και οι κούκλες.

Ερώτηση:

2. Τι επιδιώκουν να περισώσουν οι κατασκευαστές ενός αυτοκινήτου σε περίπτωση σύγκρουσής του και πώς επιτυγχάνουν αυτό το στόχο; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί η ζημιά που παθαίνουν οι επιβάτες και το αυτοκίνητο. Για να το επιτύχουν αυτό χρησιμοποιούνται αερόσακοι και ζώνες ασφαλείας και μηχανικά ελατήρια ή ελαστικά υλικά στο μπροστά μέρος του αυτοκινήτου.

Ερώτηση:

3. Τι ιδιότητες πρέπει να έχουν τα υλικά που είναι κατασκευασμένα τα διάφορα μέρη του αυτοκινήτου όπως τα υλικά της καμπίνας των επιβατών και του προφυλακτήρα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Πρέπει να έχουν ελαστικότητα έτσι ώστε να απορροφούν τη δύναμη που μεταφέρεται στο όχημα κατά την κρούση.

Ερώτηση:

4. Αν όλα τα μέρη του αυτοκινήτου ήταν κατασκευασμένα από ελαστικά υλικά μεγάλης σκληρότητας, σχολιάστε τις επιπτώσεις κρούσης του

- α) στους επιβάτες και
- β) στο ίδιο το αυτοκίνητο.

Ενδεικτική Απάντηση:

α) Οι επιβάτες θα δέχονταν μεγαλύτερες δυνάμεις, γιατί η μεταβολή στην ορμή τους θα ήταν μεγαλύτερη.

β) Το αυτοκίνητο θα εκτινασσόταν προς την αντίθετη κατεύθυνση, αλλά δε θα παραμορφωνόταν.

Ερώτηση:

5. Αν όλα τα μέρη του αυτοκινήτου ήταν κατασκευασμένα από πλαστικά υλικά μικρής



σκληρότητας, σχολιάστε τις επιπτώσεις κρούσης του

- α) στους επιβάτες και
β) στο ίδιο το αυτοκίνητο.

Ενδεικτική Απάντηση:

- α) Οι επιβάτες θα δέχονταν μικρότερες δυνάμεις, γιατί η μεταβολή στην ορμή τους θα ήταν μικρότερη.
β) Το αυτοκίνητο θα παραμορφωνόταν λιγότερο, γιατί το χρονικό διάστημα που θα διαρκούσε η κρούση θα ήταν μεγαλύτερο.

5.35 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ06_Προέλευση μαγνητικών πεδίων_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 6
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ06_Προέλευση μαγνητικών πεδίων_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, C, εισαγωγή, μαγνήτες, πυξίδες, σωληνοειδή, μαγνητικές αλληλεπιδράσεις, μαγνητικό πεδίο, ηλεκτρικό πεδίο, φορτισμένη ράβδος, μπαλόνι, μαγνητική αλληλεπίδραση, μεταλλικά σώματα, μη μεταλλικά σώματα, μαγνήτες, έλξη, ραβδόμορφος μαγνήτης, κατεύθυνση μαγνητικών γραμμών, μαγνητικές δυναμικές γραμμές, μαγνητικός βορράς, γεωγραφικός βορράς, πείραμα Oersted, προσανατολισμός πυξίδων, ρευματοφόρος αγωγός, φορά ρεύματος, ένταση ρεύματος, προσανατολισμός πυξίδας, κατεύθυνση μαγνητικού πεδίου, πυξίδα, δύναμη Laplace, μαγνήτης, μαγνητική επαγωγή, νόμος Laplace, μήκος αγωγού, πόλοι, κύκλωμα, μαγνήτιση, σιδηρομαγνητικό υλικό, συνδετηράκι, ραβδόμορφος μαγνήτης,



	μαγνητικές γραμμές, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Μαγνήτες • Πείραμα του Oersted • Μαγνητική δύναμη σε ρευματοφόρο αγωγό: η δύναμη Laplace • Μεσοσκοπική ερμηνεία μαγνήτισης

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να διερευνούν πειραματικά την αλληλεπίδραση ηλεκτρισμού και μαγνητισμού
ΔΣ2	Να διερευνούν πειραματικά το φαινόμενο κατά το οποίο τα μαγνητικά πεδία ασκούν δυνάμεις σε ρευματοφόρους αγωγούς
ΔΣ3	Να διερευνούν πειραματικά τη μορφή του μαγνητικού πεδίου σωληνοειδούς
ΔΣ4	Να γνωρίζουν και να εξηγούν την αιτία δημιουργίας μαγνητικών πεδίων.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1
<p>1.1. Μαγνήτες και μαγνητικές αλληλεπιδράσεις</p> <p>Ερώτηση:</p> <p>1. Με ποια υλικά αλληλεπιδρά ο μαγνήτης;</p>

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Με τους ραβδόμορφους και πεταλοειδείς μαγνήτες, τις πυξίδες, το ασάλι, το κοβάλτιο, το σίδηρο και με το σωληνοειδές που είναι συνδεδεμένο με εναλλασσόμενη τάση.

Ερώτηση:

2. Κάτω υπό ποιες προϋποθέσεις τα σωληνοειδή αλληλεπιδρούν με μαγνήτες;

Ενδεικτική Απάντηση:

Πρέπει να είναι συνδεδεμένα με μια τάση.

Ερώτηση:

3. Πώς μπορούμε να μετρήσουμε την αλληλεπίδραση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Μετρώντας την ένδειξη του δυναμόμετρου που συγκρατεί τον κατακόρυφο ραβδόμορφο μαγνήτη μπορούμε να υπολογίσουμε τη δύναμη της αλληλεπίδρασης.

Ερώτηση:

4. Να οργανώσετε τα υλικά σε τουλάχιστον τρεις κατηγορίες με βάση την αλληλεπίδρασή τους με το μαγνήτη.

Απάντηση:

Έλξη–Απώθηση	Έλξη	Καμία αλληλεπίδραση
ισχυρός ραβδόμορφος μαγνήτης πεταλοειδής μαγνήτης μικρή πυξίδα μεγάλη πυξίδα σωληνοειδές συνδεδεμένο με εναλλασσόμενη τάση 6 V ραβδόμορφος μαγνήτης	ασάλι σίδηρο κοβάλτιο	χάλκινο σωληνοειδές σωληνοειδές από αλουμίνιο ξύλο πλαστικό σωληνοειδές

Ερώτηση:

5. Ποιο κριτήριο χρησιμοποιήσατε για να κάνετε την ταξινόμηση των υλικών; Το κριτήριο σας χρησιμοποιήθηκε με συνέπεια; Αν όχι, να επαναλάβετε την ταξινόμηση των υλικών.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Το κριτήριο είναι το είδος της αλληλεπίδρασης:

α) Έλξη – απώθηση, β) Έλξη και γ) Καμία αλληλεπίδραση

Ερώτηση:

6. Μπορούν όλα τα είδη μαγνητικών αλληλεπιδράσεων να μετρηθούν με το ίδιο φυσικό μέγεθος ή χρειάζεται να ορίσουμε ένα διαφορετικό μέγεθος για κάθε αλληλεπίδραση; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν έχουμε μόνο ελκτική μαγνητική αλληλεπίδραση αρκεί να χρησιμοποιήσουμε την ένδειξη του δυναμόμετρου για να μετρήσουμε την μαγνητική αλληλεπίδραση. Στην περίπτωση που εμφανίζεται αλληλεπίδραση του τύπου έλξη – απώθηση, θα χρειαστούμε και δεύτερο φυσικό μέγεθος: την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται λόγω της παρουσίας του ηλεκτρικού ρεύματος.

Ερώτηση:

7. Ποιο όργανο, το οποίο φαίνεται στο εικονικό εργαστήριο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετρήσουμε τις μαγνητικές αλληλεπιδράσεις;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το δυναμόμετρο και ο μετρητής της εναλλασσόμενης τάσης.

Ερώτηση:

8. Πώς θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε τρεις μαγνήτες για να βρείτε μία μέθοδο διάκρισης ενός τύπου πόλου από έναν άλλο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Στερεώνουμε δυο όμοιους μαγνήτες σε κάποια απόσταση, έτσι ώστε οριακά να μην αλληλεπιδρούν. Στη συνέχεια τοποθετούμε ένα τρίτο μαγνήτη ανάμεσα στους δυο σταθερούς μαγνήτες και τον αφήνουμε ελεύθερο. Φροντίζουμε ώστε όλοι οι πόλοι του κάθε μαγνήτη να βρίσκονται στην ίδια διεύθυνση. Υπάρχουν τρία πιθανά σενάρια: α) Ο μεσαίος μαγνήτης να κινηθεί προς κάποιον από τους δυο ακραίους μαγνήτες, β) Ο μεσαίος μαγνήτης να παραμείνει ακίνητος και γ) Ο μεσαίος μαγνήτης να φύγει μακριά από την περιοχή ανάμεσα στους ακραίους μαγνήτες.

Ανάλογα με την κάθε περίπτωση, καταλαβαίνουμε τι είδους πόλους έχουν οι τρεις μαγνήτες.

**Ερώτηση:**

9. Να προσδιορίσετε μια σειρά από πειραματικές δοκιμές σε ένα πραγματικό εργαστήριο, οι οποίες να αποδεικνύουν ότι ένας μαγνήτης έχει τουλάχιστον δύο διαφορετικούς πόλους.

Ενδεικτική Απάντηση:

1. Χρησιμοποιούμε ένα ορθοστάτη, πάνω στον οποίο τοποθετούμε ένα ελατήριο. Στην άκρη του ελατηρίου στερεώνουμε ένα ραβδόμορφο μαγνήτη. Στη συνέχεια πλησιάζουμε ένα δεύτερο μαγνήτη και παρατηρούμε την επιμήκυνση/συσπείρωση του ελατηρίου (ανάλογα με το είδος των πόλων).

2. Χρησιμοποιούμε μια πυξίδα και παρατηρούμε τον προσανατολισμό της καθώς τοποθετούμε ένα μαγνήτη κοντά στην πυξίδα.

(Οι μαθητές να προτείνουν περισσότερα πειράματα)

Ερώτηση:

10. Υπάρχει τρόπος να αποδείξουμε ότι οι συγκεκριμένοι μαγνήτες δεν μπορούν να έχουν τρεις διαφορετικούς πόλους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Χρησιμοποιώντας δυο μαγνήτες (κάνοντας ένα συνδυασμό από όλους τους πιθανούς προσανατολισμούς) θα διαπιστώσουμε ότι υπάρχουν μόνο δυο είδη αλληλεπιδράσεις, όσοι είναι και οι διαφορετικοί πόλοι ενός μαγνήτη.

1.2. Μαγνητικό και ηλεκτρικό πεδίο**Ερώτηση:**

1. Να προβλέψετε τι θα συμβεί σε ένα μπαλόνι που κρέμεται από νήμα, αν μια φορτισμένη ράβδος τοποθετηθεί κοντά στο μπαλόνι.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το μπαλόνι θα κινηθεί προς τη ράβδο.

Ερώτηση:

2. Πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το μπαλόνι για να εξετάσουμε κατά πόσο μια ράβδος είναι φορτισμένη ή όχι;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Ναι. Πλησιάζουμε τη ράβδο κοντά σε ένα μπαλόνι και αν αυτό κινηθεί προς τη ράβδο, τότε συμπεραίνουμε ότι η ράβδος είναι φορτισμένη. Αν η ράβδος και το μπαλόνι δεν αλληλεπιδράσουν τότε η ράβδος δεν είναι φορτισμένη.

Ερώτηση:

3. Τι θα συμβεί σε ένα μπαλόνι αν ένας μαγνήτης τοποθετηθεί κοντά του;

Ενδεικτική Απάντηση:

Δε θα παρατηρηθεί κάποια αλληλεπίδραση.

Ερώτηση:

4. Να δημιουργήσετε πειραματικές διατάξεις με τους ακόλουθους συνδυασμούς και να περιγράψετε τι παρατηρείτε.

- Φορτισμένη ράβδος – μπαλόνι
- Μαγνήτης - μπαλόνι
- Φορτισμένη ράβδος – πυξίδα
- Μαγνήτης – πυξίδα

Ενδεικτική Απάντηση:

- Φορτισμένη ράβδος – μπαλόνι Το μπαλόνι κινείται προς τη ράβδο
- Μαγνήτης – μπαλόνι Δε συμβαίνει τίποτα
- Φορτισμένη ράβδος – πυξίδα Δε συμβαίνει τίποτα
- Μαγνήτης – πυξίδα Η πυξίδα κινείται

Ερώτηση:

6. Πώς μπορούμε να αποδείξουμε κατά πόσο μια μαγνητική αλληλεπίδραση είναι η ίδια ή διαφορετική από μια ηλεκτρική αλληλεπίδραση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Χρησιμοποιώντας μια φορτισμένη ράβδο, ένα μαγνήτη μια πυξίδα και ένα μπαλόνι. Στα πλαίσια της ηλεκτρικής αλληλεπίδρασης, μόνο η φορτισμένη ράβδος αλληλεπιδρά με το μπαλόνι. Στα πλαίσια της μαγνητικής αλληλεπίδρασης, μόνο ο μαγνήτης αλληλεπιδρά με την πυξίδα.

**Ερώτηση:**

10. Να προβλέψετε κατά πόσο υπάρχει μαγνητικό πεδίο γύρω από (α) μια μπαταρία, (β) ένα καλώδιο που διαρρέεται από ρεύμα, (γ) ένα μαγνήτη και (δ) ένα σωληνοειδές. Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

α) Όχι, β) Ναι, γ) Ναι, δ) όχι (εκτός και αν το σωληνοειδές διαρρέεται από ρεύμα)

Για να υπάρχει μαγνητικό πεδίο πρέπει να δημιουργούνται μαγνητικές γραμμές.

Ερώτηση:

11. Συγκρίνετε το μαγνητικό πεδίο ενός σωληνοειδούς που διαρρέεται από ρεύμα με το μαγνητικό πεδίο ενός ραβδόμορφου μαγνήτη. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Έχουν την ίδια μορφή, αλλά η φορά των μαγνητικών γραμμών στην περίπτωση του σωληνοειδούς, εξαρτάται από τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που το διαρρέει.

Ερώτηση:

12. Πώς μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς καθώς αυξάνεται το ρεύμα που το διαρρέει;

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς αυξάνεται το ρεύμα, αυξάνεται και το μαγνητικό πεδίο.

Ερώτηση:

13. Πώς μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς όταν αλλάξετε τη φορά του ρεύματος που το διαρρέει;

Ενδεικτική Απάντηση:

Αντιστρέφεται η φορά των μαγνητικών γραμμών

Ερώτηση:

14. Τι παρατηρείτε όταν η πυξίδα βρίσκεται κοντά στα άκρα του μαγνήτη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η κόκκινη πλευρά της πυξίδας, προσανατολίζεται με τη φορά των μαγνητικών γραμμών.

**Ερώτηση:**

15. Παρατηρείτε οποιαδήποτε διαφορά μεταξύ της αλληλεπίδρασης των δύο άκρων με την πυξίδα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο προσανατολισμός της πυξίδας αντιστρέφεται από το ένα άκρο στο άλλο.

Ερώτηση:

16. Τι παρατηρείτε όταν η πυξίδα βρίσκεται κοντά στο μέσο του μαγνήτη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η κόκκινη πλευρά της πυξίδας, προσανατολίζεται με τη φορά των μαγνητικών γραμμών.

Ερώτηση:

17. Τι παρατηρείτε καθώς απομακρύνετε την πυξίδα από το μέσο και τα άκρα του μαγνήτη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η κόκκινη πλευρά της πυξίδας, προσανατολίζεται με τη φορά των μαγνητικών γραμμών.

Ερώτηση:

18. Πατήστε το κουμπί «Προβολή μαγνητικού πεδίου» για να δείτε τον προσανατολισμό της πυξίδας σε διάφορα σημεία. Τι παρατηρείτε; Υπάρχουν κάποια μοτίβα ως προς τον προσανατολισμό των πυξίδων; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η κόκκινη πλευρά της πυξίδας, προσανατολίζεται πάντοτε με τη φορά των μαγνητικών γραμμών.

Ερώτηση:

19. Κάτω από ποιες συνθήκες η βελόνα της πυξίδας αλληλεπιδρά με το σωληνοειδές;

Ενδεικτική Απάντηση:

Μόνο όταν το σωληνοειδές διαρρέεται από ρεύμα παρατηρείται κάποια αλληλεπίδραση με την πυξίδα.

Ερώτηση:

20. Τι συμβολίζουν οι μαγνητικές γραμμές;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Φανερώνουν τον τρόπο που κατανέμεται το μαγνητικό πεδίο στο χώρο.

Ερώτηση:

21. Από πού ξεκινούν και πού καταλήγουν οι μαγνητικές γραμμές;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ξεκινούν από το βόρειο πόλο του μαγνήτη και καταλήγουν στο νότιο πόλο.

Ερώτηση:

22. Συγκρίνετε το μαγνητικό πεδίο ενός πεταλοειδούς μαγνήτη με το μαγνητικό πεδίο ενός ραβδόμορφου μαγνήτη. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Και στις δυο περιπτώσεις οι μαγνητικές γραμμές ξεκινούν από το βόρειο πόλο του μαγνήτη και καταλήγουν στο νότιο πόλο. Στην περίπτωση του πεταλοειδούς μαγνήτη, οι γραμμές περιορίζονται στην περιοχή γύρω από τους πόλους (λόγω της γεωμετρίας του μαγνήτη).

Ερώτηση:

23. Συγκρίνετε το μαγνητικό πεδίο δύο μαγνητών που έλκονται με το μαγνητικό πεδίο δύο μαγνητών που απωθούνται. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν οι μαγνήτες έλκονται, οι μαγνητικές γραμμές είναι κλειστές στην περιοχή ανάμεσα στους μαγνήτες, ενώ όταν απωθούνται είναι ανοικτές.

Ερώτηση:

24. Θα μπορούσε μια πυξίδα να μας βοηθήσει να μετρήσουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όσο πιο έντονα και γρήγορα κινείται η πυξίδα, τόσο πιο μεγάλη είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Ερώτηση:

25. Στην επιφάνεια της γης, η βελόνα μιας πυξίδας δείχνει προς το Γεωγραφικό Βορρά. Αν



ερμηνεύσουμε ως μαγνητική αυτή την αλληλεπίδραση, ποιοι δύο μαγνήτες εμπλέκονται; Να προσδιορίσετε τους πόλους των δύο μαγνητών.

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι δυο μαγνήτες είναι οι πόλοι της Γης. Ο ένας είναι βόρειος και ο άλλος είναι νότιος.

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης

Επιλέξτε τα αντικείμενα που αλληλεπιδρούν με τους μαγνήτες.

Απάντηση:



1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ο μαθητής βρίσκει ότι:

- τα άκρα 1Α και 2Α έλκονται μεταξύ τους
- τα άκρα 1Α και 3Α έλκονται μεταξύ τους
- το αντικείμενο 2 και το αντικείμενο 3 δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους

Ταξινόμησε τα τρία αντικείμενα σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του μαθητή. Είναι κάποιο από τα αντικείμενα 1, 2 και 3 μαγνήτης; Εξήγησε το συλλογισμό σου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το αντικείμενο 1 είναι μαγνήτης (αφού έλκει τα άλλα 2), ενώ τα άλλα δυο είναι μεταλλικά (αφού έλκονται από το αντικείμενο 1) αντικείμενα αλλά δεν είναι μαγνήτες (αφού δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους).

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Αποφασίστε κατά πόσο κάθε μία από τις ακόλουθες δηλώσεις είναι σωστή ή λανθασμένη. Για κάθε



δήλωση, να εξηγήσετε το συλλογισμό σας.

1. Ο κύβος 1 είναι σίγουρα μαγνήτης.

Ενδεικτική Απάντηση:

Λάθος, γιατί μπορεί να είναι ένα σιδερένιο αντικείμενο (αν τα 2 και 3 είναι μαγνήτες, τα 4 και 5 είναι πλαστικά).

Ερώτηση:

Αποφασίστε κατά πόσο κάθε μία από τις ακόλουθες δηλώσεις είναι σωστή ή λανθασμένη. Για κάθε δήλωση, να εξηγήσετε το συλλογισμό σας.

2. Ο κύβος 1 και ο κύβος 3 είναι σίγουρα μαγνήτες.

Ενδεικτική Απάντηση:

Λάθος, γιατί ο κύβος 1 μπορεί να είναι ένα σιδερένιο αντικείμενο (αν τα 2 και 3 είναι μαγνήτες, τα 4 και 5 είναι πλαστικά).

Ερώτηση:

Αποφασίστε κατά πόσο κάθε μία από τις ακόλουθες δηλώσεις είναι σωστή ή λανθασμένη. Για κάθε δήλωση, να εξηγήσετε το συλλογισμό σας.

3. Ο κύβος 4 δεν είναι ούτε μαγνήτης, ούτε σιδηρομαγνήτης.

Ενδεικτική Απάντηση:

Σωστό. Αν ήταν μαγνήτης τότε ο κύβος 1 θα έπρεπε να ήταν πλαστικό (γιατί η 1A δεν αλληλεπιδρά με την 4B), αλλά αυτό είναι αδύνατον γιατί η 1A αλληλεπιδρά με τις 2B και 3A. Επιπλέον, αν ήταν σιδηρομαγνήτης τότε ο κύβος 1 θα έπρεπε να ήταν επίσης σιδηρομαγνήτης (γιατί η 1A και η 4B δεν αλληλεπιδρούν, ενώ ταυτόχρονα η 1A αλληλεπιδρά με τις 3A και 2B) και κατά συνέπεια ο κύβος 3 θα έπρεπε να ήταν μαγνήτης (γιατί η 3A αλληλεπιδρά με την 1A). Αυτό όμως είναι αδύνατο γιατί η 3A δεν αλληλεπιδρά με τη 4B.

Ερώτηση:

Αποφασίστε κατά πόσο κάθε μία από τις ακόλουθες δηλώσεις είναι σωστή ή λανθασμένη. Για κάθε δήλωση, να εξηγήσετε το συλλογισμό σας.

4. Ο κύβος 5 ίσως είναι μαγνήτης.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Λάθος, γιατί αν ο κύβος 5 ήταν μαγνήτης τότε ο κύβος 3 θα έπρεπε να ήταν πλαστικό, το οποίο είναι αδύνατον (γιατί 3Α αλληλεπιδρά με 1Α).

1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Επιλέξτε το σχήμα στο οποίο παρουσιάζονται σωστά οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές. Θυμηθείτε ότι οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές είναι πάντοτε κλειστές και κατευθύνονται από το βόρειο πόλο του μαγνήτη προς το νότιο πόλο του μαγνήτη.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι Γ.

1.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Επιλέξτε το σχήμα στο οποίο παρουσιάζονται σωστά οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές. Θυμηθείτε ότι οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές είναι πάντοτε κλειστές και κατευθύνονται από το βόρειο πόλο του μαγνήτη προς το νότιο πόλο του μαγνήτη.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι Α.

