

Ειδικό μέρος
Οργάνωση, μεθόδευση και
σχεδιασμός της διδασκαλίας

1.1 Ευθύγραμμη κίνηση

Διδακτικοί στόχοι κεφαλαίου - Προτεινόμενος χρονικός προγραμματισμός

Για τη διδασκαλία του κεφαλαίου προτείνεται να διατεθούν επτά διδακτικές ώρες.

Διδακτικοί στόχοι του κεφαλαίου, όπως προσδιορίζονται από το αναλυτικό πρόγραμμα.

Ο μαθητής να μπορεί:

1. Να προσδιορίζει τη θέση ενός σώματος και τη χρονική στιγμή ενός συμβάντος και να αναφέρει σχετικά παραδείγματα από την καθημερινή ζωή.
2. Από έναν πίνακα πειραματικών τιμών ($x-t$) ομαλής κίνησης να σχεδιάζει το διάγραμμα ($x-t$) και να υπολογίζει την ταχύτητα.
3. Να αποδίδει γραφικά τα μεγέθη θέση, ταχύτητα και επιτάχυνση στην ομοιόμορφα μεταβαλλόμενη κίνηση.
4. Να εφαρμόζει τους “νόμους” της κίνησης σε φαινόμενα καθημερινής ζωής (π.χ. οδική κυκλοφορία).
5. Να χρησιμοποιεί με ευχέρεια τις μονάδες.

Προτεινόμενος χρονικός προγραμματισμός

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΩΡΕΣ
1 ^η . Ύλη και κίνηση (1.1.1), Ο προσδιορισμός της θέσης ενός σωματίου (1.1.2), Οι έννοιες της χρονικής στιγμής, του συμβάντος και της χρονικής διάρκειας (1.1.3), Η μετατόπιση σωματίου πάνω σε άξονα (1.1.4)	1
Εργαστηριακή άσκηση 1. Μέτρηση μήκους, χρόνου, μάζας και δύναμης. Σφάλματα (σχόλια προτάσεις αναμενόμενα αποτελέσματα).	1
2 ^η . Η έννοια της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (1.1.5). Η έννοια της μέσης ταχύτητας (1.1.6).	1

3 ^η . Η έννοια της στιγμιαίας ταχύτητας (1.1.7). Η έννοια της επιτάχυνσης στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση (1.1.8).	1
4 ^η . Οι εξισώσεις προσδιορισμού της ταχύτητας και της θέσης ενός κινητού στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση (1.1.9).	2
Εργαστηριακή άσκηση 2α. Μελέτη της ευθύγραμμης ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης.	1
ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	7

Διδακτική ενότητα 1η: Ύλη και κίνηση (1.1.1), Ο προσδιορισμός της θέσης ενός σωματίου (1.1.2), Οι έννοιες της χρονικής στιγμής, του συμβάντος και της χρονικής διάρκειας (1.1.3), Η μετατόπιση σωματίου πάνω σε άξονα (1.1.4) (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

1. Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι η κίνηση είναι έννοια σχετική.
2. Να ορίσουν την έννοια της τροχιάς.
3. Να ορίσουν την έννοια του σωματίου.
4. Να προσδιορίσουν τη θέση σωματίου που κινείται σε ευθύγραμμη τροχιά, να διαπιστώσουν την αναγκαιότητα του συστήματος αναφοράς και να ασκηθούν στον προσδιορισμό της θέσης ενός σωματίου στο επίπεδο.
5. Να ορίσουν οι μαθητές τις έννοιες της χρονικής στιγμής του συμβάντος και της χρονικής διάρκειας.
6. Να ορίσουν την έννοια της μετατόπισης και να συγκρίνουν τις έννοιες “μετατόπιση” και “διάστημα”.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Σχετικά με την κινηματική οι μαθητές έχουν τις εξής παρανοήσεις:

- Η Ιστορία δεν έχει καμιά θέση στη διδασκαλία της επιστήμης.

- Δύο αντικείμενα το ένα δίπλα στο άλλο πρέπει να έχουν την ίδια ταχύτητα.
- Τα διανύσματα της ταχύτητας και της επιτάχυνσης έχουν πάντα την ίδια κατεύθυνση.
- Η ταχύτητα είναι μια δύναμη.
- Εάν η ταχύτητα είναι μηδενική τότε και η επιτάχυνση είναι μηδενική.