1.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Επιλέξτε το σχήμα στο οποίο παρουσιάζονται σωστά οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές. Σκεφτείτε ποια είναι η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος και πώς πρέπει να είναι οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται λόγω του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι Β.

1.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Μια Κυριακή πάτε εκδρομή στο δάσος και χάνεστε. Για καλή σας τύχη έχετε μαζί σας μια πυξίδα. Πώς μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την πυξίδα για να βρείτε το δρόμο σας; (Σημείωση: Στην απάντησή σας να συμπεριλάβετε όσες περισσότερες λεπτομέρειες μπορείτε).

Ενδεικτική Απάντηση:

Η πυξίδα δείχνει πάντοτε προς το γεωγραφικό βορρά. Άρα, καθώς περπατούμε θα βλέπουμε προς τα πού είναι ο βορράς και θα βρίσκουμε την απόκλιση από αυτή την κατεύθυνση.

**ΕΝΟΤΗΤΑ 2****2.1. Πείραμα του Oersted****Ερώτηση:**

1. Τι συμβαίνει στις πυξίδες όταν κλείνετε το διακόπτη του κυκλώματος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Μετακινούνται προς κάποια συγκεκριμένη κατεύθυνση (προσανατολίζονται με τις μαγνητικές γραμμές).

Ερώτηση:

2. Τι προκαλεί την αλλαγή του προσανατολισμού των βελόνων των πυξίδων;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ύπαρξη ενός μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται λόγω του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

Ερώτηση:

3. Τι παρατηρείτε ως προς το μαγνητικό πεδίο του ρευματοφόρου αγωγού;

Ενδεικτική Απάντηση:

Σχηματίζει επίπεδους κυκλικούς δακτύλιους κάθετους στη διεύθυνση του αγωγού.

Ερώτηση:

4. Αντιστρέψτε τη φορά του ρεύματος (κάνοντας κλικ στην μπαταρία) και περιγράψτε τι παρατηρείτε ως προς τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές.

Ενδεικτική Απάντηση:

Αλλάζει ο προσανατολισμός των πυξίδων και των μαγνητικών γραμμών.

Ερώτηση:

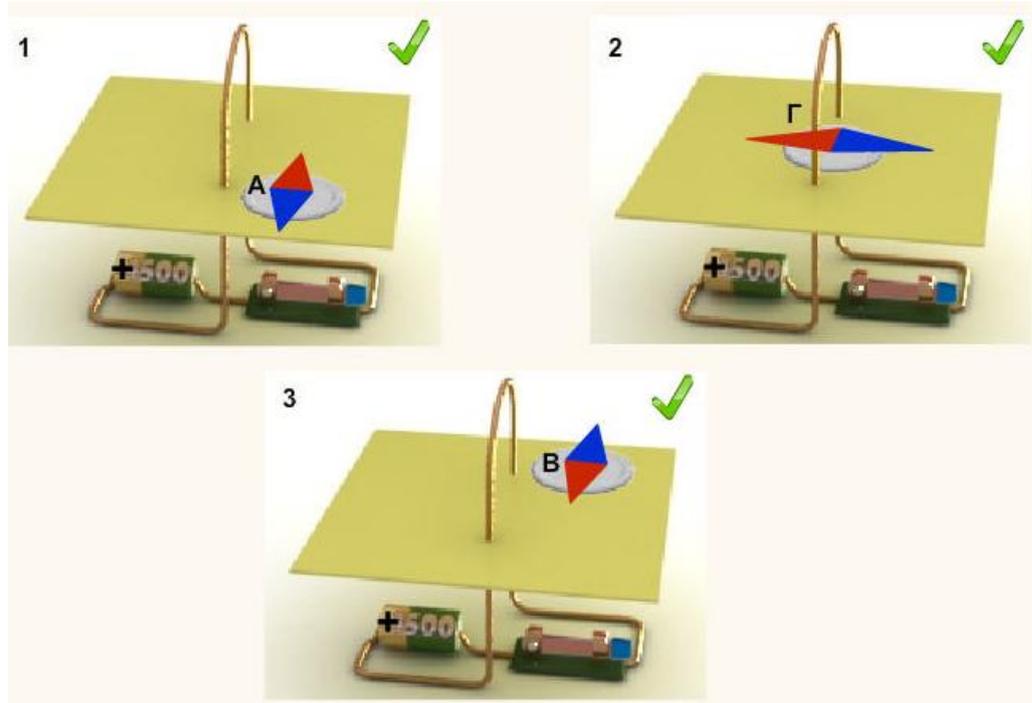
5. Διαφοροποιείστε την ένταση του ρεύματος που διαπερνά τον αγωγό και παρατηρήστε την επίδραση στη μαγνητική βελόνα της πυξίδας. Τι μπορείτε να συμπεράνετε;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Η πυξίδα κινείται πιο έντονα. Αυξάνεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου.

2.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

Επιλέξτε και τοποθετήστε την κατάλληλη πυξίδα στο καθένα από τα πιο κάτω κυκλώματα:

Απάντηση:**2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**

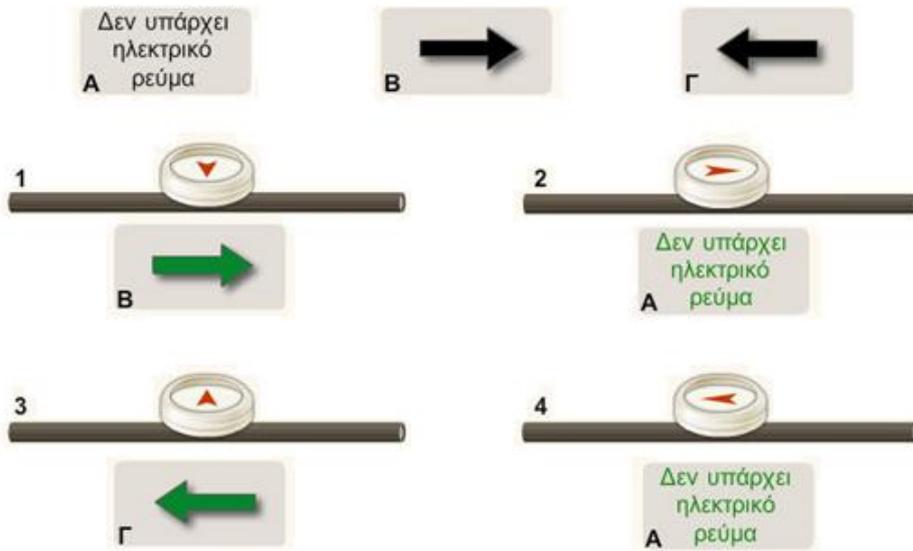
Μία πυξίδα τοποθετείται κοντά σε ένα κατάλληλα διαμορφωμένο ρευματοφόρο καλώδιο. Καθορίστε την κατεύθυνση στην οποία θα δείχνει η πυξίδα (κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου), όταν αυτή τοποθετηθεί σε κάθε μία από τις τρεις θέσεις που φαίνονται στα πιο κάτω διαγράμματα. Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Απάντηση:**2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω**

Τα τέσσερα διαγράμματα δείχνουν οριζόντια καλώδια. Σε κάθε περίπτωση μία πυξίδα τοποθετείται ακριβώς πάνω από το καλώδιο. Καθορίστε κατά πόσο διαρρέεται το καλώδιο κάθε διαγράμματος από ρεύμα, και για όσα καλώδια διαρρέονται από ρεύμα, δείξτε την κατεύθυνση του ρεύματος;



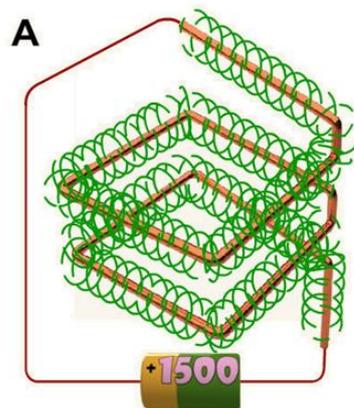
Απάντηση:



2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Επιλέξτε το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται στην περίπτωση του πιο κάτω ρευματοφόρου αγωγού:

Απάντηση:



2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Επιλέξτε το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται στην περίπτωση του πιο κάτω ρευματοφόρου αγωγού:

**Απάντηση:****ΕΝΟΤΗΤΑ 3****3.1. Η δύναμη Laplace****Ερώτηση:**

1. Αλλάξετε τη φορά του ρεύματος ή τη θέση του μαγνήτη και καταγράψτε τι συμβαίνει στο ρευματοφόρο αγωγό.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο αγωγός εκτρέπεται προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Ερώτηση:

2. Γιατί πιστεύετε ότι ο αγωγός κινείται άλλοτε προς την έξω μεριά του πεταλοειδή μαγνήτη και άλλοτε προς την εσωτερική μεριά;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί ασκείται πάνω του μια δύναμη, η οποία αλλάζει φορά ανάλογα με τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που διαπερνά τον αγωγό ή ανάλογα με την κατεύθυνση με τη φορά των μαγνητικών γραμμών.

Ερώτηση:

3. Υπάρχει κάποια δύναμη που το αναγκάζει να κινηθεί; Από ποιους παράγοντες πιστεύετε ότι εξαρτάται αυτή η δύναμη;

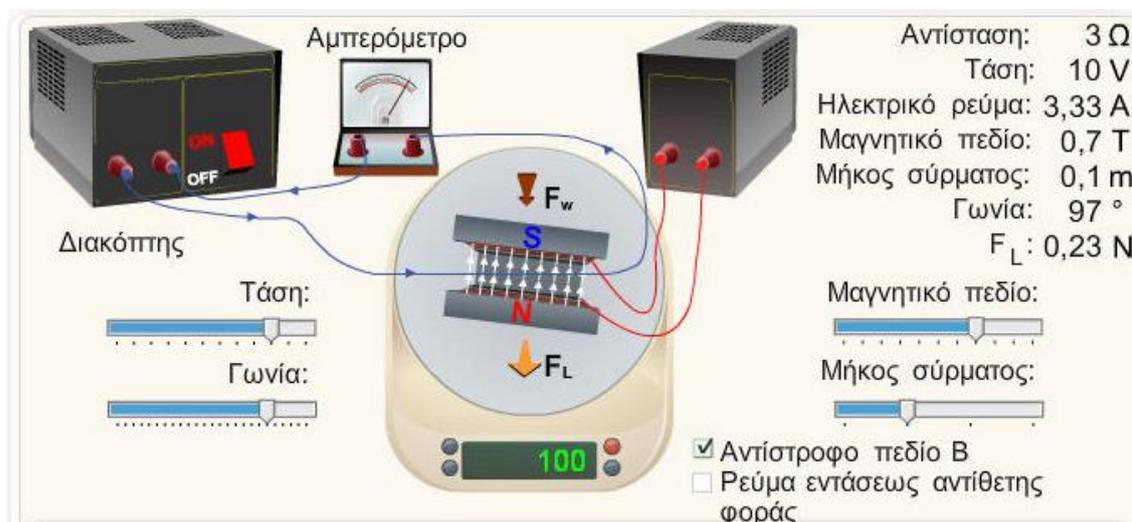
**Ενδεικτική Απάντηση:**

Ναι, υπάρχει κάποια δύναμη. Εξαρτάται από την ένταση και τη φορά του ηλεκτρικού πεδίου, από την ένταση και τη φορά του μαγνητικού πεδίου και από το μήκος του αγωγού.

3.2. Νόμος Laplace: Μαγνητική επαγωγή**Ερώτηση:**

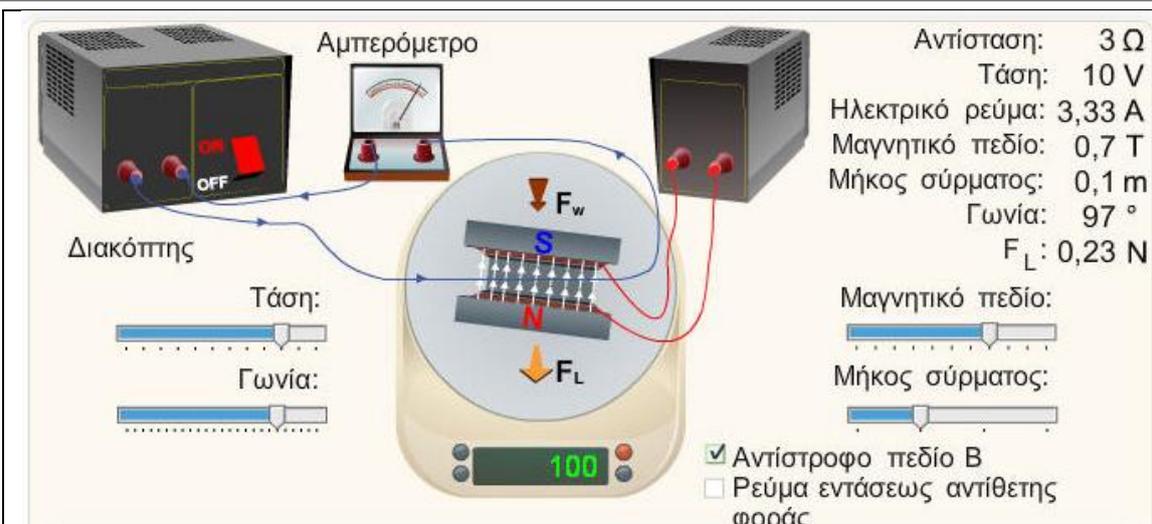
1. Να μεταβάλλετε την ένταση του ρεύματος, διατηρώντας όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές.

- Τι παρατηρείτε ως προς το ηλεκτρονικό δυναμόμετρο;
- Που νομίζετε ότι οφείλεται η αλλαγή στην αρχική ένδειξη του ηλεκτρονικού δυναμόμετρου;
- Τι διαπιστώνετε για τη δύναμη Laplace;

**Ερώτηση:**

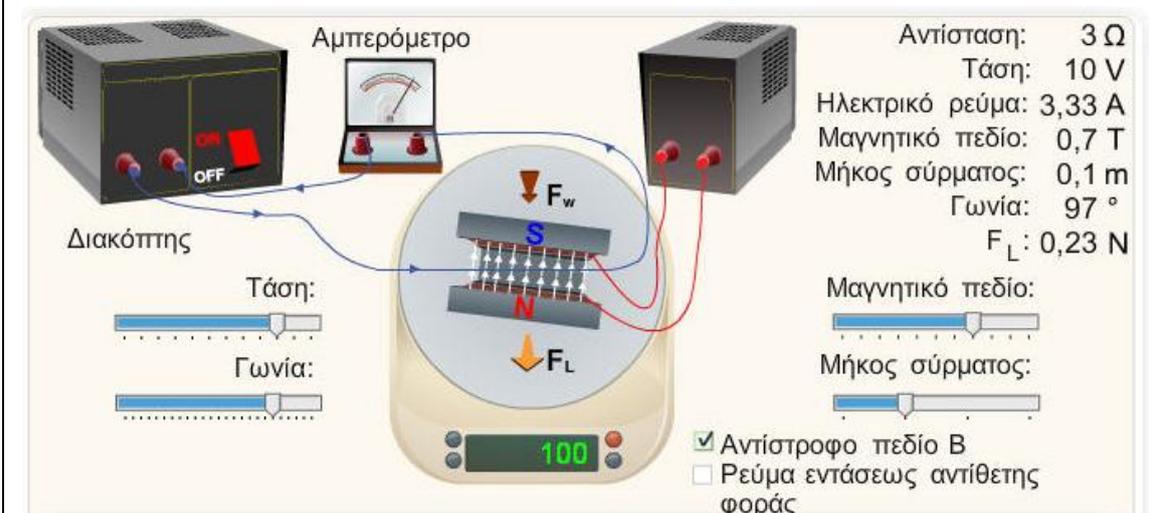
2. Να μεταβάλλετε το μήκος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο, διατηρώντας όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές.

- Τι παρατηρείτε ως προς το ηλεκτρονικό δυναμόμετρο;
- Που νομίζετε ότι οφείλεται η αλλαγή στην αρχική ένδειξη του ηλεκτρονικού δυναμόμετρου;
- Τι διαπιστώνετε για τη δύναμη Laplace;

**Ερώτηση:**

3. Να μεταβάλλετε τη γωνία που σχηματίζει ο ρευματοφόρος αγωγός με τις μαγνητικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ($\varphi \neq 90^\circ$), διατηρώντας όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές.

- Τι παρατηρείτε ως προς το ηλεκτρονικό δυναμόμετρο;
- Που νομίζετε ότι οφείλεται η αλλαγή στην αρχική ένδειξη του ηλεκτρονικού δυναμόμετρου;
- Τι διαπιστώνετε για τη δύναμη Laplace;

**Ερώτηση:**

4. Να μεταβάλλετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου B, διατηρώντας όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές.

- Τι παρατηρείτε ως προς το ηλεκτρονικό δυναμόμετρο;
- Που νομίζετε ότι οφείλεται η αλλαγή στην αρχική ένδειξη του ηλεκτρονικού δυναμόμετρου;
- Τι διαπιστώνετε για τη δύναμη Laplace;



Αμπερόμετρο

Διακόπτης

Τάση:

Γωνία:

Αντίσταση: 3Ω
 Τάση: 10 V
 Ηλεκτρικό ρεύμα: $3,33 \text{ A}$
 Μαγνητικό πεδίο: $0,7 \text{ T}$
 Μήκος σύρματος: $0,1 \text{ m}$
 Γωνία: 97°
 $F_L: 0,23 \text{ N}$

Μαγνητικό πεδίο:

Μήκος σύρματος:

Αντίστροφο πεδίο B
 Ρεύμα εντάσεως αντίθετης φοράς

Ερώτηση:

5. Από ποιους παράγοντες πιστεύετε ότι εξαρτάται η δύναμη Laplace; Πώς καταλήξατε σε αυτό το συμπέρασμα;

Αμπερόμετρο

Διακόπτης

Τάση:

Γωνία:

Αντίσταση: 3Ω
 Τάση: 10 V
 Ηλεκτρικό ρεύμα: $3,33 \text{ A}$
 Μαγνητικό πεδίο: $0,7 \text{ T}$
 Μήκος σύρματος: $0,1 \text{ m}$
 Γωνία: 97°
 $F_L: 0,23 \text{ N}$

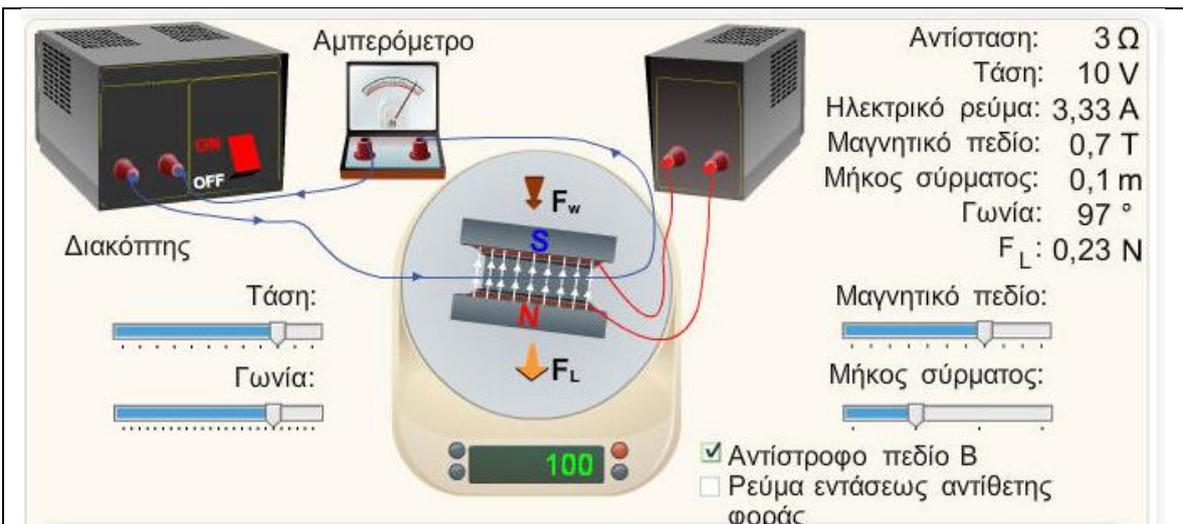
Μαγνητικό πεδίο:

Μήκος σύρματος:

Αντίστροφο πεδίο B
 Ρεύμα εντάσεως αντίθετης φοράς

Ερώτηση:

6. Έχετε ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο το οποίο κινείται με ταχύτητα u , μέσα σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Πώς θα κινηθεί το φορτισμένο σωματίδιο μέσα στο πεδίο B ; (Υπόδειξη: Τι σχέση έχει το ρεύμα με το φορτίο;)



3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

1. Στο σχήμα που βλέπετε, έχετε ένα μαγνήτη και ένα κύκλωμα, του οποίου το καλώδιο βρίσκεται ανάμεσα στους δύο πόλους του μαγνήτη.

- A) Τι νομίζετε ότι θα συμβεί όταν κλείσει ο διακόπτης;
- B) Αν αντιστραφεί η φορά του ρεύματος, τι νομίζετε ότι θα συμβεί;
- Γ) Αν αντιστρέψουμε το μαγνήτη, τι νομίζετε ότι θα συμβεί;

Ενδεικτική Απάντηση:

- α) Ο αγωγός θα εκτραπεί από την αρχική του θέση.
- β) Ο αγωγός θα εκτραπεί προς την αντίθετη κατεύθυνση.
- γ) Ο αγωγός θα εκτραπεί προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Ερώτηση:

2. Ο αρχικά ακίνητος αγωγός ΚΛ μπορεί να κινείται χωρίς τριβές πάνω στις μεταλλικές ράγες του σχήματος. Αν ο διακόπτης Δ κλείσει, να εξηγήσετε:

- A) Τι θα συμβεί στον αγωγό;
- B) Τι θα συμβεί στον αγωγό, αν αλλάξει η πολικότητα της διαφοράς δυναμικού;
- Γ) Τι θα συμβεί στον αγωγό, αν αλλάξει η φορά του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

- A) Τι θα συμβεί στον αγωγό; Θα αρχίσει να κινείται.
- B) Τι θα συμβεί στον αγωγό, αν αλλάξει η πολικότητα της διαφοράς δυναμικού; Θα κινηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση.
- Γ) Τι θα συμβεί στον αγωγό, αν αλλάξει η φορά του μαγνητικού πεδίου;



Θα κινηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4

4.1. Μαγνητική σιδηρομαγνητικών υλικών

Ερώτηση:

1. Τοποθετήστε το συνδετηράκι κοντά στο ένα άκρο του μαγνήτη και κρατήστε το εκεί μέχρι το χρονόμετρο να σταματήσει. Στη συνέχεια, φέρτε το κοντά στη πυξίδα και καταγράψτε τι παρατηρείτε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η πυξίδα αρχίζει να κινείται.

Ερώτηση:

2. Ποιο άκρο του συνδετήρα στο προηγούμενο πείραμα ήταν ο βόρειος πόλος του και ποιος ο νότιος;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το άκρο Α είναι ο βόρειος πόλος και το άκρο Β είναι ο νότιος πόλος.