Μπορούμε στα αντίστοιχα μαθήματα του κεφαλαίου να συζητήσουμε τις παρανοήσεις των μαθητών, αναζητώντας κάθε φορά κατάλληλα μαθησιακά έργα ώστε οι μαθητές αυτόδουλα να αλλάξουν άποψη.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Ο διδάσκων μπορεί να ζητήσει από τους μαθητές να συζητήσουν στην ομάδα τις περιπτώσεις σωμάτων που είναι ακίνητα. Είναι βέβαιο ότι θα καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι ακίνητα σώματα δεν υπάρχουν. Στη συνέχεια ο διδάσκων μπορεί να προβάλλει τη διαφάνεια Α'. Γ.Π.: 1.1,1 και να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι άλλη άποψη για την κίνηση των δύο αυτοκινήτων έχει ένας κινούμενος παρατηρητής (είναι μέσα σε ένα από τα αυτοκίνητα) και άλλη ένας ακίνητος παρατηρητής. Ο διδάσκων μπορεί να ζητήσει από τους μαθητές να ενώσουν με μια γραμμή τις διαδοχικές θέσεις από τις οποίες περνάει ένα κινητό και να δώσουν τον ορισμό της τροχιάς.

Ο διδάσκων μπορεί να ζητήσει από τους μαθητές τότε λέμε ότι π.χ. ένα τρένο περνάει μπροστά από ένα στύλο της Δ.Ε.Η. Θα πεισθούν ότι είναι απαραίτητο το τραίνο να παρασταθεί με ένα σημείο που το λέμε σημειακό αντικείμενο ή σώματιο.

Δώστε τους στη συνέχεια να προσδιορίσουν τη θέση ενός μολυβιού πάνω στο θρανίο τους. Θα διαπιστώσουν από μόνοι τους ότι είναι απαραίτητο να ορίσουν το σημείο αναφοράς.

Συζητείστε με τους μαθητές σας τις έννοιες της χρονικής στιγμής, του συμβάντος και της χρονικής διάρκειας και να δώσουν δικά τους παραδείγματα. Ζητείστε από τους μαθητές να κάνουν τη δραστηριότητα της παραγράφου 1.1.3.

Προκειμένου να ορίσουν οι μαθητές την έννοια της μετατόπισης μπορείτε να τους ζητήσετε να σχεδιάσουν μια ευθεία γραμμή πάνω στην οποία κινείται ένα υποθετικό κινητό που ξεκινάει π.χ. από μια θέση Α(+3cm) και φθάνει σε μια θέση Β(+10cm). Ανάλογο παράδειγμα μπορεί να δοθεί με κίνηση προς τα αριστερά.

Σημείωση: Για την επίτευξη του πρώτου διδακτικού στόχου μπορείτε να προβάλετε τη διαφάνεια Α'. Γ.Π.: 1.1,2.

Παρατήρηση: Η διδακτική ενότητα είναι μεγάλη, όμως περιλαμβάνει έννοιες γνωστές στους μαθητές από τις προηγούμενες τάξεις, πιστεύουμε ότι μπορεί να διδαχθεί περιληπτικά σε μια διδακτική ώρα.

Εργασίες για εμπέδωση

Για την εμπέδωση της ύλης προτείνεται να λύσουν οι μαθητές τις ερωτήσεις 3, 4, 5 και 6.

Εργαστηριακή άσκηση 1: Ασφάλεια εργαστηρίου. Μέτρηση μήκους, χρόνου, μάζας και δύναμης. Σφάλματα (σχόλια, προτάσεις, αναμενόμενα αποτελέσματα). Η άσκηση μπορεί να γίνει όπως περιγράφεται αναλυτικά στον εργαστηριακό οδηγό. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Η άσκηση αυτή μας δίνει την αφορμή να συζητήσουμε με τους μαθητές το θέμα της ασφάλειας στο εργαστήριο, τις μετρήσεις θεμελιωδών μεγεθών και τα σφάλματα στις μετρήσεις. Αυτά είναι θέματα με τα οποία πιθανώς έχουν ασχοληθεί οι μαθητές στο Γυμνάσιο αλλά μία επανάληψή τους δεν παύει να είναι ωφέλιμη. Προτρέπουμε τους μαθητές από το προηγούμενο μάθημα να διαβάσουν από την εισαγωγή του Εργαστηριακού Οδηγού την παράγραφο 2 (ασφάλεια στο εργαστήριο), την παράγραφο 8 (αβεβαιότητα μέτρησης) και την παράγραφο 9 (σημαντικά ψηφία – στρογγυλοποίηση), ώστε να είναι προετοιμασμένοι. Επίσης από την εισαγωγή να μελετήσουν την παράγραφο 3 (μέτρηση μήκους) και την παράγραφο 5 (μέτρηση μάζας).