Ερώτηση:

3. Πρέπει να βρίσκονται σε άμεση επαφή ο μαγνήτης και το συνδετηράκι για να μαγνητιστεί το δεύτερο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, κατ' ανάγκη.

Ερώτηση:

4. Θα μαγνητιζόταν ένα συνδετηράκι αν βρισκόταν στις πιο πάνω θέσεις; Αν ναι, πού θα βρίσκονται οι μαγνητικοί του πόλοι;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ναι, μαγνητίζεται το συνδετηράκι σε όλες τις θέσεις. Οι πόλοι καθορίζονται από τη φορά των μαγνητικών γραμμών.

**Ερώτηση:**

5. Προβλέψτε ποια από τα συνδετηράκια της πιο πάνω εικόνας θα μαγνητιστούν και πού θα βρίσκονται οι πόλοι τους αν τα αφήσουμε για 5 λεπτά περίπου στις συγκεκριμένες θέσεις.

Ενδεικτική Απάντηση:

Θα μαγνητιστούν όλα. Οι πόλοι καθορίζονται από τη φορά των μαγνητικών γραμμών.

Ερώτηση:

6. Ποιο συνδετηράκι πιστεύετε ότι θα μαγνητιστεί πιο εύκολα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το συνδετηράκι 5.

Ερώτηση:

7. Ποιο συνδετηράκι θα μαγνητιστεί σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το συνδετηράκι 5.

Ερώτηση:

8. Από ποιους παράγοντες πιστεύετε ότι επηρεάζεται η μαγνήτιση του κάθε συνδετήρα;

Ενδεικτική Απάντηση:

Από την ένταση του μαγνητικού πεδίου και το υλικό του συνδετήρα.

Ερώτηση:

9. Υπάρχει σχέση μεταξύ της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο και του χρόνου που χρειάζεται για να μαγνητιστεί ένα συνδετηράκι σε εκείνο το σημείο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ναι. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου τόσο λιγότερος χρόνος χρειάζεται για να μαγνητιστεί το συνδετηράκι.

4.2. Μαγνητικό πεδίο ραβδόμορφου μαγνήτη**Ερώτηση:**

1. Τοποθετήστε ένα μικρό μαγνήτη στον πάγκο εργασίας σας. Πλησιάστε την πυξίδα στα άκρα και



το μέσο του μαγνήτη. Τι παρατηρείτε; Σε ποια σημεία είναι ισχυρότερο το μαγνητικό πεδίο; Σημείωση: Η βελόνα της πυξίδας ακινητοποιείται σε μικρότερο χρονικό διάστημα σε σημεία όπου το μαγνητικό πεδίο είναι ισχυρότερο από το μαγνητικό πεδίο άλλων σημείων.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η πυξίδα κινείται πιο έντονα όταν το πεδίο είναι πιο έντονο και συνεπώς ακινητοποιείται πιο γρήγορα. Επομένως, πιο ισχυρό είναι το πεδίο στα άκρα του μαγνήτη παρά στο κέντρο.

Ερώτηση:

2. Πατήστε το κουμπί «Μαγνητικό πεδίο». Τι παρατηρείτε σχετικά με τη κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου και τον προσανατολισμό των πυξίδων;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η κόκκινη πλευρά της πυξίδας, προσανατολίζεται με τη φορά των μαγνητικών γραμμών.

Ερώτηση:

3. Τοποθετήστε δύο μικρούς μαγνήτες στον πάγκο εργασίας σας και ενώστε τους. Πλησιάστε την πυξίδα στα άκρα και το μέσο του μαγνήτη. Τι παρατηρείτε; Συγκρίνετε τις παρατηρήσεις σας με αυτές της ερώτησης 1, όταν χρησιμοποιήσατε ένα μαγνήτη. Σε ποια σημεία είναι ισχυρότερο το μαγνητικό πεδίο; Σημείωση: Η βελόνα της πυξίδας ακινητοποιείται σε μικρότερο χρονικό διάστημα σε σημεία όπου το μαγνητικό πεδίο είναι ισχυρότερο από το μαγνητικό πεδίο άλλων σημείων.

Ενδεικτική Απάντηση:

Οι δυο μαγνήτες μετατρέπονται σε ένα μαγνήτη. Το μαγνητικό πεδίο είναι ισχυρότερο στα άκρα του διπλού μαγνήτη παρά στο μέσο του (εκεί όπου ενώνονται οι δυο μαγνήτες).

Ερώτηση:

4. Πατήστε το κουμπί Μαγνητικό πεδίο. Τι παρατηρείτε σχετικά με τη κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου και τον προσανατολισμό των πυξίδων; Συγκρίνετε τις παρατηρήσεις σας με αυτές της ερώτησης 1, όταν χρησιμοποιήσατε ένα μαγνήτη.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η κόκκινη πλευρά της πυξίδας, προσανατολίζεται με τη φορά των μαγνητικών γραμμών.

Ερώτηση:

5. Όταν ενώσουμε δύο ραβδόμορφους μαγνήτες, συμπεριφέρονται ως ένας μαγνήτης ή δύο ξεχωριστοί μαγνήτες; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Η αλληλεπίδραση της πυξίδας φανερώνει τη μορφή των μαγνητικών γραμμών. Συνεπώς, συμπεραίνουμε ότι όταν ενώνουμε δυο ραβδόμορφους μαγνήτες συμπεριφέρονται ως ένας μαγνήτης.

Ερώτηση:

6. Τοποθετήστε τέσσερις μικρούς μαγνήτες στον πάγκο εργασίας σας και ενώστε τους. Πλησιάστε την πυξίδα στα άκρα και το μέσο του μαγνήτη (τοποθετήστε την στα προκαθορισμένα σημεία). Τι παρατηρείτε; Συγκρίνετε τις παρατηρήσεις σας με αυτές των ερωτήσεων 1 και 3, όταν χρησιμοποιήσατε ένα και δύο μαγνήτες, αντίστοιχα. Σε ποια σημεία είναι ισχυρότερο το μαγνητικό πεδίο; Σημείωση: Η βελόνα της πυξίδας ακινητοποιείται σε μικρότερο χρονικό διάστημα σε σημεία όπου το μαγνητικό πεδίο είναι ισχυρότερο από το μαγνητικό πεδίο άλλων σημείων.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η αλληλεπίδραση της πυξίδας φανερώνει τη μορφή των μαγνητικών γραμμών. Συνεπώς, συμπεραίνουμε ότι όταν ενώνουμε 4 ραβδόμορφους μαγνήτες συμπεριφέρονται ως ένας μαγνήτης.

Ερώτηση:

7. Πατήστε το κουμπί Μαγνητικό πεδίο. Τι παρατηρείτε σχετικά με τη κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου και τον προσανατολισμό των πυξίδων; Συγκρίνετε τις παρατηρήσεις σας με αυτές των ερωτήσεων 1 και 3, όταν χρησιμοποιήσατε ένα και δύο μαγνήτες, αντίστοιχα.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η κόκκινη πλευρά της πυξίδας, προσανατολίζεται με τη φορά των μαγνητικών γραμμών.

Ερώτηση:

8. Όταν ενώσουμε τέσσερις ραβδόμορφους μαγνήτες, συμπεριφέρονται ως ένας μαγνήτης ή τέσσερις ξεχωριστοί μαγνήτες; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν ενώνουμε 4 ραβδόμορφους μαγνήτες συμπεριφέρονται ως ένας μαγνήτης. Αυτό φανεώνει η μορφή των μαγνητικών γραμμών.

**Ερώτηση:**

9. Χωρίστε τους τέσσερις μαγνήτες σε 2 ζεύγη μαγνητών κάνοντας κλικ πάνω στο μέσο του μαγνήτη. Τι συμβαίνει στο σημείο Z; Ποια η φορά του πεδίου; Συγκρίνετε τη φορά του πεδίου στο σημείο Z με τη φορά του πεδίου στο σημείο Δ. Τι παρατηρείτε; Σε ποια σημεία είναι ισχυρότερο το μαγνητικό πεδίο; Σημείωση: Η βελόνα της πυξίδας ακινητοποιείται σε μικρότερο χρονικό διάστημα σε σημεία όπου το μαγνητικό πεδίο είναι ισχυρότερο από το μαγνητικό πεδίο άλλων σημείων.

Ενδεικτική Απάντηση:

Στο σημείο Z το μαγνητικό πεδίο είναι πιο ισχυρό και έχει φορά από το βόρειο πόλο προς το νότιο πόλο. Στα σημεία Δ και Z το πεδίο έχει την ίδια φορά. Το πεδίο είναι ισχυρότερο στους πόλους των δυο ζευγαριών από μαγνήτες.

Ερώτηση:

10. Χωρίστε τους τέσσερις μαγνήτες σε 2 ζεύγη μαγνητών κάνοντας κλικ στο μέσο του μαγνήτη. Συγκρίνετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στα δύο σημεία Z και Δ. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένταση στο σημείο Z είναι μεγαλύτερη από την ένταση στο σημείο Δ.

Ερώτηση:

11. Τι προτείνουν τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων για την ένταση και τη φορά του μαγνητικού πεδίου στην παρουσία ενός ραβδόμορφου μαγνήτη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Φορά: Από το βόρειο πόλο προς το νότιο πόλο του μαγνήτη.

Ένταση: Μεγαλύτερη στους πόλους του μαγνήτη, μικρότερη στο μέσο του μαγνήτη.

4.3. Παράγοντες που επηρεάζουν το μαγνητικό πεδίο ραβδόμορφου μαγνήτη**Ερώτηση:**

1. Τοποθετήστε τα φύλλα από χαρτί, πλαστικό, ξύλο, και σίδηρο μεταξύ του μαγνήτη και του συνδετήρα. Ποια υλικά προκαλούν την πτώση του συνδετήρα και ποια όχι;

Ενδεικτική Απάντηση:

Πτώση του συνδετήρα προκαλεί μόνο ο σίδηρος.

**Ερώτηση:**

2. Τι μπορείτε να συμπεράνετε για τη συμπεριφορά του συνδετήρα όταν παρεμβάλλονται σιδηρομαγνητικά αντικείμενα μεταξύ μαγνήτη και συνδετήρα. Εξηγήστε. (Υπενθύμιση: Μη ξεχνάτε όσα μάθατε για τους ραβδόμορφους μαγνήτες και το μαγνητικό τους πεδίο, και τα σιδηρομαγνητικά υλικά.)

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο συνδετήρας απομαγνητίζεται όταν παρεμβάλλεται σιδηρομαγνητικό υλικό ανάμεσα στο μαγνήτη και το συνδετήρα.

Ερώτηση:

3. Α. Μαγνητίστε το συνδετήρα τοποθετώντας τον πάνω στο μαγνήτη. Μετά πλησιάστε τον κοντά στην πυξίδα. Τι παρατηρείτε;

Β. Αμέσως μετά, πάρτε το συνδετήρα και αφού τον θερμάνετε, με τη βοήθεια του λύχνου ή κτυπώντας τον με το σφυρί, πλησιάστε την πυξίδα ξανά. Τι παρατηρείτε αυτή τη φορά;

Ενδεικτική Απάντηση:

Α) Η πυξίδα αλληλεπιδρά με το συνδετήρα.

Β) Η πυξίδα δεν αλληλεπιδρά με το συνδετήρα.

Ερώτηση:

4. Ποιο συμπέρασμα μπορούμε να εξαγάγουμε σχετικά με το μαγνητικό πεδίο ενός μαγνητισμένου σιδηρομαγνητικού υλικού και τη θέρμανση του συγκεκριμένου υλικού;

Ενδεικτική Απάντηση:

Αν θερμάνουμε ένα μαγνητισμένο σιδηρομαγνητικό υλικό, τότε αυτό απομαγνητίζεται.

4.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

1. Εάν ενώσουμε το βόρειο με το νότιο πόλο 30 ραβδόμορφων μαγνητών, σαν αυτούς του εικονικού εργαστηρίου της υποενότητας Μαγνητικό πεδίο ραβδόμορφου μαγνήτη, πόσους μαγνήτες θα έχουμε στη διάθεσή μας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Θα έχουμε μόνο ένα μαγνήτη στη διάθεσή μας.

**Ερώτηση:**

2. Η βελόνα μιας πυξίδας όταν βρεθεί κοντά σε ένα ισχυρό μαγνήτη μπορεί να αλλάξει την πολικότητά της;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, αυτό δε συμβαίνει.

Ερώτηση:

3. Ένα σιδηρομαγνητικό αντικείμενο μπορεί να μαγνητιστεί, όταν τοποθετηθεί κοντά στον πόλο ενός μαγνήτη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, αυτό ακριβώς θα συμβεί.

Ερώτηση:

4. Μπορεί ένας μαγνήτης να είναι πιο ισχυρός από έναν άλλο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ναι, ανάλογα με το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένος και τη διάταξη των μορίων του.

Ερώτηση:

5. Εάν ένας μαγνήτης ριχθεί επανειλημμένες φορές στο έδαφος, τι μπορεί να του συμβεί;

Ενδεικτική Απάντηση:

Μπορεί να απομαγνητιστεί, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του.

Ερώτηση:

6. Συμφωνεί το σχέδιό σας με αυτά που μάθατε για το πώς μαγνητίζονται τα αντικείμενα; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το σχέδιο συμφωνεί, γιατί όταν απομακρυνθεί ο μαγνήτης τότε οι πόλοι του σιδηρομαγνητικού αντικειμένου θα έχουν το σωστό προσανατολισμό.

Ερώτηση:

7. Η παρουσία του σιδηρομαγνητικού αντικειμένου κάνει το πεδίο λιγότερο ισχυρό στην περιοχή



ανάμεσα στο μαγνήτη και το σιδηρομαγνητικό αντικείμενο; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η παρουσία του σιδηρομαγνητικού αντικειμένου ισχυροποιεί το πεδίο στην ενδιάμεση περιοχή γιατί κάνει τις μαγνητικές γραμμές πιο πυκνές.

Ερώτηση:

8. Η παρουσία του σιδηρομαγνητικού αντικειμένου κάνει το πεδίο λιγότερο ισχυρό στην περιοχή αριστερά από το μαγνήτη και το σιδηρομαγνητικό αντικείμενο; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η παρουσία του σιδηρομαγνητικού αντικειμένου ισχυροποιεί το πεδίο στην περιοχή στα αριστερά γιατί κάνει τις μαγνητικές γραμμές πιο πυκνές.

Ερώτηση:

9. Η παρουσία του σιδηρομαγνητικού αντικειμένου κάνει το πεδίο λιγότερο ισχυρό στην περιοχή κάτω από το σιδηρομαγνητικό αντικείμενο; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η παρουσία του σιδηρομαγνητικού αντικειμένου ισχυροποιεί το πεδίο στην κάτω περιοχή γιατί κάνει τις μαγνητικές γραμμές πιο πυκνές.

5.36 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ07_Μαγνητική ροή_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 7
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ07_Μαγνητική ροή_2.0
Έκδοση	2.0



Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, πυξίδα, μαγνήτης, μαγνητική αλληλεπίδραση, βελόνα πυξίδας, μαγνητικά υλικά, μαγνητικό πεδίο, πόλοι μαγνήτη, δυναμικές γραμμές, ένταση πεδίου, ραβδόμορφος μαγνήτης, προσανατολισμός πυξίδας, μαγνητικό πεδίο γης, μαγνητικός βορράς, μαγνητική ροή, εμβαδόν επιφάνειας, ομογενές μαγνητικό πεδίο, μονάδα μέτρησης, επίπεδη επιφάνεια, γωνία, μεταβολή ροής, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Χαρακτηριστικά του μαγνητικού πεδίου • Ένταση του μαγνητικού πεδίου • Μαγνητική ροή

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Γνωρίζουν και να περιγράφουν τα χαρακτηριστικά του μαγνητικού πεδίου
ΔΣ2	Υπολογίζουν την ένταση του μαγνητικού πεδίου
ΔΣ3	Γνωρίζουν τους παράγοντες μεταβολής της μαγνητικής ροής και να υπολογίζουν της τιμές της.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.2. Μαγνητικές Αλληλεπιδράσεις

Ερώτηση:

1. Ποια υλικά αλληλεπιδρούν με τη βελόνα της πυξίδας;

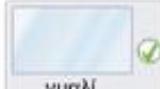
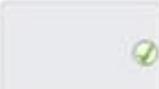
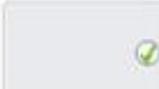
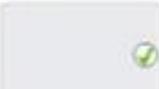
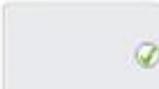
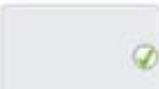
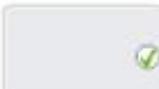
**Ερώτηση:**

2. Ποιούς τρόπους αλληλεπίδρασης παρατηρήσατε;

Ερώτηση:

χωρίσετε τα υλικά που σας δίνονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τις αλληλεπιδράσεις τους και να συμπληρώσετε τον πίνακα.

Απάντηση:

A: Το αντικείμενο έλκει το ένα άκρο της βελόνας της πυξίδας και απωθεί το άλλο.	B: Το αντικείμενο έλκει και τα δύο άκρα της βελόνας της πυξίδας.	Γ: Το αντικείμενο δεν αλληλεπιδρά με τη βελόνα της πυξίδας.
 μαγνήτης	 σίδηρος	 γυαλί
		 ξύλο
		 πλαστικό
		 χαλκός

1.4. Μαγνητικές Δυναμικές Γραμμές – Ένταση του Πεδίου

Να παρατηρήσετε προσεκτικά το σχήμα των γραμμών που σχεδιάσατε στις δραστηριότητες 1 – 4. Τι παρατηρείτε;

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μεταξύ δύο μαγνητών τοποθετείται χαρτί και ρίχνονται ρινίσματα σιδήρου. Με ποιο τρόπο θα προσανατολιστούν τα ρινίσματα σιδήρου πάνω στο χαρτί;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι **A**.

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ένας μαθητής τοποθετεί δύο μαγνήτες, όπως φαίνεται πιο κάτω, με τους νότιους πόλους τους σε ίσες αποστάσεις από μία πυξίδα. Ο μαθητής παρατηρεί ότι η βελόνα της πυξίδας δείχνει προς την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Μόνο από αυτή την παρατήρηση, μπορείτε να συμπεράνετε



ποιος μαγνήτης είναι ο πιο ισχυρός; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποιο από τα βέλη 1-5 απεικονίζει καλύτερα το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Α;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι **3**.

1.8. Γήινο Μαγνητικό Πεδίο

Ερώτηση:

5. Να παρατηρήσετε προσεκτικά το σχήμα των μαγνητικών δυναμικών γραμμών που σχεδιάσατε γύρω από τη Γη στις δραστηριότητες 1 – 4. Τι σας θυμίζει το μαγνητικό φάσμα της Γης;

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Μαγνητική ροή – 1

Ερώτηση:

1. Διερεύνηση του παράγοντα: Ένταση B του μαγνητικού πεδίου. Να ρυθμίσετε τη γωνία ϕ μεταξύ της καθέτου στο επίπεδο και της έντασης του μαγνητικού πεδίου στις 0° και το εμβαδό της επιφάνειας του επιπέδου στο $1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. Να δώσετε διαδοχικά τις τιμές 1 T, 2 T, 3 T και 4 T στην ένταση B του μαγνητικού πεδίου και να συγκρίνετε τις τιμές που προκύπτουν στον ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ κάθε φορά. Τι παρατηρείτε;

Ερώτηση:

2. Διερεύνηση του παράγοντα: Εμβαδό S επίπεδης επιφάνειας. Να δώσετε την τιμή 1 T στην ένταση B του μαγνητικού πεδίου και να ρυθμίσετε τη γωνία ϕ μεταξύ της καθέτου στο επίπεδο και της έντασης του μαγνητικού πεδίου στις 0° . Να δώσετε διαδοχικά τις τιμές $1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, $3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ και $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ στο εμβαδό της επιφάνειας του επιπέδου και να συγκρίνετε τις τιμές που προκύπτουν στον ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ κάθε φορά. Τι παρατηρείτε;

Ερώτηση:

3. Διερεύνηση του παράγοντα: γωνία ϕ μεταξύ της καθέτου στο επίπεδο και της έντασης του μαγνητικού πεδίου. Να δώσετε την τιμή 1 T στην ένταση B του μαγνητικού πεδίου και την τιμή



$1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ στο εμβαδό της επιφάνειας του επιπέδου. Να δώσετε διάφορες τιμές στη γωνία φ μεταξύ της καθέτου στο επίπεδο και της έντασης του μαγνητικού πεδίου και να συγκρίνετε τις τιμές που προκύπτουν στον ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ κάθε φορά. Τι παρατηρείτε;

2.2. Μαγνητική ροή – 2

Ερώτηση:

Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις σύμφωνα με τις παρατηρήσεις που κάνατε.

Απάντηση:

Στη δραστηριότητα 1 η μαγνητική ροή Φ που περνά μέσα από το επίπεδο είναι *ανάλογη* της έντασης B του μαγνητικού πεδίου όταν το εμβαδόν S του επιπέδου και η γωνία φ είναι σταθερά. Στη δραστηριότητα 2 η μαγνητική ροή Φ που περνά μέσα από το επίπεδο είναι *ανάλογη* του εμβαδού S του επιπέδου όταν η ένταση B του μαγνητικού πεδίου και η γωνία φ είναι σταθερά. Στη δραστηριότητα 3 η μαγνητική ροή Φ που περνά μέσα από το επίπεδο είναι *ανάλογη* του *συνημίτονου* της γωνίας φ μεταξύ της καθέτου στο επίπεδο και της έντασης B του μαγνητικού πεδίου όταν το εμβαδόν S του επιπέδου και η ένταση B του μαγνητικού πεδίου είναι σταθερά. Συνεπώς η μαγνητική ροή δίνεται από τη σχέση $\Phi = B \times S \times \text{συν}\varphi$.

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής είναι το Weber (Wb), το οποίο ισούται με:

Απάντηση:

$$1 \text{ Wb} = (1 \text{ T}) \cdot (1 \text{ m}^2)$$

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η μαγνητική ροή που περνά μέσα από μια επίπεδη επιφάνεια που τοποθετείται μέσα σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο γίνεται μέγιστη όταν η γωνία μεταξύ της καθέτου στο επίπεδο και της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι:

Απάντηση:

0°

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα τετράγωνο πλαίσιο πλευράς 4 cm βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2 \text{ T}$ με το επίπεδο του τοποθετημένο κάθετα στις γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Αν το πλαίσιο απομακρυνθεί από το πεδίο, η μεταβολή της μαγνητικής του ροής είναι:

**Απάντηση:**

-0,0032 Wb

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα επίπεδο πλαίσιο εμβαδού $0,02 \text{ m}^2$ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 5 \text{ T}$ με το επίπεδό του παράλληλο με τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές. Αν το πλαίσιο περιστραφεί κατά 60° γύρω από άξονα κάθετο στις μαγνητικές γραμμές, η μεταβολή της μαγνητικής του ροής είναι:

Απάντηση:

0,087 Wb

5.37 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ08_Ηλεκτρομαγνητική δύναμη Laplace_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 8
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ08_Ηλεκτρομαγνητική δύναμη Laplace_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	εισαγωγή, Hans Christian Oersted, πυξίδα, μαγνητικό πεδίο, φορτισμένο σωματίδιο, ένταση πεδίου, ταχύτητα σωματιδίου, μαγνητικό πεδίο γης, ζώνες Van Allen, δύναμη Laplace, κανόνας δεξιού χεριού, φορτίο σωματιδίου, διεύθυνση σωματιδίου, tesla, νετρόνιο, ομογενές μαγνητικό πεδίο, πρωτόνιο, διεύθυνση πεδίου, τροχιά σωματιδίου, ακτίνα τροχιάς, ρευματοφόρος αγωγός, μαγνητικές γραμμές, αμπερόμετρο, μαγνητική δύναμη Laplace, κατεύθυνση πεδίου, ηλεκτρικό φορτίο, ρευματοφόρο σωληνοειδές, γωνία εκτροπής, μήκος αγωγού, ένταση ρεύματος, τέλος μαθήματος.



Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Σχέση και υπολογισμός διαφόρων φυσικών μεγεθών κατά την είσοδο ηλεκτρικού φορτίου σε μαγνητικό πεδίο • Ορισμός και υπολογισμός μαγνητικής επαγωγής • Κατανόηση και διατύπωση του νόμου Laplace
---------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Διδακτικοί στόχοι

Α/Α	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να υπολογίζουν το μέτρο και την κατεύθυνση της δύναμης σε κινούμενο φορτίο που ασκείται από ομογενές μαγνητικό πεδίο.
ΔΣ2	Να ορίζουν και να υπολογίζουν τη μαγνητική επαγωγή (B) (ένταση μαγνητικού πεδίου).
ΔΣ3	Να κατανοούν και να διατυπώνουν το νόμο του Laplace.
ΔΣ4	Να υπολογίζουν το μέτρο και την κατεύθυνση της δύναμης σε ρευματοφόρο αγωγό που ασκείται από ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.3. Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το φορτίο παραμένει σε ηρεμία.

Ερώτηση:

Γιατί νομίζετε η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας;

**Ερώτηση:**

Γιατί το φορτίο παραμένει σε ηρεμία;

Ενδεικτική Απάντηση:

Γιατί δεν ασκούνται πάνω του οποιεσδήποτε δυνάμεις.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του φορτίου, αν αλλάξουμε την ποσότητα του φορτίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του φορτίου, αν αλλάξουμε τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του φορτίου, αν αλλάξουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι.

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το φορτίο συνεχίζει να κινείται ευθύγραμμα με την ίδια ταχύτητα σε μέτρο διεύθυνση και φορά.

Ερώτηση:

Γιατί νομίζετε η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας;

Ερώτηση:

Γιατί το φορτίο συνεχίζει να κινείται ευθύγραμμα με την ίδια ταχύτητα σε μέτρο διεύθυνση και φορά;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Γιατί η συνολική δύναμη που ασκείται πάνω στο φορτίο ισούται με μηδέν.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του φορτίου, αν αλλάξουμε την ποσότητα του φορτίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του φορτίου, αν αλλάξουμε τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Αν αλλάξουμε τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου το φορτίο παύει να εκτελεί ομαλή ευθύγραμμη κίνηση.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του φορτίου, αν αλλάξουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι (αν διατηρήσουμε την αρχική διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου).

Ερώτηση:

Γιατί νομίζετε η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας;

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το φορτίο αρχίζει να κινείται σε κυκλική τροχιά.

Ερώτηση:

4. Ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σωματίδιο κινείται με σταθερή ταχύτητα και εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Τι θα παρατηρήσετε; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το φορτίο θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα ,γιατί δεν θα ασκηθεί πάνω του



οποιαδήποτε δύναμη.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του σωματιδίου, αν αλλάξουμε τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του φορτίου, αν αλλάξουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι.

Ερώτηση:

5. Ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σωματίδιο αφήνεται χωρίς ταχύτητα (σε ηρεμία) μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Τι θα παρατηρήσετε; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το φορτίο παραμένει ακίνητο μέσα στο χώρο του πεδίου.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του σωματιδίου, αν αλλάξουμε τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του φορτίου, αν αλλάξουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι.

**Ερώτηση:**

6. Ένα ηλεκτρικά ουδέτερο σωματίδιο κινείται με σταθερή ταχύτητα και εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η διεύθυνση της ταχύτητας είναι παράλληλη με το μαγνητικό πεδίο (με τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές). Τι θα παρατηρήσετε; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Συνεχίζει να κινείται με την ίδια ταχύτητα (μέτρο, διεύθυνση, φορά), γιατί δεν ασκείται πάνω του κάποια δύναμη.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του σωματιδίου, αν αλλάξουμε τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι.

Ερώτηση:

Αλλάζει κάτι, ως προς την κίνηση του φορτίου, αν αλλάξουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Όχι, δεν αλλάζει κάτι.

1.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου B είναι διανυσματικό μέγεθος. Για να καθορίσουμε οποιοδήποτε διανυσματικό μέγεθος πρέπει να καθορίσουμε όχι μόνο το μέτρο του, αλλά και την κατεύθυνσή του (διεύθυνση και φορά).

Έχουμε στη διάθεσή μας ένα σώμα μικρών διαστάσεων που φέρει γνωστό ηλεκτρικό φορτίο q . Το φορτίο αυτό μπορούμε να το εκτοξεύουμε με ταχύτητα ίδιου μέτρου προς διάφορες κατευθύνσεις μέσα σε ένα χώρο όπου υπάρχει μαγνητικό πεδίο.

Η μαγνητική δύναμη (δύναμη Laplace) που ασκείται από το πεδίο πάνω στο φορτίο μπορεί να μετρηθεί σε κάθε περίπτωση.

Για να καθορίσουμε πειραματικά τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου, θα πρέπει να βρούμε μια διεύθυνση τέτοια ώστε:

Απάντηση:

Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.



1.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Όπως είδαμε, για να βρούμε τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου εκτοξεύουμε προς διάφορες κατευθύνσεις ένα ηλεκτρικό φορτίο και μετρούμε κάθε φορά τη μαγνητική δύναμη Laplace που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε αυτό. Σε μια από αυτές τις διευθύνσεις η δύναμη Laplace είναι μηδέν. Αυτή είναι η διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου. Αν τώρα εκτοξεύουμε το φορτίο q με ταχύτητα σταθερού μέτρου έτσι ώστε να σχηματίζει κάθε φορά διαφορετική γωνία φ με τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου, η δύναμη Laplace που ασκείται σε αυτό είναι μέγιστη όταν η γωνία φ είναι:

Απάντηση:

90 μοίρες.

1.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Όταν η ταχύτητα του φορτίου γίνει κάθετη στη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου, η δύναμη Laplace γίνεται μέγιστη.

Αν περιοριστούμε τώρα σε αυτές τις διευθύνσεις ταχύτητας και αλλάζουμε, είτε μόνο το μέτρο u της ταχύτητας, είτε μόνο το φορτίο q , τότε το μέτρο F_L της δύναμης Laplace θα μεταβάλλεται ανάλογα με τις τιμές των u και q , αντίστοιχα.

Αν μεταβάλουμε ταυτόχρονα τις ποσότητες u και q , τότε το μέτρο F_L της δύναμης Laplace θα είναι ανάλογο με:

Απάντηση:

$q \cdot u$

1.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Όταν η ταχύτητα του φορτίου γίνει κάθετη στη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου, η δύναμη Laplace δίνεται από τη σχέση $F_L =$ (Σταθερά) $q u$. Η τιμή της σταθεράς εξαρτάται από:

Απάντηση:

Το μαγνητικό πεδίο μόνο

1.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Λύνοντας την εξίσωση $F_L =$ (Σταθερά) qu ως προς τη σταθερά, τότε προκύπτει η σχέση

(Σταθερά) $= \frac{F_L}{qu}$. Αυτή η σχέση αποτελεί τον ορισμό του μαγνητικού πεδίου, δηλαδή: $B = \frac{F_L}{qu}$. Η μονάδα μέτρησης του B στο σύστημα S.I. είναι το Tesla, το οποίο ισούται με:

**Απάντηση:**

$$\frac{N}{A \cdot m}$$

1.11. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μέχρι τώρα καθορίσαμε τη διεύθυνση και το μέτρο του μαγνητικού πεδίου. Μένει να καθορίσουμε τη φορά του. Η διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου B είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν τα διανύσματα της δύναμης Laplace και της ταχύτητας u του φορτίου. Η φορά καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού, ως εξής: Ο αντίχειρας, ο δείκτης και το μεσαίο δάκτυλο σχηματίζουν ορθογώνιο σύστημα αξόνων με τον αντίχειρα να δείχνει τη φορά της ταχύτητας, το δείκτη τη φορά του μαγνητικού πεδίου B και το μεσαίο δάκτυλο τη φορά της δύναμης Laplace. Η φορά του μαγνητικού πεδίου B που καθορίζεται με αυτό ισχύει στη περίπτωση που το κινούμενο φορτίο είναι θετικό. Στη περίπτωση αρνητικού φορτίου η φορά του μαγνητικού πεδίου B είναι η αντίθετη από ότι θα ήταν αν το φορτίο ήταν θετικό. Έχοντας αυτά υπόψη να βρείτε τη φορά του μαγνητικού πεδίου στην πιο κάτω περίπτωση:

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το Γ .

1.12. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα νετρόνιο κινείται με ομαλή ευθύγραμμη κίνηση και εισέρχεται σε χώρο που υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο, με τη διεύθυνση της ταχύτητας να είναι κάθετη στη διεύθυνση του πεδίου. Τότε:

Απάντηση:

Το νετρόνιο συνεχίζει να κινείται με ομαλή ευθύγραμμη κίνηση.

1.13. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα πρωτόνιο κινείται με ομαλή ευθύγραμμη κίνηση και εισέρχεται σε χώρο που υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο, με τη διεύθυνση της ταχύτητας να είναι κάθετη στη διεύθυνση του πεδίου. Τότε:

Απάντηση:

Το πρωτόνιο κινείται σε κυκλική τροχιά.

1.14. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα σωματίδιο με φορτίο q εισέρχεται με ταχύτητα μέτρου u σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Η διεύθυνση της ταχύτητας είναι κάθετη στο πεδίο B . Στο σχήμα η διακεκομμένη καμπύλη είναι η τροχιά που ακολουθεί το σωματίδιο όταν εισέρχεται στο πεδίο. Τότε:

**Απάντηση:**

Το φορτίο q είναι θετικό

1.15. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα σωματίδιο με φορτίο q εισέρχεται με ταχύτητα u σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Η διεύθυνση της ταχύτητας είναι κάθετη στο πεδίο B . Στο σχήμα η διακεκομμένη καμπύλη είναι η κυκλική τροχιά που ακολουθεί το σωματίδιο όταν εισέρχεται στο πεδίο. Η ακτίνα της τροχιάς είναι r . Ένα δεύτερο σωματίδιο, της ίδιας μάζας με το πρώτο αλλά με φορτίο $2q$, εισέρχεται με την ίδια ταχύτητα στο ίδιο πεδίο B . Τότε:

Απάντηση:

Ακτίνα της τροχιάς που ακολουθεί το δεύτερο σωματίδιο είναι $\frac{r}{2}$

1.16. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα σωματίδιο με φορτίο q εισέρχεται με ταχύτητα u σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Η διεύθυνση της ταχύτητας είναι κάθετη στο πεδίο B . Στο σχήμα η διακεκομμένη καμπύλη είναι η κυκλική τροχιά που ακολουθεί το σωματίδιο όταν εισέρχεται στο πεδίο. Η ακτίνα της τροχιάς είναι r . Ένα δεύτερο σωματίδιο, με το ίδιο φορτίο με το πρώτο αλλά διπλάσιας μάζας με το πρώτο, εισέρχεται με την ίδια ταχύτητα στο ίδιο πεδίο B . Τότε:

Απάντηση:

Η ακτίνα της τροχιάς που ακολουθεί το δεύτερο σωματίδιο είναι $2r$.

1.17. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένα σωματίδιο με φορτίο q εισέρχεται με ταχύτητα u σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Η διεύθυνση της ταχύτητας είναι κάθετη στο πεδίο B . Στο σχήμα η διακεκομμένη καμπύλη είναι η κυκλική τροχιά που ακολουθεί το σωματίδιο όταν εισέρχεται στο πεδίο. Η ακτίνα της τροχιάς είναι r . Ένα δεύτερο σωματίδιο, της ίδιας μάζας και με το ίδιο φορτίο με το πρώτο, εισέρχεται με ταχύτητα $2u$ στο ίδιο πεδίο B . Τότε:

Απάντηση:

Ακτίνα της τροχιάς που ακολουθεί το δεύτερο σωματίδιο είναι $2r$.

**ΕΝΟΤΗΤΑ 2****2.1. Η δύναμη Laplace σε ρευματοφόρο αγωγό – 1****Ερώτηση:**

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το σύρμα παρέμεινε ακίνητο.

Ερώτηση:

Τι νομίζετε ότι θα αλλάξει αν αυξήσετε την τάση του κυκλώματος, κρατώντας σταθερές όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Δεν αλλάζει κάτι.

Ερώτηση:

Τι νομίζετε ότι θα αλλάξει αν αντιστρέψετε την πολικότητα του κυκλώματος, κρατώντας σταθερές όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το σύρμα θα εκτραπεί ακόμα περισσότερο.

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το σύρμα κινήθηκε προς τα αριστερά.

Ερώτηση:

Γιατί νομίζετε η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Δεν αλλάζει κάτι.

**Ερώτηση:**

Τι νομίζετε ότι θα αλλάξει αν αυξήσετε την τάση του κυκλώματος, κρατώντας σταθερές όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το σύρμα θα εκτραπεί προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Ερώτηση:

Τι νομίζετε ότι θα αλλάξει αν αντιστρέψετε την πολικότητα του κυκλώματος, κρατώντας σταθερές όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το σύρμα θα εκτραπεί ακόμα περισσότερο.

Ερώτηση:

Τι νομίζετε ότι θα αλλάξει αν αυξήσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου, κρατώντας σταθερές όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το σύρμα θα εκτραπεί ακόμα περισσότερο.

Ερώτηση:

Τι νομίζετε ότι θα αλλάξει αν αυξήσετε το μήκος του σύρματος, κρατώντας σταθερές όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το σύρμα θα εκτραπεί ακόμα περισσότερο.

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε;

Απάντηση:

Το σύρμα κινήθηκε προς τα δεξιά

Ερώτηση:

Γιατί νομίζετε η πρόβλεψή σας διαφέρει από την παρατήρησή σας;

**Ερώτηση:**

Τι νομίζετε ότι θα αλλάξει αν αυξήσετε την τάση του κυκλώματος, κρατώντας σταθερές όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το σύρμα θα εκτραπεί προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Ερώτηση:

Τι νομίζετε ότι θα αλλάξει αν αυξήσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου, κρατώντας σταθερές όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους;

Ερώτηση:

Τι νομίζετε ότι θα αλλάξει αν αυξήσετε το μήκος του σύρματος, κρατώντας σταθερές όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το σύρμα θα εκτραπεί ακόμα περισσότερο.

2.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένας οριζόντιος αγωγός μήκους 20 cm διαρρέεται από ρεύμα 2 A και τοποθετείται σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης 0,4 T. Τότε:

Απάντηση:

Ο αγωγός δέχεται δύναμη Laplace μέτρου 0,16 N.

2.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένας οριζόντιος αγωγός μήκους L διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και τοποθετείται σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B. Ο αγωγός δέχεται δύναμη Laplace F. Στη συνέχεια αντιστρέφεται η φορά των μαγνητικών γραμμών. Τότε,

Απάντηση:

Ο αγωγός δέχεται δύναμη Laplace με το ίδιο μέτρο όπως πριν αλλά αντίθετης φοράς.

2.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Εξηγήστε τη λειτουργία ενός αμπερομέτρου με βάση τη μαγνητική δύναμη Laplace.

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Το αμπερόμετρο αποτελείται από ένα συμμάτινο πηνίο που είναι ελεύθερο να περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα μέσα στο μαγνητικό πεδίο ενός μόνιμου μαγνήτη. Μέσα στο μαγνητικό πεδίο υπάρχει ένας βρόχος που όταν διαρρέεται από ρεύμα, αναπτύσσεται μαγνητική δύναμη πάνω στη βελόνα ένδειξης, με αποτέλεσμα αυτή να εκτρέπεται. Ανάλογα με τη φορά και την ένταση του ρεύματος που διαπερνά το αμπερόμετρο, αλλάζει η φορά και η γωνία εκτροπής της βελόνας.

2.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ο αγωγός ΑΓ μήκους $L = 0,5 \text{ m}$ έχει μάζα $m = 0,02 \text{ kg}$ και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 2 \text{ A}$ όπως στο σχήμα. Ο ΑΓ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B . Να καθορίσετε την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου και να υπολογίσετε το μέτρο της έντασής του, έτσι ώστε ο αγωγός ΑΓ να ισορροπεί. Να υποθέσετε ότι δέχεται μόνο δύο δυνάμεις. Το βάρος και τη δύναμη Laplace.

Ενδεικτική Απάντηση:

Για να λύσετε την άσκηση θα πρέπει πρώτα να αποφασίσετε ποια πρέπει να είναι η διεύθυνση και η φορά της δύναμης Laplace, έτσι ώστε το σώμα να ισορροπεί. Επειδή, ακριβώς, το σώμα ισορροπεί σημαίνει ότι η δύναμη Laplace που ασκείται πάνω στη ράβδο, πρέπει να έχει ίδιο μέτρο και διεύθυνση με το διάνυσμα του βάρους της ράβδου αλλά αντίθετη φορά. Έχοντας καθορίσει πλήρως την κατεύθυνση και το μέτρο της δύναμης Laplace, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον κανόνα του δεξιού χεριού για να καθορίσετε την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου και ακολούθως χρησιμοποιήστε τη σχέση $F_L = I L B$ για να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του πεδίου.

2.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ηλεκτρικό φορτίο κινείται στο εσωτερικό και κατά μήκος του άξονα ενός σωληνοειδούς που διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης. Να εξηγήσετε αν το ηλεκτρικό φορτίο κινείται με σταθερή ταχύτητα ή όχι. Να θεωρήσετε το βάρος και την αντίσταση του αέρα αμελητέες δυνάμεις. Η απάντησή σας έχει υποβληθεί.

Ενδεικτική Απάντηση:

Κατ' αρχάς, σκεφτείτε ότι από τη στιγμή που το σωληνοειδές διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης, τότε στο εσωτερικό του αναπτύσσεται ομογενές μαγνητικό πεδίο. Για να απαντήσετε ορθά την ερώτηση θα πρέπει να θυμηθείτε ότι, σύμφωνα με το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα μόνο όταν η συνισταμένη δύναμη που ασκείται πάνω του ισούται με μηδέν ($\Sigma F = m \gamma$, επομένως αν $\Sigma F = 0$, τότε $\gamma = 0$ και συνεπώς το σώμα θα κινείται με σταθερή ταχύτητα). Αν θεωρήσουμε το βάρος του φορτίου και την αντίσταση του αέρα αμελητέα, τότε η μόνη δύναμη που ασκείται πάνω στο φορτίο είναι η μαγνητική δύναμη, η οποία



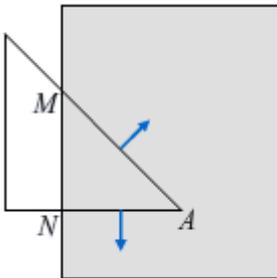
αναπτύσσεται λόγω του ότι το φορτίο κινείται μέσα στην περιοχή του ομογενούς μαγνητικού πεδίου που υπάρχει στο εσωτερικό του σωληνοειδούς (θυμηθείτε ότι $\vec{F}_m = q \vec{u} \times \vec{B}$).

2.8. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Η περίμετρος του ορθογώνιου ισοσκελούς τριγώνου του σχήματος αποτελείται από αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα $I=2\text{ A}$ και βρίσκεται κατά ένα τμήμα του μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{ T}$, όπου $(AN)=1\text{ m}$. Να βρείτε την δύναμη που δέχεται ο αγωγός από το πεδίο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Για να βρείτε τη δύναμη που ασκείται στον αγωγό, πρέπει να υπολογίσετε την κατεύθυνση και το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στα δυο τμήματα του ρευματοφόρου αγωγού που βρίσκονται στην περιοχή του μαγνητικού πεδίου. Για να καθορίσουμε τη φορά των δυο δυνάμεων, εφαρμόζουμε τον κανόνα του δεξιού χεριού για κάθε τμήμα ξεχωριστά, λαμβάνοντας υπόψη τη φορά του ρεύματος και του μαγνητικού πεδίου. Αν το κάνετε αυτό θα βρείτε:



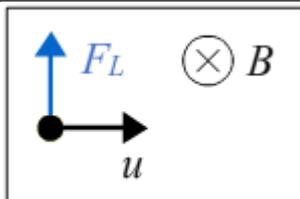
2.9. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Το σώμα Σ του σχήματος κινείται οριζόντια με ταχύτητα $u = 5\text{ m/s}$ και εισέρχεται κάθετα στη μια πλευρά ορθογώνιου μέσα στο οποίο υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,5\text{ T}$. Ακολουθώς διαγράφει την τροχιά που φαίνεται πιο πάνω. Το σώμα Σ έχει μάζα $m = 0,001\text{ kg}$ και φέρει φορτίο $q = 1\text{ C}$.

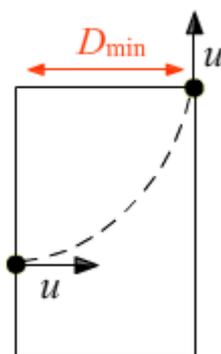
- Τι είδους φορτίο (θετικό ή αρνητικό) φέρει το Σ ; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- Να υπολογίσετε το ελάχιστο μήκος D_{\min} του ορθογώνιου έτσι ώστε το Σ βγαίνοντας από το μαγνητικό πεδίο να έχει πάθει εκτροπή 90° . Δηλαδή η γωνία που σχηματίζουν τα ανύσματα της ταχύτητας κατά την είσοδο και κατά την έξοδο του Σ από το πεδίο να είναι 90° .
- Να υπολογίσετε τη γωνία εκτροπής στην πορεία του Σ μέσα στο μαγνητικό πεδίο αν $D = \frac{D_{\min}}{2}$.

Ενδεικτική Απάντηση:

Σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού, η δύναμη Laplace που ασκείται πάνω σε θετικό φορτίο (με τα δεδομένα διανύσματα της ταχύτητας και του μαγνητικού πεδίου) είναι:



Η πορεία που ακολουθεί το σωματίο υποδηλώνει ότι η δύναμη που ασκείται πάνω του είναι αυτή που φαίνεται πιο πάνω. Συνεπώς, το σωματίο Σ φέρει θετικό φορτίο. Στην περίπτωση που η γωνία που σχηματίζουν τα διανύσματα της ταχύτητας κατά την είσοδο και έξοδο του Σ από την περιοχή του μαγνητικού πεδίου είναι 90° , προκύπτει η ακόλουθη εικόνα:



2.10. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Μέσα στον αγωγό AG υπάρχουν κινούμενα ηλεκτρόνια που έχουν συνολικό φορτίο q και κινούνται με ταχύτητα u . Αυτά τα ηλεκτρόνια δέχονται από το μαγνητικό πεδίο δύναμη Laplace προς τα πάνω που το μέτρο της δίνεται από τη σχέση $F_L = q u B$. Να αποδείξετε ότι το μέτρο της δύναμης Laplace δίνεται και από τη σχέση $F_L = I L B$, όπου I η ένταση του ρεύματος, L το μήκος του αγωγού και B η ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το ηλεκτρικό ρεύμα ορίζεται ως ακολούθως:

$$I = q/t$$

Η ταχύτητα των ηλεκτρονίων καθορίζεται από το πηλίκο της απόστασης που καλύπτουν τα ηλεκτρόνια μέσα στο χρόνο t , δηλαδή:

$$u = L/t \Rightarrow L = u t$$

Ξεκινώντας από τη σχέση που δίνει το μέτρο της δύναμης Laplace:

$$F = q u B \Rightarrow F = (q / t) (u t) B \Rightarrow F = I L B$$



5.38 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ09_Νόμος του Faraday (μέρος 1 από 2)_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 9
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ09_Νόμος του Faraday (μέρος 1 από 2)_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, μαγνήτης, αλουμίνιο, χαλκός, σίδηρος, πηνίο, γαλβανόμετρο, σωληνοειδές, τάση, πρωτεύον πηνίο, δευτερεύον πηνίο, πηγή συνεχούς τάσης, ραβδόμορφος μαγνήτης, βρόχος, λαμπτήρας, ισχύς μαγνήτη, εμβαδόν βρόχου, πολικότητα μαγνήτη, νόμος Faraday, μαγνητική ροή, αγωγιμος βρόχος, ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, ηλεκτρεγερτική δύναμη, μεταβλητή τάση, επαγωγική τάση, ρυθμός μεταβολής ροής, κινούμενος μαγνήτης, μεταβολή μαγνητικής ροής, μαγνητικό πεδίο, αγωγή ράβδος, ρεύμα, δύναμη Laplace, παράλληλοι αγωγοί, ομογενές πεδίο, οριζόντια κίνηση, επαγωγική τάση, περιστροφική κίνηση, μονάδες μέτρησης, τέσλα, βολτ, ηλεκτρικό ρεύμα, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Η έννοια της μαγνητικής ροής (ορισμός, εφαρμογή, μονάδες μέτρησης) • Δύναμη Laplace σε κινούμενο φορτίο και σε ρευματοφόρο αγωγό.

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να ανακαλύπτουν πειραματικά ότι η μεταβολή του μαγνητικού πεδίου έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ΗΕΔ ή τάσης στα άκρα ενός πηνίου.



ΔΣ2	Να ορίζουν και να κατανοούν το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.
ΔΣ3	Να εξηγούν την εμφάνιση ΗΕΔ ή τάσης στα άκρα σωληνοειδούς με την κίνηση ενός μαγνήτη, μέσω πειραματικών δραστηριοτήτων.
ΔΣ4	Να διερευνούν τα αποτελέσματα της περιστροφικής και μεταφορικής κίνησης ενός αγωγού σε μαγνητικό πεδίο.
ΔΣ5	Να ερμηνεύουν το φαινόμενο της εμφάνισης ΗΕΔ στα άκρα αγωγού όταν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή σε αυτόν.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Τι μπορεί να κάνει ένας μαγνήτης

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε βλέποντας την πολυμεσική παρουσίαση;

Ενδεικτική Απάντηση:

1. Οι μαγνήτες δεν αλληλεπιδρούν με όλα τα μέταλλα.
2. Όταν ένας μαγνήτης περάσει μέσα από ένα κλειστό μεταλλικό δακτύλιο, τότε ο δακτύλιος μετακινείται. Αντίθετα αν ο δακτύλιος είναι ανοικτός, τότε δεν αλληλεπιδρά με το μαγνήτη.

1.2. Μαγνήτης και πηνίο

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε ως προς την ένδειξη του Γαλβανομέτρου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς ο μαγνήτης κινείται στο εσωτερικό του δακτυλίου, η ένδειξη του Γαλβανομέτρου μεταβάλλεται.



1.3. Κίνηση μαγνήτη κοντά στο πηνίο

Ερώτηση:

Τι παρατηρήσατε ως προς την ένδειξη του Γαλβανομέτρου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς ο μαγνήτης κινείται στο εσωτερικό του πηνίου, η ένδειξη του Γαλβανομέτρου μεταβάλλεται.

1.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

Σύρετε τις λέξεις στις κατάλληλες θέσεις:

Απάντηση:

Στην προηγούμενη δραστηριότητα παρατηρήσαμε ότι:

(α) Εμφανίζεται τάση στα άκρα του πηνίου μόνον όταν ο μαγνήτης ή το πηνίο **κινούνται**.

(β) Όσο πιο **γρήγορα** κινούνται ο μαγνήτης ή το πηνίο τόσο **μεγαλύτερη** είναι η τάση στα άκρα του πηνίου.

1.5. Δύο πηνία

Τι παρατηρήσατε ως προς την ένδειξη του Γαλβανομέτρου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς μεταβάλλουμε την τάση στο πρωτεύον πηνίο, μεταβάλλεται η ένδειξη του Γαλβανομέτρου στο δευτερεύον πηνίο.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Επαγωγική τάση – 1

Ερώτηση:

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν μετακινείται ο μαγνήτης, ή το πηνίο ή και τα δυο μαζί, ο λαμπτήρας φωτοβολεί.



2.2. Επαγωγική τάση – 2

Ερώτηση:

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς μεταβάλλεται η ισχύς του μαγνήτη, ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

2.3. Επαγωγική τάση – 3

Ερώτηση:

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς μεταβάλλεται το εμβαδόν του βρόχου, ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

2.4. Επαγωγική τάση – 4

Ερώτηση:

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν μετακινείται ο μαγνήτης, ή το πηνίο ή και τα δυο μαζί, ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

Καθώς μεταβάλλεται η ισχύς του μαγνήτη, ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

Καθώς μεταβάλλεται το εμβαδόν του βρόχου, ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

2.5. Ο νόμος του Faraday

Ερώτηση:

Σύρετε τις λέξεις στις κατάλληλες θέσεις:

Απάντηση:

Οι τέσσερις προηγούμενες δραστηριότητες αναφέρονται όλες στο ίδιο σύστημα (ένας μαγνήτης κοντά σε ένα βρόχο συνδεδεμένο με ένα λαμπτήρα).

(α) Σ' αυτές τις δραστηριότητες έχουμε δει ότι ο λαμπτήρας δε φωτοβολεί συνεχώς αλλά φωτοβολεί μόνο κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις.



Αυτό σημαίνει ότι η απλή παρουσία του μαγνήτη κοντά στο βρόχο, από μόνη της, δεν είναι αρκετή για να δημιουργηθεί **τάση** στα άκρα του βρόχου.

(β) Πότε λοιπόν (κάτω από ποιες προϋποθέσεις) δημιουργείται τάση στα άκρα του βρόχου; Είναι φανερό ότι, **τάση** δημιουργείται στα άκρα του βρόχου μόνο όταν **μεταβάλλεται** κάποιο από τα χαρακτηριστικά της πειραματικής μας διάταξης (όπως π.χ. η σχετική θέση μαγνήτη και βρόχου, ή το εμβαδόν του βρόχου κ.λπ.).

(γ) Με μια πρώτη ματιά, φαίνεται ότι, μεταβολές πολύ διαφορετικές μεταξύ τους (όπως για παράδειγμα η μετακίνηση του μαγνήτη ή η αλλαγή του εμβαδού του βρόχου), προκαλούσαν το ίδιο αποτέλεσμα, δηλαδή τη φωτοβολία του λαμπτήρα.

Ερώτηση:

Σύρετε τις λέξεις στις κατάλληλες θέσεις:

Απάντηση:

Για να ξεδιαλύνουμε αυτό το μυστήριο πρέπει να διερωτηθούμε τι το κοινό έχουν όλες αυτές οι φαινομενικά άσχετες μεταβολές.

Αν θυμηθούμε τον ορισμό που μάθαμε στα προηγούμενα μαθήματα για το τι είναι η **μαγνητική ροή**, βλέπουμε ότι όλες οι μεταβολές που πραγματοποιήσαμε στις προηγούμενες δραστηριότητες, είχαν σαν αποτέλεσμα να αλλάζει η **μαγνητική ροή** που περνά μέσα από το βρόχο.

Επομένως, εύλογα προκύπτει το συμπέρασμα ότι **τάση** στα άκρα του βρόχου δημιουργείται όποτε μεταβάλλεται η **μαγνητική ροή** που περνά μέσα από αυτόν.

Καταλήξαμε λοιπόν σε μια πρώτη μορφή του ΝΟΜΟΥ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΠΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ FARADAY, που μας λέει ότι: Όταν η **μαγνητική ροή** που περνά μέσα από ένα αγωγίμο βρόχο τότε **μεταβάλλεται**, στα άκρα του βρόχου δημιουργείται **τάση**.

2.7.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ανατρέξτε στη δραστηριότητα της υποενότητας **Δύο Πηνία** και προσπαθήστε να εξηγήσετε με βάση όσα έχουμε μάθει μέχρι τώρα γιατί το γαλβανόμετρο στο δευτερεύον πηνίο δείχνει κάποια τάση όταν μετακινούμε οποιοδήποτε από τα δύο πηνία.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν μετακινούμε οποιοδήποτε από τα δυο πηνία, τότε η μαγνητική ροή που διαπερνά το δευτερεύον πηνίο μεταβάλλεται. Σύμφωνα με το νόμο της Ηλεκτρομαγνητικής Επαγωγής του Faraday, όταν μεταβάλλεται η ροή που διαπερνά ένα αγωγίμο βρόχο, τότε αναπτύσσεται επαγωγική τάση στα άκρα του βρόχου. Αυτός ακριβώς είναι ο λόγος που η ένδειξη του γαλβανομέτρου στο δευτερεύον πηνίο είναι μη μηδενική.



2.8.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Προσπαθήστε να εξηγήσετε γιατί το γαλβανόμετρο στη δραστηριότητα της υποενότητας **Δύο Πηνία** δείχνει κάποια τάση όταν μεταβάλλουμε την τάση που εφαρμόζουμε στα άκρα του πρωτεύοντος πηνίου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν αλλάζουμε την τάση στα άκρα του πρωτεύοντος πηνίου, τότε μεταβάλλεται και η τιμή του ρεύματος που διαρρέει το πρωτεύον πηνίο. Επομένως, μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί το πρωτεύον πηνίο και συνεπώς μεταβάλλεται και η μαγνητική ροή που διαπερνά το δευτερεύον πηνίο. Έτσι, δημιουργείται επαγωγική τάση στα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου και η ένδειξη του γαλβανομέτρου είναι μη μηδενική.

2.9.Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Στις γραφικές παραστάσεις φαίνεται η μαγνητική ροή που διαπερνά ένα κλειστό αγωγίμο βρόχο συναρτήσει του χρόνου. Σε ποια ή ποιες από αυτές τις περιπτώσεις δημιουργείται επαγωγική τάση στα άκρα του βρόχου;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι **A, B, Δ** και **E**.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.1. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η επαγωγική τάση;

Ερώτηση:

1. Πόσο μεγάλη ή μικρή είναι αυτή η επαγωγική τάση;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η τιμή της επαγωγικής τάσης εξαρτάται από την ταχύτητα κίνησης του μαγνήτη.

Ερώτηση:

2. Από ποιους παράγοντες άραγε εξαρτάται το μέγεθος της επαγωγικής τάσης που δημιουργείται;

Ενδεικτική Απάντηση:

Από το ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από την ένταση το μαγνητικού πεδίου, το εμβαδόν της επιφάνειας μέσα από την οποία διέρχεται το μαγνητικό



πεδίο και τη γωνία που σχηματίζει η επιφάνεια και οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

3.2. Ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής -1

Ερώτηση:

1. Κοιτάξτε τη γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής που περνά μέσα από το πλαίσιο.

- (α) Τι μπορούμε να πούμε ότι συμβαίνει στη μαγνητική ροή;
- (β) Γιατί αυτό είναι αναμενόμενο;

Ενδεικτική Απάντηση:

(α) Καθώς περνά ο χρόνος, η μαγνητική ροή αυξάνεται, αλλά με σταθερό ρυθμό.

(β) Γιατί ο μαγνήτης κινείται με σταθερή ταχύτητα, αλλά καθώς πλησιάζει όλο και περισσότερες μαγνητικές γραμμές διαπερνούν τον κλειστό αγωγίμο βρόχο.

Ερώτηση:

2. Κοιτάξτε τη φωτοβολία του λαμπτήρα και τη γραφική παράσταση της τάσης στα άκρα του πλαισίου.

- (α) Ο λαμπτήρας φωτοβολεί έντονα ή αμυδρά;
- (β) Η τάση στα άκρα του πλαισίου είναι μεγάλη ή μικρή;
- (γ) Οι απαντήσεις στα δύο προηγούμενα ερωτήματα είναι συνεπείς μεταξύ τους;

Ενδεικτική Απάντηση:

(α) ο λαμπτήρας φωτοβολεί έντονα ή αμυδρά; Αμυδρά

(β) η τάση στα άκρα του πλαισίου είναι μεγάλη ή μικρή; Σχετικά μικρή.

(γ) οι απαντήσεις στα δυο προηγούμενα ερωτήματα είναι συνεπείς μεταξύ τους; Ναι.

3.3. Ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής -2

Ερώτηση:

1. Κοιτάξτε τη γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής που περνά μέσα από το πλαίσιο.

- (α) Τι μπορούμε να πούμε ότι συμβαίνει στη μαγνητική ροή;
- (β) Γιατί αυτό είναι αναμενόμενο;

Ενδεικτική Απάντηση:

(α) Καθώς περνά ο χρόνος, η μαγνητική ροή αυξάνεται, αλλά με σταθερό ρυθμό.

(β) Γιατί ο μαγνήτης κινείται με σταθερή ταχύτητα, αλλά καθώς πλησιάζει όλο και περισσότερες



μαγνητικές γραμμές διαπερνούν τον κλειστό αγωγίμο βρόχο.

Ερώτηση:

2. Κοιτάξτε τη φωτοβολία του λαμπτήρα και τη γραφική παράσταση της τάσης στα άκρα του πλαισίου.

- (α) Ο λαμπτήρας φωτοβολεί έντονα ή αμυδρά;
- (β) Η τάση στα άκρα του πλαισίου είναι μεγάλη ή μικρή;
- (γ) Οι απαντήσεις στα δύο προηγούμενα ερωτήματα είναι συνεπείς μεταξύ τους;

Ενδεικτική Απάντηση:

- (α) Ο λαμπτήρας φωτοβολεί έντονα ή αμυδρά; Έντονα
- (β) Η τάση στα άκρα του πλαισίου είναι μεγάλη ή μικρή; Σχετικά μεγάλη.
- (γ) Οι απαντήσεις στα δύο προηγούμενα ερωτήματα είναι συνεπείς μεταξύ τους; Ναι.

3.4. Ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής – 3

Ερώτηση:

1. Κοιτάξτε τη γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής που περνά μέσα από το πλαίσιο.

- (α) Τι μπορούμε να πούμε ότι συμβαίνει στη μαγνητική ροή;
- (β) Γιατί αυτό είναι αναμενόμενο;

Ενδεικτική Απάντηση:

- α) Καθώς περνά ο χρόνος, η μαγνητική ροή μειώνεται, αλλά με σταθερό ρυθμό.
- β) Γιατί ο μαγνήτης κινείται με σταθερή ταχύτητα, αλλά καθώς απομακρύνεται όλο και λιγότερες μαγνητικές γραμμές διαπερνούν τον κλειστό αγωγίμο βρόχο.

Ερώτηση:

2. Κοιτάξτε τη φωτοβολία του λαμπτήρα και τη γραφική παράσταση της τάσης στα άκρα του πλαισίου.

- (α) Ο λαμπτήρας φωτοβολεί έντονα ή αμυδρά;
- (β) Η τάση στα άκρα του πλαισίου είναι μεγάλη ή μικρή;
- (γ) Οι απαντήσεις στα δύο προηγούμενα ερωτήματα είναι συνεπείς μεταξύ τους;

Ενδεικτική Απάντηση:

- (α) ο λαμπτήρας φωτοβολεί έντονα ή αμυδρά; Αμυδρά.
- (β) η τάση στα άκρα του πλαισίου είναι μεγάλη ή μικρή; Σχετικά μικρή.



(γ) οι απαντήσεις στα δύο προηγούμενα ερωτήματα είναι συνεπείς μεταξύ τους; Ναι.

3.5. Ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής – 4

Ερώτηση:

1. Κοιτάξτε τη γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής που περνά μέσα από το πλαίσιο.

(α) Τι μπορούμε να πούμε ότι συμβαίνει στη μαγνητική ροή;

(β) Γιατί αυτό είναι αναμενόμενο;

Ενδεικτική Απάντηση:

α) Καθώς περνά ο χρόνος, η μαγνητική ροή μειώνεται, αλλά με σταθερό ρυθμό.

β) Γιατί ο μαγνήτης κινείται με σταθερή ταχύτητα, αλλά καθώς απομακρύνεται όλο και λιγότερες μαγνητικές γραμμές διαπερνούν τον κλειστό αγωγίμο βρόχο.

Ερώτηση:

2. Κοιτάξτε τη φωτοβολία του λαμπτήρα και τη γραφική παράσταση της τάσης στα άκρα του πλαισίου.

(α) Ο λαμπτήρας φωτοβολεί έντονα ή αμυδρά;

(β) Η τάση στα άκρα του πλαισίου είναι μεγάλη ή μικρή;

(γ) Οι απαντήσεις στα δύο προηγούμενα ερωτήματα είναι συνεπείς μεταξύ τους;

Ενδεικτική Απάντηση:

α) ο λαμπτήρας φωτοβολεί έντονα ή αμυδρά; Έντονα.

(β) η τάση στα άκρα του πλαισίου είναι μεγάλη ή μικρή; Σχετικά μεγάλη.

(γ) οι απαντήσεις στα δύο προηγούμενα ερωτήματα είναι συνεπείς μεταξύ τους; Ναι.

3.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

Συμπληρώστε τις προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις/φράσεις:

Απάντηση:

Το μέγεθος της **επαγωγικής τάσης** που δημιουργείται στα άκρα ενός πλαισίου δεν εξαρτάται από το πόσο μεγάλη ή μικρή είναι η **μαγνητική ροή** που περνά μέσα από το πλαίσιο, αλλά καθορίζεται από το πόσο **γρήγορα** ή **αργά** αλλάζει η μαγνητική ροή. Όταν η **μαγνητική ροή** αλλάζει γρήγορα τότε δημιουργείται **μεγάλη** επαγωγική τάση, ενώ όταν η **μαγνητική ροή** αλλάζει αργά τότε δημιουργείται **μικρή** επαγωγική τάση. Με άλλα λόγια είναι ο **ρυθμός μεταβολής** της μαγνητικής ροής που καθορίζει την επαγωγική τάση. Όταν η μαγνητική ροή **αυξάνεται** τότε η **επαγωγική τάση**



είναι αρνητική, ενώ όταν η μαγνητική ροή **μειώνεται** τότε η **επαγωγική τάση** είναι θετική.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4

4.1. Κίνηση ράβδου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο – 1

Ερώτηση:

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς η ράβδος μετακινείται, ο λαμπτήρας φωτοβολεί. Επιπλέον, όταν η ράβδος αλλάζει φορά κίνησης, τότε αντιστρέφεται η φορά της δύναμης Laplace και η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.

4.2. Κίνηση ράβδου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο – 2

Ερώτηση:

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς η ράβδος μετακινείται προς τα δεξιά, τα ηλεκτρόνια που περιέχονται στη ράβδο κινούνται προς το κάτω άκρο της (λόγω της δύναμης Laplace), αφήνοντας πίσω τους θετικές σπές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ράβδος να αποκτά πολικότητα.

Ερώτηση:

Εξηγήστε πότε επέρχεται κατάσταση ισορροπίας ως προς τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω στα φορτισμένα σωματίδια στο εσωτερικό της ράβδου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν η ηλεκτρική δύναμη εξισώνεται με τη μαγνητική δύναμη Laplace.

Ερώτηση:

Τι παρατηρείτε ως προς τη μαγνητική ροή που περνά μέσα από το πλαίσιο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς η ράβδος κινείται, η μαγνητική ροή αυξάνεται γιατί αυξάνεται το εμβαδόν της επιφάνειας



μέσα από την οποία περνούν οι μαγνητικές γραμμές.

4.3. Κίνηση ράβδου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο – 3

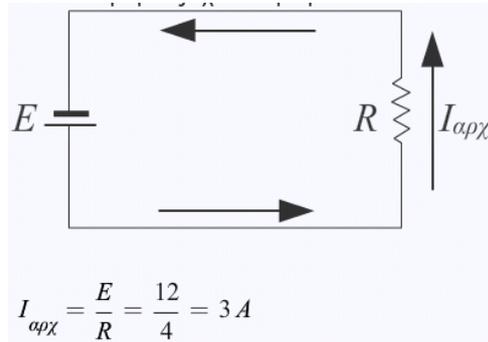
Ερώτηση:

Τι παρατηρείτε ως προς τη μαγνητική ροή που περνά μέσα από το πλαίσιο;

4.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

1. Για την αρχική κατάσταση (δηλαδή όταν η ράβδος είναι ακίνητη) χρησιμοποιήστε το συντάκτη ηλεκτρολογίας για να σχεδιάσετε το ισοδύναμο κύκλωμα και βρέστε την ένταση και τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο.

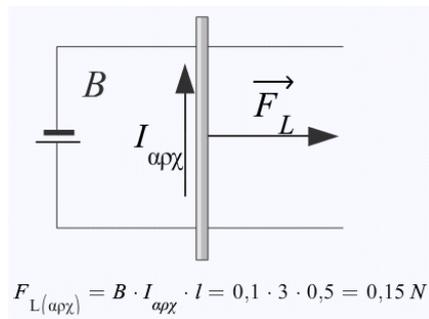
Ενδεικτική Απάντηση:



Ερώτηση:

2. Βρέστε το μέτρο και εξηγήστε ποια θα είναι η διεύθυνση και η φορά της αρχικής δύναμης Laplace που ασκείται πάνω στη ράβδο.

Ενδεικτική Απάντηση:



Ερώτηση:

3. Τι θα συμβεί όταν η ράβδος αφεθεί ελεύθερη;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Η ράβδος θα αρχίσει να κινείται προς τα δεξιά υπό την επίδραση της δύναμης Laplace (που είναι και η μοναδική δύναμη που ασκείται πάνω της).