Οι μαθητές είναι πιθανό να έχουν αρκετή εμπειρία στη χρήση των οργάνων μέτρησης θεμελιωδών μεγεθών από το Γυμνάσιο (με εξαίρεση το μικρόμετρο). Με την προϋπόθεση αυτή η άσκηση μπορεί να ολοκληρωθεί άνετα μέσα σε μία διδακτική ώρα.

Διδακτική ενότητα 2η: Η έννοια της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (1.1.5). Η έννοια της μέσης ταχύτητας (1.1.6). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

1. Να ορίσουν οι μαθητές την έννοια της ταχύτητας ως μέγεθος

διανυσματικό και να ανακαλύψουν την εξίσωση που παρέχει τη μετατόπιση στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

2. Να ασκηθούν στην κατασκευή γραφικών παραστάσεων και να εξάγουν στοιχεία από μια γραφική παράσταση ταχύτητας – χρόνου και μετατόπισης – χρόνου.
3. Να αναλύσουν τη χαρτοταινία του ηλεκτρικού χρονομετρητή και να υπολογίσουν την ταχύτητα του ηλεκτρικού αμαξιδίου.
4. Να ορίσουν οι μαθητές την έννοια της μέσης ταχύτητας.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

- 1) Οι μαθητές δυσκολεύονται να αντιληφθούν ότι στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση δεν απαιτείται να ασκείται δύναμη στο κινητό.
- 2) Συγχέουν την ταχύτητα με τη δύναμη.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη του πρώτου στόχου μπορούμε να δώσουμε στους μαθητές ένα αριθμητικό παράδειγμα, όπως αυτό της εικόνας 1.1.10β και να τους ζητήσουμε να βρουν ποιο από τα δύο αυτοκίνητα είναι ταχύτερο. Κατόπιν τους ζητάμε να ορίσουν την ταχύτητα.

Στη συνέχεια τους δίνουμε έναν πίνακα τιμών μετατόπισης του χρόνου και τους ζητάμε να κατασκευάσουν το διάγραμμα. Ο πίνακας τιμών για την εξαρτημένη μεταβλητή ποτέ δεν περιέχει ακέραιους αριθμούς. Όταν δίνονται ακέραιοι αριθμοί ως τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής αυτό γίνεται για τη διευκόλυνση των μαθητών. Από το διάγραμμα μετατόπισης – χρόνου οι μαθητές μπορούν να υπολογίσουν την ταχύτητα. Ενώ από το διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου μπορούν να βρουν την εξίσωση της μετατόπισης.

Είναι επιθυμητό οι μαθητές να λύσουν το παράδειγμα της σελίδας 45 - 46 ή κάτι παρόμοιο.

Η δραστηριότητα της σελίδας 47 είναι καλό να γίνει στην τάξη και οι μαθητές να εργαστούν σε ομάδες. Όμως αν ο χρόνος δεν επαρκεί μπορεί να δοθεί και ως άσκηση στο σπίτι.

Για τον ορισμό της μέσης ταχύτητας οι μαθητές να εργαστούν ομαδικά στη δραστηριότητα της σελίδας 48.

Εργασίες για εμπέδωση

Προτείνεται να απαντήσουν οι μαθητές στην ερώτηση 7, και να λύσουν τις ασκήσεις 2, 5 και 6.