Ερώτηση:

4. Όταν η ράβδος κινείται με ταχύτητα 40 m/s: Βρέστε το μέτρο της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στη ράβδο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν η ράβδος κινείται με ταχύτητα 40m/s: Βρέστε το μέτρο της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στη ράβδο.

$$E_{επ} = Blu = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 40 = 2 \text{ V}$$

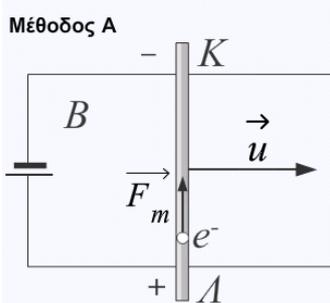
Ερώτηση:

5. Όταν η ράβδος κινείται με ταχύτητα 40 m/s:

Προσδιορίστε, με δύο τουλάχιστον τρόπους (δηλαδή, με τον κανόνα του δεξιού χεριού και με βάση τις δυνάμεις που ασκούνται στα ελεύθερα ηλεκτρόνια της ράβδου), την πολικότητα της επαγωγικής τάσης.

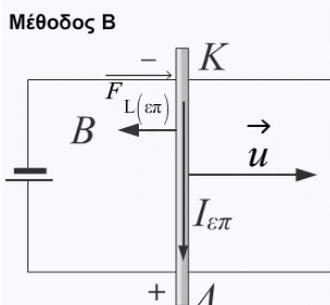
Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν η ράβδος κινείται με ταχύτητα 40m/s: Προσδιορίστε με δύο τουλάχιστον τρόπους (δηλαδή, με τον κανόνα του δεξιού χεριού και με βάση τις δυνάμεις που ασκούνται στα ελεύθερα ηλεκτρόνια της ράβδου), την πολικότητα της επαγωγικής τάσης.



Μέθοδος Α:

Αφού η ράβδος κινείται προς τα δεξιά και η φορά του μαγνητικού πεδίου είναι προς τα πάνω, τότε η δύναμη που ασκεί το μαγνητικό πεδίο πάνω στα ελεύθερα ηλεκτρόνια της ράβδου, τα ωθεί προς το άκρο *K*. Επομένως το *K* είναι το $-$ και το *A* είναι το $+$. (Θυμίζω ότι: $\vec{F}_m = -e \cdot \vec{u} \times \vec{B}$).



Μέθοδος Β:

Ο κανόνας του Lenz μας λέει ότι: Η πολικότητα της επαγόμενης τάσης είναι τέτοια που **το ρεύμα που θα έδινε** ($I_{\epsilon\pi}$ 'επαγωγικό ρεύμα') να τείνει να εξουδετερώσει τη μεταβολή που την προκαλεί. Στην περίπτωση μας η μεταβολή που προκαλεί την επαγωγική τάση είναι η κίνηση της ράβδου **προς τα δεξιά** και επομένως για να εξουδετερώσει αυτή τη μεταβολή, το επαγωγικό ρεύμα θα πρέπει να προκαλεί μια 'επαγωγική δύναμη Laplace' **αντίρροπη με την ταχύτητα** της ράβδου δηλ. προς τα αριστερά. Τώρα για να προκύπτει αυτή η φορά της δύναμης Laplace θα πρέπει **μέσα στη ράβδο** το επαγωγικό ρεύμα να έχει φορά από το *K* προς το *A*. Έτσι το *K* θα είναι το $-$ και το *A* το $+$.

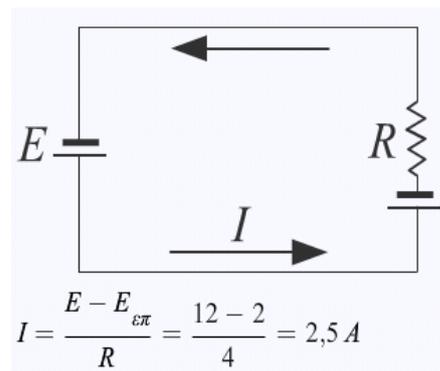
ΠΡΟΣΟΧΗ: Σ' αυτή την περίπτωση το επαγωγικό ρεύμα $I_{\epsilon\pi}$ ΔΕΝ είναι το πραγματικό ρεύμα που διαρρέει τη ράβδο. Είναι μόνο μια θεωρητική κατασκευή που μας βοηθά να εφαρμόσουμε τον κανόνα του Lenz για να βρούμε την πολικότητα της επαγωγικής τάσης.

Ερώτηση:

6. Όταν η ράβδος κινείται με ταχύτητα 40 m/s: Χρησιμοποιήστε το συντάκτη ηλεκτρολογίας για να σχεδιάσετε το ισοδύναμο κύκλωμα και υπολογίστε το ρεύμα που περνά μέσα από τη ράβδο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Όταν η ράβδος κινείται με ταχύτητα 40m/s: Χρησιμοποιήστε το συντάκτη ηλεκτρολογίας για να σχεδιάσετε το ισοδύναμο κύκλωμα και υπολογίστε το ρεύμα που περνά μέσα από τη ράβδο.

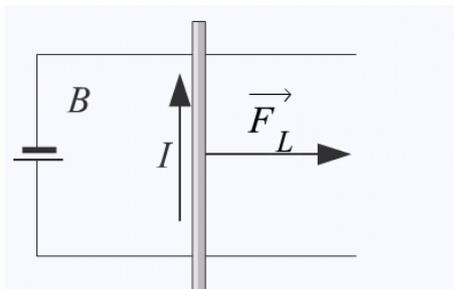


Ερώτηση:

7. Όταν η ράβδος κινείται με ταχύτητα 40 m/s: Προσδιορίστε τη δύναμη Laplace που ασκείται στη ράβδο (μέτρο, διεύθυνση και φορά).

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Όταν η ράβδος κινείται με ταχύτητα 40m/s:



$$F_L = B \cdot I \cdot l = 0,1 \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 0,125 \text{ N.}$$

$$\text{Προφανώς } F_L \neq \frac{B^2 \cdot l^2 \cdot u}{R}.$$

Η φορά της F_L είναι συνεχώς προς τα δεξιά.

Ερώτηση:

8. Εξηγήστε ποιες μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν στο σύστημα όταν η ράβδος κινείται.

Απάντηση:

Καταναλώνεται η **χημική ενέργεια** που είναι αποθηκευμένη μέσα στην μπαταρία και μετατρέπεται:

(α) Σε θερμότητα Joule πάνω στη ράβδο (αφού διαρρέεται από ρεύμα και έχει αντίσταση) και (β) σε αύξηση της κινητικής ενέργειας της ράβδου αφού η ταχύτητα της συνεχώς αυξάνεται.

Ερώτηση:

9. Εξηγήστε ποιοτικά γιατί η ράβδος τείνει προς μια οριακή ταχύτητα και υπολογίστε την ταχύτητα αυτή.

Ενδεικτική Απάντηση:

$$F_L = BI l = \frac{B(E - E_{\text{επ}})}{R} l = B \frac{E - Blu}{R} l = \frac{EBl}{R} - \frac{B^2 l^2}{R} u.$$

$$\sum F = F_L \Rightarrow m\gamma = \frac{EBl}{R} - \frac{B^2 l^2}{R} u \Rightarrow \gamma = \frac{EBl}{mR} - \frac{B^2 l^2}{mR} u.$$

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι καθώς $u \nearrow$ θα έχουμε $\gamma \searrow$.



4.5. Περιτροφοτική κίνηση ράβδου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

Ερώτηση:

Τι παρατηρείτε ως προς τη μαγνητική ροή που 'σαρώνει' η ράβδος καθώς κινείται μέσα στο πεδίο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η μαγνητική ροή αυξάνεται με σταθερό ρυθμό καθώς περνά ο χρόνος.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5

5.1. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η μονάδα μέτρησης της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι το T (tesla), η μονάδα μέτρησης της τάσης είναι το V (volt). Ποια από τις παρακάτω σχέσεις μεταξύ αυτών των μονάδων είναι η ορθή;

Απάντηση:

$$V = m^2 \cdot \frac{T}{s}$$

5.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η διπλανή γραφική παράσταση παρουσιάζει πώς μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που περνά μέσα από ένα πλαίσιο, σε σχέση με το χρόνο. Ποια από τις επόμενες γραφικές παραστάσεις αντιπροσωπεύει την επαγωγική τάση στα άκρα του πλαισίου σε σχέση με το χρόνο;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το **B**.

5.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης : Πολλαπλής επιλογής

Πάνω σε ένα οριζόντιο ξύλινο τραπέζι βρίσκεται ένα μεταλλικό δακτυλίδι. Ο άξονας του δακτυλιδιού είναι κατακόρυφος. Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ποια από τις παρακάτω κινήσεις θα προκαλέσει την κυκλοφορία ηλεκτρικού ρεύματος μέσα στο δακτυλίδι;

Απάντηση:

Η περιστροφή του δακτυλιδιού γύρω από μια διάμετρό του.



5.39 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ10_Νόμος του Faraday (μέρος 2 από 2)_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 10
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ10_Νόμος του Faraday (μέρος 2 από 2)_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, C, εισαγωγή, ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, ηλεκτρογεννήτρια, Michael Faraday, μαγνήτες, σωληνοειδές, σύρμα, ηλεκτροπαραγωγός σταθμός, υδροηλεκτρική ενέργεια, κινούμενο πλαίσιο, ομογενές μαγνητικό πεδίο, οριζόντια κίνηση, είσοδος πλαισίου, εντός πεδίου, έξοδος πλαισίου, μαγνητική ροή, επιφάνεια, γωνία, περιστροφική κίνηση, συχνότητα περιστροφής, πλαίσιο, ηλεκτροπαραγωγός σταθμός, εναλλασσόμενη τάση, μεταλλικοί οδηγοί, ράβδος, κίνηση ράβδου, ιστοσελίδες, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία ηλεκτρεγερτικής δύναμης ή τάσης στα άκρα πλαισίου που κάνει μεταφορική ή περιστροφική κίνηση σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. • Δημιουργία εναλλασσόμενης τάσης στα άκρα πλαισίου που περιστρέφεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να αιτιολογούν τη δημιουργία Ηλεκτρεγερτικής Δύναμης (ΗΕΔ) ή τάσης στα άκρα πλαισίου όταν κάνει μεταφορική κίνηση κάθετα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο



ΔΣ2	Να αιτιολογούν την ΗΕΔ ή τάση στα άκρα πλαισίου όταν κάνει περιστροφική κίνηση γύρω από άξονα κάθετο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο
ΔΣ3	Να ορίζουν και να εξηγούν τη δημιουργία εναλλασσόμενης τάσης στα άκρα ενός πλαισίου με την περιστροφή του σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Αν θέλω να αυξήσω ΜΟΝΟ ΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ της τάσης που παράγει η ηλεκτρογεννήτρια της προηγούμενης προσομοίωσης, τι πρέπει να κάνω;

Απάντηση:

Να αυξήσω τη συχνότητα περιστροφής και να μειώσω την ένταση του πεδίου.

3.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Η συχνότητα με την οποία περιστρέφονται οι ηλεκτρογεννήτριες στους ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς της Κύπρου είναι:

Απάντηση:

50 Hz

3.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Οι δυνάμεις Laplace που ασκεί το μαγνητικό πεδίο πάνω στις πλευρές του πλαισίου που είναι παράλληλες με τον άξονα περιστροφής της ηλεκτρογεννήτριας:

Απάντηση:

Είναι αντίρροπες

3.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Αν τα πλαίσια είναι 1000 τότε ποια είναι η γραφική παράσταση της εναλλασσόμενης τάσης που



παράγει η ηλεκτρογεννήτρια;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι **B**.

5.40 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ11_Κανόνας του Lenz (μέρος 1 από 2)_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 11
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ11_Κανόνας του Lenz (μέρος 1 από 2)_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, C, εισαγωγή, η ζωή και το έργο του Heinrich Friedrich Emil Lenz, μαγνητικό πεδίο, μαγνητική ροή, ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, πτώση σωμάτων μέσα σε σωλήνα, μάζα, επαγόμενο ρεύμα σε κλειστό βρόγχο, κανόνας δεξιού χεριού, κλειστός βρόγχος, επαγόμενο μαγνητικό πεδίο, πολικότητα ΗΕΔ με βάση τον κανόνα του Lenz, επαγόμενο ρεύμα, οριζόντια κίνηση ράβδου σε δύο παράλληλους αγωγούς 1, μαγνητική δύναμη, κατακόρυφη κίνηση ράβδου σε δύο παράλληλους αγωγούς 1, δραστηριότητα αξιολόγησης, κανόνας του Lenz, οριζόντια κίνηση ράβδου σε δύο παράλληλους αγωγούς 2, κατακόρυφη κίνηση ράβδου πάνω σε δύο παράλληλους αγωγούς 2, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Ο Νόμος του Lenz • Πολικότητα της ΗΕΔ με βάση τον κανόνα του Lenz



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να διατυπώνουν και να εφαρμόζουν τον κανόνα του Lenz.
ΔΣ2	Να αναγνωρίζουν και να εξηγούν ότι ο κανόνας του Lenz είναι φυσική συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας και να δίνουν παραδείγματα.
ΔΣ3	Να καθορίζουν τη φορά του επαγωγικού ρεύματος ή την πολικότητα της ΗΕΔ με βάση τον κανόνα του Lenz.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1. Πτώση σωμάτων μέσα σε σωλήνα

Ερώτηση:

1. Ποιο από τα δύο αντικείμενα υπολογίζετε ότι θα φτάσει πρώτο στην άλλη άκρη του μεταλλικού σωλήνα; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το ξύλινο αντικείμενο θα φτάσει πρώτο, γιατί πάνω του ασκείται μόνο η δύναμη του βάρους του. Δεν υπάρχει άλλη δύναμη με φορά αντίθετη της φοράς κίνησης του σώματος.

Ερώτηση:

2. Ποιο από τα δύο αντικείμενα φτάνει πρώτο στην άλλη άκρη του μεταλλικού σωλήνα; Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το ξύλινο αντικείμενο φτάνει πρώτο, γιατί πάνω του ασκείται μόνο η δύναμη του βάρους του. Δεν υπάρχει άλλη δύναμη με φορά αντίθετη της φοράς κίνησης του σώματος.



2.2. Επαγόμενο ρεύμα σε κλειστό βρόγχο

Ερώτηση:

1. Προβλέψτε τι θα συμβεί, αν πλησιάσει ή απομακρυνθεί ο μαγνήτης από τον κλειστό βρόχο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο βρόχος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Ερώτηση:

2. Τι συμβαίνει όταν πλησιάζει ο μαγνήτης στον κλειστό βρόχο ή απομακρύνεται ο μαγνήτης από τον κλειστό βρόχο;

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.1. Πολικότητα της ΗΕΔ με βάση τον Κανόνα του Lenz

Ερώτηση:

1. Με βάση τα όσα έχετε μάθει μέχρι στιγμής, το επαγόμενο ρεύμα στην περίπτωση που ο μαγνήτης πλησιάζει τον κλειστό βρόχο θα έχει φορά:

Απάντηση:

Ίδια με τη φορά των δεικτών του ρολογιού

Ερώτηση:

2. Το επαγόμενο ρεύμα στην περίπτωση που ο μαγνήτης απομακρύνεται από τον κλειστό βρόχο θα έχει φορά:

Απάντηση:

Αντίθετη με τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

Ερώτηση:

3. Στην περίπτωση που ο μαγνήτης πλησιάζει τον κλειστό βρόχο, γιατί απομακρύνεται ο βρόχος από τον μαγνήτη;

**Απάντηση:**

Επειδή απέναντι από τον βόρειο πόλο του μαγνήτη ο βρόχος δημιουργεί βόρειο πόλο.

Ερώτηση:

4. Στην περίπτωση που ο μαγνήτης απομακρύνεται από τον κλειστό βρόχο, γιατί πλησιάζει ο βρόχος τον μαγνήτη;

Απάντηση:

Επειδή απέναντι από τον νότιο πόλο του μαγνήτη δημιουργεί και ο βρόχος βόρειο πόλο

ΕΝΟΤΗΤΑ 4**4.1. Οριζόντια κίνηση****Ερώτηση:**

1. Στο πιο πάνω διαδραστικό εφαρμογίδιο μπορείτε να μεταβάλετε τη φορά του μαγνητικού πεδίου, την ταχύτητα με την οποία κινείται η ράβδος και την ένταση του μαγνητικού πεδίου. Μεταβάλετε τη κάθε μία από αυτές τις 3 μεταβλητές, κρατώντας τις άλλες 2 σταθερές, και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας. Περιγράψτε σε κάθε περίπτωση τη μαγνητική δύναμη που εμφανίζεται στη ράβδο.

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα της ράβδου και η ένταση του μαγνητικού πεδίου, αυξάνεται τόσο η δύναμη Laplace που ασκείται πάνω στη ράβδο, όσο και η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο. Όταν αντιστραφεί η φορά του μαγνητικού πεδίου, αντιστρέφεται η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά δεν αλλάζει η φορά της δύναμης Laplace.

Ερώτηση:

2. Γιατί νομίζετε ότι η μαγνητική δύναμη που εμφανίζεται στη ράβδο είναι αντίθετη στην κίνηση; Θυμηθείτε τι λέει ο κανόνας του Lenz.

Απάντηση:

Για να αντιτίθεται στην αιτία που προκαλεί το φαινόμενο της επαγωγής.



4.2. Κατακόρυφη κίνηση ράβδου σε δύο παράλληλους αγωγούς 1

Ερώτηση:

1. Μια πανομοιότυπη ράβδος με αυτή της προσομοίωσης αφήνεται ελεύθερη να πέσει προς τα κάτω (ελεύθερη πτώση χωρίς την παρουσία μαγνητικού πεδίου). Αν αφηθεί ταυτόχρονα από το ίδιο ύψος με τη ράβδο της προσομοίωσης, τότε:

Απάντηση:

Πρώτα θα φτάσει στο έδαφος η ράβδος η οποία αφήνεται να εκτελέσει ελεύθερη πτώση.

Ερώτηση:

2. Από ποιους παράγοντες πιστεύετε ότι εξαρτάται η δύναμη που αντιτίθεται στην πτώση της ράβδου;

Απάντηση:

Από το μήκος της ράβδου, την ένταση του μαγνητικού πεδίου (μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα το φαινόμενο) και την ένταση του επαγόμενου ρεύματος.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5

5.1. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Να εξηγήσετε ποιοι πόλοι θα εμφανιστούν στα άκρα του πηνίου όταν πλησιάζει σε αυτό ο μαγνήτης και πώς το ερμηνεύετε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Πάνω: αρνητικός πόλος. Κάτω: Θετικός πόλος

Επάγεται ηλεκτρικό ρεύμα τέτοιο ώστε να αντιτίθεται στο αίτιο που το προκαλεί. Επομένως, πρέπει το ρεύμα που θα διαρρέει το πηνίο, να είναι τέτοιο ώστε το μαγνητικό πεδίο που θα δημιουργεί να έχει αντίθετη φορά από το πεδίο του μαγνήτη.

5.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πέφτει κατακόρυφα από μικρή απόσταση από ένα κλειστό μεταλλικό αγωγό και πρόκειται να περάσει μέσα από αυτόν, όπως εικονίζεται στο σχήμα. Αν η αντίσταση του αέρα θεωρηθεί αμελητέα, πώς θα επηρεαστεί η επιτάχυνση του μαγνήτη από την ύπαρξη του κλειστού αγωγού;

**Απάντηση:**

Μειώνεται και μετά αρχίζει πάλι να αυξάνεται, μέχρι να αποκτήσει σταθερή τιμή.

ΕΝΟΤΗΤΑ 6**6.1. Οριζόντια κίνηση****Ερώτηση:**

1. Αν δεν ίσχυε ο κανόνας του Lenz, η κίνηση της ράβδου θα ήταν:

Απάντηση:

Επιταχυνόμενη.

Ερώτηση:

2. Αν η κίνηση της ράβδου ήταν συνεχώς επιταχυνόμενη, όπως βρήκατε στο προηγούμενο ερώτημα, θα αυξανόταν συνεχώς η ταχύτητα της ράβδου και επομένως η κινητική ενέργεια της ράβδου. Μπορεί κάτι τέτοιο να συμβαίνει;

Απάντηση:

Όχι, γιατί κάτι τέτοιο θα ήταν αντίθετο στην αρχή διατήρησης της ενέργειας.

ΕΝΟΤΗΤΑ 7**7.1. Κατακόρυφη κίνηση ράβδου σε δύο παράλληλους αγωγούς 2****Ερώτηση:**

1. Ράβδος αφήνεται ελεύθερη και κινείται προς τα κάτω λόγω του βάρους της, πάνω σε δύο παράλληλους μεταλλικούς αγωγούς χωρίς τριβές.

α) Να αποδείξετε ότι η ράβδος αποκτά οριακή ταχύτητα που δίνεται από τη σχέση: $u_{op} = mgR / B^2 L^2$ και στη συνέχεια να την υπολογίσετε.

β) Να βρείτε την τιμή καθώς και τη φορά του επαγόμενου ρεύματος.

γ) Να βρείτε την τιμή της μαγνητικής δύναμης που ασκείται στον αγωγό.

Εφαρμόστε τον κανόνα του Lenz για να βρείτε τη φορά του επαγόμενου ρεύματος και στη συνέχεια τη μαγνητική δύναμη. Δίνονται $m = 0.1 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m / s}^2$,



$L = 0.5 \text{ m}$, $B = 1 \text{ T}$, $R = 10 \text{ }\Omega$.

Ερώτηση:

2. Στο παράδειγμα της ράβδου που αφήνεται να κινηθεί ελεύθερα προς τα κάτω, πάνω σε δυο κατακόρυφους αγωγούς, παρουσιάζεται αλλαγή στην κινητική και δυναμική ενέργεια της ράβδου. Ισχύει το θεώρημα διατήρησης της ενέργειας;

Απάντηση:

Ναι, γιατί η ηλεκτρική ενέργεια που δημιουργείται λόγω του επαγόμενου ρεύματος αντισταθμίζει την αλλαγή στην κινητική και δυναμική ενέργεια της ράβδου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 8

8.1. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένας μεταλλικός αγωγός κινείται με αρχική ταχύτητα U μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Όταν το πεδίο έχει τη φορά που δείχνει το σχήμα τότε:

Απάντηση:

Το ρεύμα επαγωγής έχει φορά αντίθετη της φοράς των δεικτών του ρολογιού και ο αγωγός επιβραδύνεται.

8.2. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Επαγόμενο ρεύμα δημιουργείται σε έναν κλειστό βρόχο, όταν ένας μαγνήτης κινηθεί προς το βρόχο. Από πού προέρχεται αυτή η ηλεκτρική ενέργεια;

Ενδεικτική Απάντηση:

Λόγω του ότι μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διαπερνά το βρόγχο, εμφανίζεται επαγωγική τάση και κατά συνέπεια επάγεται ηλεκτρικό ρεύμα στο βρόγχο. Έτσι, εμφανίζεται ηλεκτρική ενέργεια στο βρόγχο.