Διδακτική ενότητα 3η: Η έννοια της στιγμιαίας ταχύτητας (1.1.7). Η έννοια της επιτάχυνσης στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση (1.1.8). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

1. Να ορίσουν οι μαθητές την έννοια της στιγμιαίας ταχύτητας.
2. Να ορίσουν την έννοια της επιτάχυνσης.
3. Να ορίσουν οι μαθητές την ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση.
4. Να διαπιστώσουν ότι στην ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση η επιτάχυνση έχει φορά αντίθετη της ταχύτητας.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι αν η ταχύτητα είναι μηδέν τότε και η επιτάχυνση είναι μηδέν.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Μπορούμε να προβάλλουμε τις εικόνες 1.1.13 και 1.1.14 και να συζητήσουμε με τους μαθητές για την ταχύτητα που έχει ένα κινητό σε κάθε χρονική στιγμή.

Για να ορίσουν οι μαθητές την έννοια της επιτάχυνσης προβάλλουμε τους πίνακες 1 και 2 της σελίδας 50. Συζητάμε τι σημαίνει σταθερή επιτάχυνση. Προβάλλουμε την διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 1.1,3. και ζητάμε να μας υπολογίσουν την επιτάχυνση και την επιβράδυνση. Κάνουμε δηλαδή την πρώτη δραστηριότητα της σελίδας 51. Στη συνέχεια κάνουμε και τη δεύτερη δραστηριότητα της ίδιας σελίδας.

Παρατήρηση: Θεωρούμε ότι οι μαθητές έχουν διδαχθεί τις έννοιες αυτές στην προηγούμενη τάξη. Δεν είναι σωστό να υποθέτουμε ότι δεν “ξέρουν τίποτα”.

Εργασίες εμπέδωσης

Να απαντήσουν οι μαθητές στις ερωτήσεις 19, 20.

Διδακτική ενότητα 4η: Οι εξισώσεις προσδιορισμού της ταχύτητας και της θέσης ενός κινητού στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση (1.1.9). (Προτεινόμενος χρόνος 2 ώρες).

Διδακτικοί στόχοι

1. Να προσδιορίσουν οι μαθητές την εξίσωση της ταχύτητας στην ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση.
2. Να αποδώσουν γραφικά την εξίσωση της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο.
3. Από τη γραφική παράσταση του διαγράμματος ταχύτητας - χρόνου να προσδιορίσουν την εξίσωση της μετατόπισης.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Αν θεωρήσουμε ότι τη χρονική στιγμή $t=0$ η ταχύτητα του κινητού είναι v_0 και ότι τη χρονική στιγμή t είναι v τότε η παραπάνω σχέση γράφεται:

$$a \cdot t = v - v_0 \text{ ή } v = v_0 + a \cdot t.$$

(Ο διδάσκων πρέπει να βοηθήσει τους μαθητές να καταλήξουν στη σχέση αυτή).

Από τη γραφική παράσταση της τελευταίας σχέσης τους ζητάμε να προσδιορίσουν το εμβαδόν που είναι κάτω από τη γραμμή $v = f(t)$ και τους ζητάμε να αναγνωρίσουν αυτό το εμβαδόν τι εκφράζει.

Μπορούμε να τους ζητήσουμε να παραστήσουν γραφικά τη σχέση $v = v_0 - at$ και από τη γραφική παράσταση να καταλήξουν στην εξίσωση της μετατόπισης $x = v_0 t - \frac{1}{2} at^2$.

Θεωρούμε απαραίτητο να γίνουν οι εφαρμογές και η δραστηριότητα της σελίδας 57.

Εργασίες για εμπέδωση

Να απαντήσουν οι μαθητές τις ερωτήσεις 23, 26, 39 και να λύσουν τις ασκήσεις 13, 17, 18 και 19.

Εργαστηριακή άσκηση 2α: Να γίνει η δεύτερη εργαστηριακή άσκηση, όπως αυτή αναλύεται στον εργαστηριακό οδηγό. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Αν οι μαθητές έχουν εμπειρία στη χρήση του ηλεκτρικού χρονομετρητή από τη Γ' Γυμνασίου, θα προχωρήσουν με γρήγορο ρυθμό στα πρώτα δήματα της άσκησης (από 1 έως 11). Τα δήματα 12, 13 και 14 (συμπλήρωση πίνακα τιμών και κατασκευή διαγραμμάτων) είναι χρονοδώρα. Οι μαθητές να κάνουν από αυτά ό,τι προλάβουν. Τα υπόλοιπα να ολοκληρωθούν στο σπίτι.