8.3. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Καθώς πλησιάζει ο μαγνήτης του σχήματος το πηνίο, το γαλβανόμετρο αποκλίνει δεξιά, διότι σύμφωνα με τον Κανόνα του Lenz στο πηνίο θα αναπτυχθούν επαγόμενα ρεύματα με τέτοια φορά, ώστε να αντιτίθενται στο αίτιο που τα προκαλεί, οπότε το πηνίο θα μετατραπεί σε μαγνήτη με το βόρειο πόλο του απέναντι από το βόρειο πόλο του μαγνήτη. Αν αυξηθεί η ταχύτητα με την οποία πλησιάζει ο μαγνήτης το πηνίο, τότε:

**Απάντηση:**

Ο δείκτης του γαλβανομέτρου θα μετακινηθεί σε μεγαλύτερες τιμές.

8.4. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ένας χάλκινος δακτύλιος κρέμεται με μια μακριά, ελαφριά και πλαστική ράβδο από την άρθρωση στο σημείο Σ, ώστε να μπορεί να ταλαντώνεται σαν μαθηματικό εκκρεμές (βλέπε σχήμα). Ο δακτύλιος τίθεται σε ταλάντωση, όταν ο διακόπτης Δ είναι ανοιχτός. Τι θα συμβεί στην κίνησή του, όταν θα κλείσει ο διακόπτης Δ;

Απάντηση:

Η ταλάντωση θα αποσβεστεί γρήγορα.

8.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Αγωγός ΚΛ κινείται με σταθερή ταχύτητα U , χωρίς τριβές, πάνω στους παράλληλους αγωγούς Γ₁ και Δ₂, μένοντας διαρκώς κάθετος και σε επαφή με αυτούς. Τα άκρα Γ και Δ συνδέονται μεταξύ τους με αγωγό ΓΔ, ορισμένης ηλεκτρικής αντίστασης.

Η όλη διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί και με φορά όπως φαίνεται στο σχήμα.

α) Ποια η φορά του επαγόμενου ρεύματος;

β) Χρειάζεται να ασκείται εξωτερική δύναμη στον αγωγό ΚΛ, ώστε να κινείται αυτός με σταθερή ταχύτητα;

Εξηγήστε το συλλογισμό σας και στις δύο περιπτώσεις.

Ενδεικτική Απάντηση:

α) Από το Λ στο Κ, γιατί το ρεύμα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να δημιουργήσει μαγνητικό πεδίο που να αντιτίθεται στην αιτία που το προκαλεί. Επομένως, το μαγνητικό πεδίο που θα δημιουργεί το ηλεκτρικό ρεύμα πρέπει να έχει φορά αντίθετη του υπάρχοντος πεδίου.

β) Ναι, γιατί ασκείται πάνω του μαγνητική δύναμη Laplace η οποία πρέπει να εξισωθεί με κάποια εξωτερική δύναμη, έτσι ώστε η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται πάνω στη ράβδο να μηδενιστεί.

8.6. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Τα άκρα Δ και Ζ των παράλληλων αγωγών Δχ και Ζχ' συνδέονται με τους ακροδέκτες του ηλεκτρικού λαμπτήρα (Λ), όπως φαίνεται στο σχήμα. Αγωγός ΑΓ μπορεί να κινείται χωρίς τριβές πάνω στους παράλληλους αγωγούς, μένοντας διαρκώς κάθετος και σε επαφή μ' αυτούς. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε οριζόντιο επίπεδο, που είναι κάθετο σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ο αγωγός ΑΓ είναι αρχικά ακίνητος και ο λαμπτήρας δε φωτοβολεί. Αν αναγκάσουμε τον



αγωγό ΑΓ να κινηθεί με σταθερή ταχύτητα, τι θα συμβεί στο λαμπτήρα Λ;

Απάντηση:

Θα φωτοβολεί, γιατί η κίνηση του αγωγού προκαλεί επαγόμενο ρεύμα στο κύκλωμα.

8.7. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Κυκλικοί δακτύλιοι Α και Β βρίσκονται ακίνητοι με τα επίπεδά τους παράλληλα. Ο δακτύλιος Α είναι ανοικτός ενώ ο δακτύλιος Β είναι κλειστός. Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πλησιάζει τους δακτυλίους, έτσι ώστε ο άξονάς του να παραμένει κάθετος στα επίπεδα των δακτυλίων.

Επαγωγικό ρεύμα αναπτύσσεται:

Απάντηση:

Στο Β

5.41 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ12_Κανόνας του Lenz (μέρος 2 από 2)_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 12
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ12_Κανόνας του Lenz (μέρος 2 από 2)_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, C, εισαγωγή, επαγόμενο ρεύμα, πηνίο, μαγνήτης, κανόνας Lenz, αμοιβαία επαγωγή, πολικότητα πηγής, παράλληλοι αγωγοί, οριζόντια κίνηση ράβδου, δύναμη Laplace, μαγνητικό πεδίο, κατακόρυφη κίνηση ράβδου, ραβδόμορφος μαγνήτης, μεταλλικός δακτύλιος, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Ο κανόνας του Lenz (Πτώση σωμάτων μέσα σε σωλήνα) • Επαγόμενο ρεύμα σε πηνίο • Επαγόμενο ρεύμα σε κλειστό βρόγχο



	<ul style="list-style-type: none">• Ο κανόνας του Lenz στην αμοιβαία επαγωγή (Πολικότητα της ΗΕΔ με βάση τον κανόνα του Lenz)• Οριζόντια κίνηση ράβδου πάνω σε δύο παράλληλους αγωγούς• Κατακόρυφη κίνηση ράβδου σε δύο παράλληλους αγωγούς
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να εφαρμόζουν τον κανόνα του Lenz στις ακόλουθες περιπτώσεις: <ul style="list-style-type: none">↷ Πηνίο ή κλειστό βρόγχο με την κίνηση ραβδόμορφου μαγνήτη↷ Σε πηνίο όταν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή σε γειτονικό κύκλωμα↷ Κατά την κίνηση περιστροφική ή μεταφορική, ράβδου, σε ομογενές μαγνητικό πεδίο
ΔΣ2	Να αποδεικνύουν ότι ο κανόνας του Lenz αποτελεί συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας
ΔΣ3	Να αντιλαμβάνονται τη σημασία της αρνητικής δύναμης σε σχέση με τη μετατόπιση και τις επιπτώσεις στο έργο

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Επαγόμενο ρεύμα σε πηνίο

Ερώτηση:

1. Καθώς ο μαγνήτης πλησιάζει το πηνίο, αναπτύσσεται πάνω στο μαγνήτη δύναμη με φορά



αντίθετη προς τη φορά της κίνησής του. Γιατί συμβαίνει αυτό;

Απάντηση:

Λόγω εμφάνισης βόρειου πόλου στο πηνίο απέναντι από τον βόρειο πόλο του μαγνήτη που πλησιάζει.

Ερώτηση:

2. Καθώς ο μαγνήτης απομακρύνεται από το πηνίο, αναπτύσσεται πάνω στο μαγνήτη δύναμη με φορά αντίθετη προς τη φορά της κίνησής του. Γιατί συμβαίνει αυτό;

Απάντηση:

Λόγω εμφάνισης νότιου πόλου στο πηνίο, απέναντι από τον βόρειο πόλο του μαγνήτη.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1 Ο κανόνας του Lenz στην αμοιβαία επαγωγή

Ερώτηση:

1. Τι παρατηρείτε με το κλείσιμο του διακόπτη του πρώτου πηνίου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το δεύτερο πηνίο μετακινείται.

Ερώτηση:

2. Τι θα συνέβαινε

(α) με το άνοιγμα του διακόπτη, αν παρέμενε αρχικά για λίγο κλειστός;

(β) με την αντιστροφή των πόλων της μπαταρίας, αν ο διακόπτης παρέμενε κλειστός;

Ενδεικτική Απάντηση:

A) Το δεύτερο πηνίο θα κινηθεί.

B) Το δεύτερο πηνίο θα κινηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Ερώτηση:

3. Τι θα γίνει αν αντιστρέψουμε τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος, αντιστρέφοντας την πολικότητα της μπαταρίας, και ακολούθως κλείσουμε το διακόπτη του κυκλώματος;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Το δεύτερο πηνίο θα κινηθεί.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.1 Πολικότητα της ΗΕΔ με βάση τον κανόνα του Lenz – Εφαρμογή****Ερώτηση:**

1. Αν υποθέσουμε ότι ο βρόχος, παραμένει ακίνητος, να εξηγήσετε τι θα συμβεί στο βρόχο:

- α) τη στιγμή που θα ανοίξουμε τον διακόπτη του κυκλώματος,
- β) όταν ξανακλείσουμε το διακόπτη,
- γ) όταν ο διακόπτης παραμείνει κλειστός.

Ενδεικτική Απάντηση:

A) Θα εμφανιστεί ηλεκτρικό ρεύμα στο βρόχο.

B) Θα εμφανιστεί ηλεκτρικό ρεύμα στο βρόχο.

Γ) Δε θα συμβεί τίποτα.

Ερώτηση:

2. Να εξηγήσετε τι θα συμβεί στο βρόχο όταν αυτός:

- α) κινείται προς τα αριστερά και
- β) κινείται προς τα δεξιά.

Ποια είναι η αιτία που προκαλεί το φαινόμενο που παρατηρείται στο βρόχο όταν αυτός κινείται;

Ενδεικτική Απάντηση:

A) Θα εμφανιστεί ηλεκτρικό ρεύμα στο βρόχο με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού.

B) Θα εμφανιστεί ηλεκτρικό ρεύμα στο βρόχο με φορά ίδια με αυτή των δεικτών του ρολογιού.

Ποια είναι η αιτία που προκαλεί το φαινόμενο που παρατηρείται στο βρόχο όταν αυτός κινείται;

Η μεταβολή της μαγνητικής ροής ανά μονάδα χρόνου, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται τάση εξ' επαγωγής στο βρόχο.



3.2 Οριζόντια κίνηση ράβδου πάνω σε δύο παράλληλες αγωγούς 1

Ερώτηση:

1. Ποιες δυνάμεις ασκούνται πάνω στη ράβδο και πού οφείλεται η ύπαρξή τους;

Ενδεικτική Απάντηση:

1. Η δύναμη Laplace, η οποία οφείλεται στην ύπαρξη του μαγνητικού πεδίου και στην ύπαρξη του ηλεκτρικού ρεύματος.
2. Η τάση του νήματος από το οποίο τραβούμε τη ράβδο.

Ερώτηση:

2. Σκεφτείτε τις δυνάμεις που αναπτύσσονται πάνω στη ράβδο και περιγράψτε την κίνηση της ράβδου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η τάση του νήματος εξουδετερώνεται από τη δύναμη Laplace => Το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Ερώτηση:

3. Τι θα απαντούσατε σε ένα μαθητή ο οποίος ισχυρίζεται ότι η μαγνητική δύναμη που αντιτίθεται στην κίνηση της ράβδου (συνέπεια του κανόνα Lenz) δεν επηρεάζεται από την αλλαγή της έντασης του μαγνητικού πεδίου ή την αντιστροφή του;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η αλλαγή της έντασης επηρεάζει τη δύναμη Laplace ($F = B I L$), αλλά η αντιστροφή του πεδίου δεν την επηρεάζει γιατί ταυτόχρονα αλλάζει και η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.

3.3 Κατακόρυφη κίνηση ράβδου σε δύο παράλληλους αγωγούς 1

Ερώτηση:

1. Ποιες δυνάμεις ασκούνται πάνω στη ράβδο και πού οφείλεται η ύπαρξή τους;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η δύναμη του βάρους (λόγω της ύπαρξης της βαρύτητας) και η μαγνητική δύναμη Laplace (η οποία οφείλεται στην ύπαρξη του μαγνητικού πεδίου και στην ύπαρξη του ηλεκτρικού ρεύματος)

**Ερώτηση:**

2. Σκεφτείτε τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω στη ράβδο και περιγράψτε την κίνηση της ράβδου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η δύναμη του βάρους εξουδετερώνεται σταδιακά από τη δύναμη Laplace => Αρχικά το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη επιταχυνόμενη κίνηση, μέχρι να αποκτήσει μια οριακή ταχύτητα. Από εκείνο το σημείο και μετά, το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Ερώτηση:

3. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η μαγνητική δύναμη που είναι αντίθετη στην πτώση της ράβδου;

Ενδεικτική Απάντηση:

Από την ένταση του μαγνητικού πεδίου, την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος και από το μήκος και την ταχύτητα της ράβδου.

Ερώτηση:

4. Τι θα απαντούσατε σε ένα μαθητή ο οποίος ισχυρίζεται ότι η μαγνητική δύναμη που αντιτίθεται στην κίνηση της ράβδου (συνέπεια του κανόνα Lenz) δεν επηρεάζεται από την αλλαγή της έντασης του μαγνητικού πεδίου ή την αντιστροφή του, όταν η ράβδος κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η αλλαγή της έντασης επηρεάζει τη δύναμη Laplace ($F = B I L$), αλλά η αντιστροφή του πεδίου δεν την επηρεάζει γιατί ταυτόχρονα αλλάζει και η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4**4.1 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου**

Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πλησιάζει προς το πηνίο Π και αυτό εν συνεχεία κινείται προς τα δεξιά. Τι μπορεί να συμβαίνει και πώς το εξηγείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ως συνέπεια του κανόνα του Lenz, στα άκρα του πηνίου εμφανίζονται όμοιοι πόλοι με τους



πόλους του μαγνήτη. Συνεπώς, το πηνίο συμπεριφέρεται ως δεύτερος μαγνήτης με τους όμοιους πόλους τοποθετημένους ο ένας απέναντι στον άλλο και έτσι απωθούνται.

4.2 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Στην περίπτωση που ο ραβδόμορφος μαγνήτης είναι πολύ κοντά στο πηνίο και απομακρυνθεί από αυτό, τι θα συμβεί και γιατί;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ως συνέπεια του κανόνα του Lenz, στα άκρα του πηνίου εμφανίζονται αντίθετοι πόλοι με τους πόλους του μαγνήτη. Συνεπώς, το πηνίο συμπεριφέρεται ως δεύτερος μαγνήτης με τους αντίθετους πόλους τοποθετημένους ο ένας απέναντι στον άλλο και έτσι έλκονται.

4.3 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Όταν ο διακόπτης του κυκλώματος κλείσει, τότε το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα και ο δακτύλιος αναπηδά. Εξηγήστε τους λόγους. Τι θα παρατηρήσουμε αν αντιστρέψουμε την πολικότητα της πηγής;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ως συνέπεια του κανόνα του Lenz, στα άκρα του δακτυλίου και του πηνίου εμφανίζονται όμοιοι πόλοι. Συνεπώς, ο δακτύλιος και το πηνίο συμπεριφέρονται σαν δύο μαγνήτες με τους όμοιους πόλους τοποθετημένους ο ένας απέναντι στον άλλο και έτσι απωθούνται. Αν αλλάξει η πολικότητα της πηγής τα δυο σώματα θα συμπεριφέρονται σαν δυο μαγνήτες με τους αντίθετους πόλους τοποθετημένους ο ένας απέναντι στον άλλο και έτσι θα έλκονται.



5.42 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ13_Αυτεπαγωγή – Αμοιβαία επαγωγή_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 13
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ13_Αυτεπαγωγή – Αμοιβαία επαγωγή_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Φυσική, C, αυτεπαγωγή, αμοιβαία επαγωγή, ηλεκτρομαγνητισμός, ηλεκτρική συσκευή, ραδιόφωνο, τροφοδοσία, λαμπτήρας, αντίσταση, πηνίο, επαγωγή, τάση, κύκλωμα, ροοστάτης, μπαταρία, ρεύμα, μεταβλητή αντίσταση, αυτεπαγωγή, βρόγχος, ηλεκτρικό ρεύμα, τάση αυτεπαγωγής, αντίσταση, πολικότητα πηνίου, αυτεπαγωγική τάση, πολικότητα τάσης, ρυθμός μεταβολής, πρωτεύον πηνίο, δευτερεύον πηνίο, μεταβολή ρεύματος, μετασχηματιστής, πολλαπλασιαστής τάσης, διαιρέτης τάσης, μετασχηματιστές, ηλεκτρισμός, μαγνητισμός, Νικόλα Τέσλα, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς • μαγνητική ροή • το φαινόμενο της Η/Μ επαγωγής • ο νόμος του Faraday • ο κανόνας του Lenz



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να ορίζουν και να διερευνούν τα φαινόμενα αμοιβαίας επαγωγής και αυτεπαγωγής μέσω πειραματικών δραστηριοτήτων.
ΔΣ2	Να αναφέρουν εφαρμογές της αμοιβαίας επαγωγής και της αυτεπαγωγής.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.5. Δραστηριότητα αξιολόγησης: Σύρω και αφήνω

Συμπληρώστε τα κενά των προτάσεων.

Απάντηση:

Στην προηγούμενη δραστηριότητα παρατηρήσαμε ότι, το ρεύμα που περνά μέσα από το πηνίο είναι **σταθερό** τότε δεν εμφανίζεται **τάση** στα άκρα του. Αντίθετα, όταν μετακινούμε τον δρομέα του ροοστάτη, τότε μεταβάλλουμε την αντίσταση του κυκλώματος, άρα **μεταβάλλεται** και το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο και τότε εμφανίζεται τάση στα **άκρα** του.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.2. Πολικότητα στα άκρα ενός πηνίου – 1

Ερώτηση:

1. Ποια είναι η φορά του ρεύματος μέσα στο πηνίο;

Απάντηση:

Από το Β προς το Α.

**Ερώτηση:**

2. Τι συμβαίνει στην ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα όταν κλείνουμε το διακόπτη (ενεργοποίηση του κυκλώματος);

Απάντηση:

Αυξάνεται.

Ερώτηση:

3. Ποια είναι η πολικότητα της επαγωγικής τάσης στα άκρα A και B του πηνίου;

Απάντηση:

$V_{AB} < 0$ (το A είναι το $-$ και το B είναι το $+$).

Ερώτηση:

4. Αν επρόκειτο να αντικαταστήσετε το πηνίο με μια ισοδύναμη πηγή ΗΕΔ, πώς θα την τοποθετούσατε;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι **B**.

Ερώτηση:

5. Αν στη θέση του πηνίου τοποθετούσαμε μια ΗΕΔ, το ρεύμα που θα παρείχε στο κύκλωμα θα ήταν _____. με το ρεύμα που παρέχει η μπαταρία.

Απάντηση:

Αντίροπο.

2.3. Πολικότητα στα άκρα ενός πηνίου – 2**Ερώτηση:**

1. Ποια είναι η φορά του ρεύματος μέσα στο πηνίο;

Απάντηση:

Από το A προς το B

Ερώτηση:

2. Τι συμβαίνει στην ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα όταν κλείνουμε το διακόπτη



(ενεργοποίηση του κυκλώματος);

Απάντηση:

Αυξάνεται.

Ερώτηση:

3. Ποια είναι η πολικότητα της επαγωγικής τάσης στα άκρα A και B του πηνίου;

Απάντηση:

$V_{AB} > 0$ (το A είναι το + και το B είναι το -).

Ερώτηση:

4. Αν επρόκειτο να αντικαταστήσετε το πηνίο με μια ισοδύναμη πηγή ΗΕΔ, πώς θα την τοποθετούσατε;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι **A**.

Ερώτηση:

5. Αν στη θέση του πηνίου τοποθετούσαμε μια ΗΕΔ, το ρεύμα που θα παρείχε στο κύκλωμα θα ήταν _____. με το ρεύμα που παρέχει η μπαταρία.

Απάντηση:

Αντίρροπο.

2.4. Πολικότητα αυτεπαγωγικής τάσης

Ερώτηση:

1. Θεωρώντας το θετικό πόλο της μπαταρίας στα αριστερά, τι συμβαίνει στην ένταση που διαρρέει το κύκλωμα όταν ανοίξουμε το διακόπτη (απενεργοποίηση του κυκλώματος); Απάντηση:

Μειώνεται

Ερώτηση:

2. Υποθέστε ότι ο θετικός πόλος της μπαταρίας βρίσκεται στα δεξιά. Όταν ενεργοποιούμε το κύκλωμα, τότε το ρεύμα που το διαρρέει αυξάνεται. Σ' αυτή την περίπτωση, τι πρόσημο έχει η αυτεπαγωγική τάση;

**Απάντηση:**

Αρνητικό.

Ερώτηση:

3. Υποθέστε ότι ο θετικός πόλος της μπαταρίας βρίσκεται στα δεξιά. Όταν απενεργοποιούμε το κύκλωμα, τότε το ρεύμα που το διαρρέει μειώνεται. Σ' αυτή την περίπτωση, τι πρόσημο έχει η αυτεπαγωγική τάση;

Απάντηση:

Θετικό.

Ερώτηση:

4. Σύρετε τις λέξεις στα αντίστοιχα κενά.

Απάντηση:

Από όλες τις δραστηριότητες που εκτελέσαμε στην προηγούμενη δραστηριότητα προκύπτει ένα απλό συμπέρασμα. Σε κάθε περίπτωση, η πολικότητα της αυτεπαγωγικής τάσης που εμφανίζεται στα άκρα ενός πηνίου είναι τέτοια που τείνει να **εξουδετερώσει** τη **μεταβολή** που την προκαλεί. Με άλλα λόγια αν το μέτρο της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο **αυξάνεται** τότε η αυτεπαγωγική τάση στα άκρα του τείνει να δώσει στο κύκλωμα ρεύμα αντίρροπο με το ρεύμα που διαρρέει στο πηνίο, ενώ αν το μέτρο της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο μειώνεται τότε η αυτεπαγωγική τάση στα άκρα του τείνει να δώσει στο κύκλωμα ρεύμα **ομόρροπο** με το ρεύμα που διαρρέει στο πηνίο. Όπως καταλαβαίνετε πρόκειται απλώς για μια ακόμα εκδήλωση του κανόνα του Lenz. Συνδυάζοντας ότι έχουμε αποδείξει για το μέτρο της αυτεπαγωγικής τάσης μαζί με τη διαπίστωση μας για την πολικότητα, μπορούμε να τα συνοψίσουμε όλα στην εξίσωση κομψή έκφραση: $E_{\text{αυτ}} = L \frac{dl}{dt}$

ΕΝΟΤΗΤΑ 3**3.1. Αμοιβαία Επαγωγή****Ερώτηση:**

Συμπληρώστε το πιο κάτω κείμενο.

Απάντηση:

Όταν το ρεύμα που διαρρέει το πρωτεύον πηνίο **μεταβάλλεται**, τότε εμφανίζεται **τάση** στα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου, ενώ αντίθετα όταν το ρεύμα που διαρρέει το πρωτεύον πηνίο είναι **σταθερό**



τότε δεν δημιουργείται **τάση** στα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου.

Ερώτηση:

1. Η αύξηση του πλάτους της τάσης στο πρωτεύον πηνίο θα έχει σαν αποτέλεσμα:

Απάντηση:

Να αυξηθεί το πλάτος της τάσης στο δευτερεύον πηνίο.

Ερώτηση:

2. Η αύξηση τη συχνότητας της τάσης στο πρωτεύον πηνίο θα έχει σαν αποτέλεσμα: **Απάντηση:**

Να αυξηθεί το πλάτος της τάσης στο δευτερεύον πηνίο.

Ερώτηση:

3. Η αύξηση του εμβαδού των σπειρών του πρωτεύοντος πηνίου θα έχει σαν αποτέλεσμα:

Απάντηση:

Να αυξηθεί το πλάτος της τάσης στο δευτερεύον πηνίο.

Ερώτηση:

4. Η αύξηση του εμβαδού των σπειρών του δευτερεύοντος πηνίου θα έχει σαν αποτέλεσμα:

Απάντηση:

Να μην αλλάξει το πλάτος της τάσης στο δευτερεύον πηνίο.

Ερώτηση:

5. Η αύξηση του αριθμού των σπειρών του πρωτεύοντος πηνίου θα έχει σαν αποτέλεσμα

Απάντηση:

Να αυξηθεί το πλάτος της τάσης στο δευτερεύον πηνίο.

Ερώτηση:

6. Η αύξηση του αριθμού των σπειρών του δευτερεύοντος πηνίου θα έχει σαν αποτέλεσμα:

Απάντηση:

Να αυξηθεί το πλάτος της τάσης στο δευτερεύον πηνίο.



5.43 ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ14_Μετασχηματιστές_2.0

Βασικές γενικές πληροφορίες

Μάθημα	Φυσική
Τάξη	Γ' Λυκείου / Τεχνικής
Α/Α ΨΕΠ	ΨΕΠ 14
Τίτλος Μονάδας ΨΕΠ	ΛΤ_ΦΥΣ_Γ_ΨΕΠ14_Μετασχηματιστές_2.0
Έκδοση	2.0
Λέξεις Κλειδιά	Εισαγωγή, ευθύγραμμος αγωγός, μαγνητικό πεδίο, ηλεκτρεγερτική δύναμη, επαγωγή, μαγνήτης, ηλεκτρικό πεδίο, πηνίο, γαλβανόμετρο, αντίσταση, θερμότητα, μαγνήτης, νόμος Faraday, μαγνητική ροή, επαγωγική σύζευξη, αμοιβαία επαγωγή, πρωτεύον πηνίο, δευτερεύον πηνίο, μετασχηματιστής, κλειστός πυρήνας, εναλλασσόμενο ρεύμα, ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, υποβιβασμός τάσης, ανύψωση τάσης, υποβιβασμός τάσης, λόγος μετασχηματισμού, επαγόμενη τάση, τάση εισόδου, τάση εξόδου αριθμός σπειρών, απώλειες ενέργειας, ηλεκτροπαραγωγός σταθμός, ανύψωση τάσης, δίκτυο διανομής ηλεκτρισμού, γραμμές μέσης τάσης, γραμμές υψηλής τάσης, γραμμές υπερύψηλης τάσης, πυλώνας, γραμμή μεταφοράς, υποσταθμός, τέλος μαθήματος.
Επιστημονική/Θεωρητική Γνώση για σκοπούς Εκπαιδευτικού	<ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρομαγνητική Επαγωγή • Επαγωγικό ρεύμα και μαγνητικό πεδίο • ο νόμος του Faraday



Διδακτικοί στόχοι

A/A	Διδακτικοί Στόχοι
	Οι μαθητές θα πρέπει:
ΔΣ1	Να εξηγούν τη λειτουργία του μετασχηματιστή με βάση το φαινόμενο της αμοιβαίας επαγωγής και να αναγνωρίζουν τη σημασία του ως διάταξη ανύψωσης και υποβιβασμού τάσης.
ΔΣ2	Να υπολογίζουν την παραγόμενη τάση με βάση τον λόγο μετασχηματισμού.
ΔΣ3	Να περιγράφουν και να εξηγούν το ρόλο των μετασχηματιστών στις γραμμές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Λύσεις δραστηριοτήτων αξιολόγησης και απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1. Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή – 1

Ερώτηση:

1. Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι χρησιμοποιώντας μόνο τα υλικά της πιο πάνω πειραματικής διάταξης θα μπορούσε να παράξει επαγωγικό ρεύμα. Συμφωνείτε με την άποψή του; Εξηγήστε.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο ισχυρισμός είναι ορθός, γιατί με την κίνηση της ράβδου μεταβάλλεται η μαγνητική ροή ανά μονάδα χρόνου και έτσι εμφανίζεται επαγωγική τάση, άρα και επαγωγικό ρεύμα.

Ερώτηση:

2. Τελικά συμφωνείτε με τον ισχυρισμό του μαθητή ότι χρησιμοποιώντας μόνο τα υλικά της πιο πάνω πειραματικής διάταξης μπορεί να παραχθεί επαγωγικό ρεύμα; Εξηγήστε το συλλογισμό σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο ισχυρισμός είναι ορθός, γιατί με την κίνηση της ράβδου μεταβάλλεται η μαγνητική ροή ανά



μονάδα χρόνου και έτσι εμφανίζεται επαγωγική τάση, άρα και επαγωγικό ρεύμα.

Ερώτηση:

3. Τι παρατηρείτε όταν ο ευθύγραμμος αγωγός κινείται κάθετα προς το μαγνητικό πεδίο;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένδειξη του βολτομέτρου μεταβάλλεται.

Ερώτηση:

4. Τι παρατηρείτε τώρα στην ένδειξη του βολτομέτρου όταν η κίνηση αυτή γίνει πιο γρήγορη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένδειξη του βολτομέτρου μεταβάλλεται πιο έντονα.

1.2. Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή – 2

Ερώτηση:

1. Τι παρατηρείτε όταν ο ραβδόμορφος μαγνήτης κινείται κατά μήκος του σωληνοειδούς;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένδειξη του γαλβανομέτρου μεταβάλλεται.

Ερώτηση:

2. Τι παρατηρείτε τώρα όταν το πηνίο κινείται προς το μαγνήτη;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένδειξη του γαλβανομέτρου μεταβάλλεται.

1.3 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Αν ο μαγνήτης του πιο πάνω σχήματος μετακινηθεί κατά μήκος του άξονα το πηνίου, έτσι ώστε να το πλησιάσει ή να απομακρυνθεί από αυτό, τότε θα παρατηρήσετε ένδειξη ρεύματος στο γαλβανόμετρο. Ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι ορθές;

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι Β και Δ.

**1.4 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής**

Να βρείτε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα επιλέγοντας την ορθή απάντηση.

Απάντηση:

Η σωστή απάντηση είναι το Β.

1.5 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Στην αντίσταση του κυκλώματος παράγεται θερμότητα. Από ποια μορφή ενέργειας προκύπτει το παραπάνω ποσό θερμότητας;

Ενδεικτική Απάντηση:

Από την ηλεκτρική ενέργεια.

1.6 Νόμος Faraday

1. Πατήστε το διακόπτη στιγμιαία. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

Ερώτηση:

2. Κλείστε το διακόπτη του κυκλώματος και πλησιάστε πιο κοντά τα δυο πηνία. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Καθώς κινείται το ένα από τα δυο πηνία (ή και τα δύο πηνία ταυτόχρονα), ο λαμπτήρας φωτοβολεί.

Ερώτηση:

3. Βγάλτε τον πυρήνα σιδήρου και επαναλάβετε το πείραμα. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο λαμπτήρας φωτοβολεί, αλλά με λιγότερη ένταση.

1.7 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το πηνίο Α διαρρέεται από ρεύμα μεταβλητής έντασης. Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί το πηνίο Α μεταβάλλεται, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πηνίο Β και να δημιουργείται σε αυτό από επαγωγή.

**Απάντηση:**

Ηλεκτρεγερτική δύναμη

1.8 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ερώτηση πολλαπλών επιλογών

Η ΗΕΔ από αμοιβαία επαγωγή που αναπτύσσεται στο δευτερεύον πηνίο εξαρτάται από:

Απάντηση:

Όλες οι απαντήσεις είναι σωστές.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2**2.3 Περιγραφή μετασχηματιστή – 2****Ερώτηση:**

1. Πλησιάστε το ραβδόμορφο μαγνήτη στο δευτερεύον πηνίο. Παρατηρήστε την ένδειξη στο πολύμετρο του δευτερεύοντος πηνίου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένδειξη του πολύμετρου μεταβάλλεται.

Ερώτηση:

2. Πλησιάστε τώρα στη διάταξή μας το δευτερεύον πηνίο και φροντίστε να είναι σε τέτοια απόσταση από το πρωτεύον ώστε να αισθάνεται την παρουσία του μαγνητικού πεδίου που δημιουργήθηκε από το πρωτεύον πηνίο. Τι παρατηρείτε;

Ενδεικτική Απάντηση:

Η ένδειξη του πολύμετρου μεταβάλλεται.

Ερώτηση:

3. Σε μερικές πειραματικές εργασίες χρησιμοποιήθηκε γαλβανόμετρο για την ανίχνευση της επαγωγικής τάσης ενώ σε αυτή έγινε χρήση αμπερομέτρου. Ποια είναι η βασική διαφορά ανάμεσα σε αυτά τα δύο όργανα μέτρησης;

Ενδεικτική Απάντηση:

Το γαλβανόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως αμπερόμετρο, αλλά και ως βολτόμετρο. Η εσωτερική αντίσταση του γαλβανομέτρου είναι ψηλότερη από την εσωτερική αντίσταση ενός



αμπερομέτρου, με αποτέλεσμα να διαταράσσεται η μέτρηση του ρεύματος όταν πρόκειται για χαμηλές τιμές. Επιπλέον, το αμπερόμετρο έχει πολικότητα και επομένως υπάρχει συγκεκριμένη συνδεσμολογία προκειμένου να λειτουργεί σωστά.

Ερώτηση:

4. Με ποιους τρόπους μπορούμε να αυξήσουμε την επαγωγική τάση; Στην απάντησή σας μπορείτε να αναφερθείτε και να προτείνετε πειραματικές διαδικασίες που θα μπορούσαν να γίνουν για να τεκμηριώσετε τις θέσεις σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Μπορούμε να αυξήσουμε τον αριθμό των σπειρών και το εμβαδόν τους στα δυο πηνία. Επίσης, μπορούμε να αυξήσουμε τη σχετική ταχύτητα των δυο πηνίων. Τέλος, μπορούμε να τοποθετήσουμε πυρήνα μαλακού σιδήρου στο εσωτερικό των πηνίων.

2.4 Μετασχηματιστές υποβιβασμού και ανύψωσης τάσης

Ερώτηση:

1. Ρυθμίστε την τιμή της εισερχόμενης τάσης καθώς και τον αριθμό των σπειρών στο πρωτεύον και δευτερεύον πηνίο. Ο αριθμός των σπειρών στο πρωτεύον πηνίο να είναι μικρότερος από τον αριθμό των σπειρών στο δευτερεύον πηνίο. Τι παρατηρείτε στην τιμή της τάσης εξόδου; Συγκρίνετέ την με την τιμή της τάσης εισόδου.

Ενδεικτική Απάντηση:

Η τιμή της τάσης εξόδου είναι μεγαλύτερη από την τιμή της τάσης εισόδου. Ο λόγος τάση εισόδου/τάση εξόδου ισούται με το λόγο N_1/N_2 .

Ερώτηση:

2. Κρατείστε ίδια τιμή της εισερχόμενης τάσης και αλλάξτε την τιμή των δύο άλλων μεταβλητών. Τώρα όμως φροντίστε ο αριθμός των σπειρών στο πρωτεύον πηνίο να είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των σπειρών στο δευτερεύον πηνίο. Τι παρατηρείτε στην τιμή της τάσης εξόδου; Συγκρίνετέ την με αυτή της τάσης εισόδου.

Ενδεικτική Απάντηση:

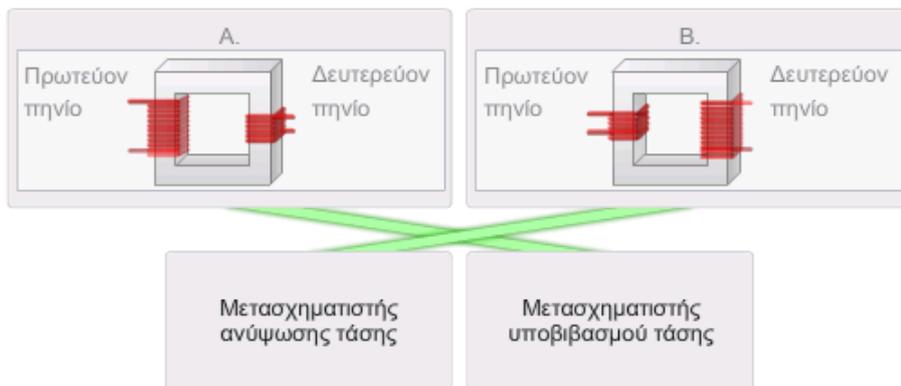
Η τιμή της τάσης εξόδου είναι μικρότερη από την τιμή της τάσης εισόδου. Ο λόγος τάση εισόδου/τάση εξόδου ισούται με το λόγο N_1/N_2 .



2.5 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Αντιστοίχιση

Παρατηρήστε προσεκτικά τους δύο μετασχηματιστές. Καθορίστε ποιος από αυτούς είναι μετασχηματιστής ανύψωσης και ποιος μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης;

Απάντηση:



2.6 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Ποια είναι η βασική διαφορά ανάμεσα σε ένα μετασχηματιστή ανύψωσης και ένα μετασχηματιστή υποβιβασμού τάσης;

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο μετασχηματιστής ανύψωσης έχει τάση εισόδου μικρότερη από την τάση εξόδου, ενώ ο μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης το αντίθετο.

2.7 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

Περιγράψτε τον τρόπο χρήσης των μετασχηματιστών ανύψωσης και υποβιβασμού τάσης.

Πληροφορίες μπορείτε να αντλήσετε από την παρακάτω ιστοσελίδα.

<http://www.explainthatstuff.com/transformers.html>

Ενδεικτική Απάντηση:

Χρησιμοποιούνται σε διάφορα σημεία του δικτύου των γραμμών μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

2.8 Υπολογισμός της επαγόμενης τάσης με βάση το λόγο μετασχηματισμού

Ερώτηση:

1. Τι εννοούμε όταν λέμε ένας μετασχηματιστής είναι ιδανικός;

**Ενδεικτική Απάντηση:**

Ένας μετασχηματιστής χαρακτηρίζεται ως ιδανικός όταν αποδίδει 100%, χωρίς να υπάρχουν απώλειες ενέργειας.

Ερώτηση:

2. Σημειώστε την τιμή της τάσης εξόδου για μια συγκεκριμένη τιμή της τάσης εισόδου. Επαναλάβετε τη διαδικασία αρκετές φορές και καταγράψτε τις μετρήσεις σας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο λόγος τάση εισόδου/τάση εξόδου ισούται με το λόγο $N1/N2$.

Ερώτηση:

3. Με αυτές τις μετρήσεις και με δεδομένο τον αριθμό των σπειρών στα πηνία να εξαγάγετε μια σχέση που να δίνει την παραγόμενη τάση.

Ενδεικτική Απάντηση:

Τάση εξόδου = $(N2 / N1) * \text{Τάση εισόδου}$

2.9 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Ανοικτού τύπου

1. Συνήθως οι μετασχηματιστές έχουν απόδοση από 90% έως 99% και αυτό οφείλεται σε απώλειες θερμικής ενέργειας. Να αναφέρετε παράγοντες στους οποίους νομίζετε ότι οφείλονται οι απώλειες αυτές.

Ενδεικτική Απάντηση:

Το μεγαλύτερο μέρος των απωλειών οφείλεται σε θερμικές απώλειες στα σύρματα των σπειρών και του πυρήνα.

Ερώτηση:

2. Να συμπληρώσετε κατάλληλα τον παρακάτω πίνακα με βάση το μαθηματικό εργαλείο που επαληθεύσατε στην προηγούμενη δραστηριότητα.

Απάντηση:

Αν ο πρώτος αριθμός είναι η τάση εισόδου, ο δεύτερος αριθμός είναι ο αριθμός σπειρών του πρωτεύοντος πηνίου, ο τρίτος αριθμός είναι ο αριθμός σπειρών του δευτερεύοντος πηνίου και ο τέταρτος αριθμός είναι η τάση εξόδου, τότε να υπολογίσετε τις τιμές στα κενά.

1. 10, 100, 600, **60**



2. 12, 600, 100, **2**
3. **50**, 200, 800, 200
4. **40**, 800, 200, 10
5. 15, 600, **200**, 5
6. 15, 600, **1200**, 30
7. 2, 100, **1000**, 20
8. 25, 500, **100**, 5

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.1. Ο ρόλος των μετασχηματιστών στις γραμμές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Ερώτηση:

Με βάση το παραπάνω σχεδιάγραμμα να περιγράψετε και να εξηγήσετε το ρόλο των μετασχηματιστών στις γραμμές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ενδεικτική Απάντηση:

Ο ρόλος των μετασχηματιστών στην μεταφορά και διανομή ηλεκτρικού ρεύματος

Ο ρόλος των μετασχηματιστών στις γραμμές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψίστης σημασίας. Η ενέργεια που παράγεται στους ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς, μεταφέρεται μέσω των μετασχηματιστών σε ψηλή τάση, για να μη χάνεται ενέργεια ως θερμότητα κατά την μεταφορά της και μεταφέρεται μέσω των γραμμών μεταφοράς στους Υποσταθμούς Μεταφοράς, όπου υποβιβάζεται από άλλους μετασχηματιστές σε μέση τάση. Ακολούθως, η ενέργεια μεταφέρεται στους Υποσταθμούς Διανομής, όπου υποβιβάζεται ξανά σε χαμηλή τάση και διανέμεται μέσω πασσάλων ή υπόγειων καλωδίων στους καταναλωτές.

Στην αρχή των γραμμών μεταφοράς η τάση πολλαπλασιάζεται μέσω μετασχηματιστών ανύψωσης της τάσης και τούτο γιατί πρέπει να έχει ένα επαρκές μέγεθος ικανό να υπερκεράσει τις πολύ μεγάλες απώλειες ενέργειας κατά μήκος της τεραστίου μήκους γραμμής μεταφοράς. Αντιθέτως, στο τέλος της γραμμής μεταφοράς η τάση υποβιβάζεται με τη βοήθεια μετασχηματιστών υποβιβασμού της τάσης και τούτο για να αποκτήσει μέγεθος κατάλληλο για τους καταναλωτές, δηλαδή από 230 V ως μερικά kV.

3.2 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από:

**Απάντηση:**

Γραμμές υπερευπηλής τάσης

3.3 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Μετασχηματιστές υπάρχουν:

Απάντηση:

Σους υποσταθμούς

3.4 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποια από τις πιο κάτω εκφράσεις είναι ορθή; Οι μετασχηματιστές υποβιβασμού τάσης συναντώνται:

Απάντηση:

Στο τέλος της γραμμής μεταφοράς.

3.5 Δραστηριότητα αξιολόγησης: Πολλαπλής επιλογής

Ποια είναι η διαδρομή που ακολουθεί το ρεύμα για να φτάσει από τους σταθμούς παραγωγής στους καταναλωτές (στην Κύπρο);

Απάντηση:

Γ. εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας → γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης → πυλώνες → υποσταθμοί μεταφοράς → γραμμές μέσης τάσης → στύλοι → υποσταθμοί διανομής → γραμμές χαμηλής τάσης → στύλοι → καταναλωτές



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- American Association for the Advancement of Science (2001). *Designs for Science Literacy*. Washington, DC: AAAS
- Bredderman, T. (1983). Effects of activity-based elementary science on student outcomes: A quantitative synthesis. *Review of Educational Research*, 53, 499–518.
- Cole, M., & Bruner, J. S. (1971). Cultural differences and inferences about psychological processes, *American Psychologist*, 26, 867-76.
- DeGrave, W. S., Boshuizen, H. P. A., and Schmidt, H. G. (1996). Problem-based learning: Cognitive and metacognitive processes during problem analysis. *Instr. Sci.* 24: 321-341.
- De Jong, T. and Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 68, 179-201.
- Devin, P. (2004). *When Computers Go to School: How Kent School Implemented Information Technology to Enrich Teaching and Learning*. Published by Rand Corporation.
- Dewey, J. (1938). *Logic: The Theory of Inquiry*, New York: Holt and Co.
- Fenrich, P. (2005). *Creating Instructional Multimedia Solutions: Practical Guidelines for the Real World*. Published by Informing Science.
- Hmelo-Silver C. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235-266.
- Honebein, P., Duffy, T.M., & Fishman, B. (1993). Constructivism and the design of learning environments: Context and authentic activities for learning. In Thomas M. Duffy, Joost Lowyck, and David Jonassen (Eds.), *Designing environments for constructivist learning*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Jonassen, D. (1994, April). Thinking technology. *Educational Technology*, 34(4), 34-37.
- Koumi, J. (2006). *Designing video and multimedia for open and flexible learning*. London and New York: Routledge.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lever-Duffy, J, Mc Donald, J. & Mizell, P. (2003). *Teaching and Learning with technology*. Pearson Education, Inc.
- Martin, D.J. (2003). *Elementary Science Methods: A constructivist approach*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Mayer, R. (2001). *Multi-Media Learning*. Cambridge University Press.



McDaniel, M.A., & Schlager, M.S. (1990). Discovery learning and transfer of problem-solving skills. *Cognition and Instruction*, 7, 129–159.

McDermott and the Physics Education Group at the University of Washington (1996). *Physics by Inquiry Volume II*. Wiley, New York, USA.

Oblinger, D. (2006). *Simulations, Games, and Learning*. Retrieved September 15, 2008, from <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI3004.pdf>

Piaget, J. (1970). Piaget's theory. In P. Mussen (Ed.), *Carmichael's manual of child psychology* (Vol. 1, pp. 703–772). New York: John Wiley & Sons.

Piaget, Jean (1977). *The development of thought: Equilibrium of cognitive structures*. New York: Viking Press.

Posner, G. Strike, K. Hewson, P. and Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

Resnick, L. (1987) "The 1987 AERA Presidential Address: Learning in School and Out," *Educational Researcher*, 16 (9), 13-20.

Rochelle, J. (1992). Reflections on Dewey and Technology for Situated Learning. Paper presented at annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.

Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking. Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.

Sauvé, L., Renaud, L., Kaufman, D., & Marquis, J. S. (2007). Distinguishing between games and simulations: A systematic review. *Educational Technology & Society*, 10 (3), 247-256.

Schauble, L. (1996). The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts. *Developmental Psychology*, 32, 102–119.

Stohr-Hunt, P.M. (1996). An analysis of frequency of hands-on experience and science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 101–109.

Sunal, D. W. and Sunal, C. S. (2003). *Science in the elementary and middle school*. Upper saddle river, NJ: Merrill Prentice Hall.

Torp, L. and Sage, S. (1998). *Problems as Possibilities: Problem-Based Learning for K-12 Education*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

vonGlaserfeld, E.(1989) *Cognition, Construction of Knowledge, and Teaching*, *Synthese*, 80, 121-140.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.



Weert, T., Tatnall, A. (2005). *Information and Communication Technologies and Real-life Learning: New Education for the Knowledge Society*. Published by Springer.

Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: A socio-cultural approach to mediated action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://www.businessballs.com/bloomstaxonomyoflearningdomains.htm>

<http://www.nwlink.com/~Donclark/hrd/bloom.html>