Στο δήμα 15 η επιτάχυνση θα υπολογιστεί από τη σχέση $a = \frac{25}{t^2}$

Συνθετική εργασία: Ιστορική επισκόπηση της ανάπτυξης των νόμων της Κινηματικής.

Βιβλιογραφία:

Σχολικό εγχειρίδιο: ένθετο “Το θεώρημα Merton”,

Grand Edward (1994): Οι Φυσικές Επιστήμες τον Μεσαίωνα, Μετάφραση Σαρίκας Ζ., Επιστημονική επιμέλεια Κάλφας Β., Δήτσας Π. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης,

Arons B. Arnold (1990): Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής Μετάφραση Βαλαδάκης Α., Εκδόσεις Τροχαλία.

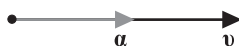
Φύλλο αξιολόγησης

Αντικείμενο: Ευθύγραμμη κίνηση (1.1)**Χρόνος εξέτασης:** 45 λεπτά.**Θέμα 1ο, (8 μονάδες).****α. Ερωτήσεις του τύπου σωστό/λάθος.**

1. Η επιτάχυνση ενός κινητού εκφράζει το:
 - α. Πόσο γρήγορα μεταβάλλεται η ταχύτητά του.
 - β. Πόσο γρήγορα κινείται αυτό.
 - γ. Πόσο γρήγορα αυξάνεται το διάστημα που διανύει.
 - δ. Το ρυθμό μεταβολής της θέσης του.

(2 μονάδες)

2. Να συνδέσετε με γραμμές τα διανύσματα με τις φράσεις που αντιστοιχούν:



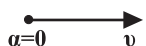
Η ταχύτητα μειώνεται.



Η ταχύτητα είναι σταθερή.



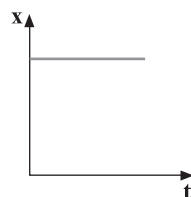
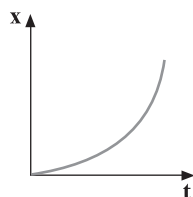
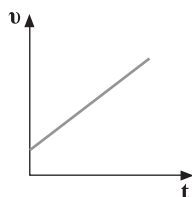
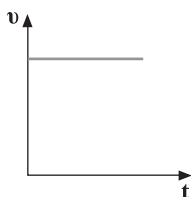
Το κινητό επιταχύνεται.



Η αρχική ταχύτητα είναι μηδέν.

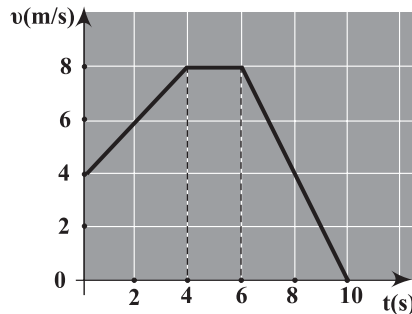
(2 μονάδες)

3. Να χαρακτηρίσετε τις κινήσεις που περιγράφονται από τα παρακάτω διαγράμματα. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(4 μονάδες)

Θέμα 2ο,

Με δάση τη γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου ενός κινητού που φαίνεται στην εικόνα, να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:



- α) Τι είδους κινήσεις πραγματοποιεί;
 - β) Πόση είναι η επιτάχυνσή του στο χρονικό διάστημα (0 - 4) s;
 - γ) Πόση ταχύτητα έχει στο 2ο δευτερόλεπτο της κίνησής του;
 - δ) Πόση είναι η συνολική μετατόπισή του;
- Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

(4 μονάδες)**Θέμα 3ο**

Ένα αυτοκίνητο ξεκινά από την ηρεμία και επιταχύνεται σταθερά για 20 s. Σε χρονική διάρκεια 10 s αποκτά ταχύτητα 72 km/h.

- α) Πόση είναι η επιτάχυνσή του;
- β) Πόσο μετατοπίστηκε στη διάρκεια των 10 s;
- γ) Ποια χρονική στιγμή θα αποκτήσει ταχύτητα 144 km/h;
- δ) Πόσο μετατοπίστηκε για να αυξηθεί η ταχύτητά του από 72 km/h σε 144 km/h;

(8 μονάδες)

1.2 Δυναμική σε μία διάσταση

Διδακτικοί στόχοι κεφαλαίου - προτεινόμενος χρονικός προγραμματισμός

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα, οι στόχοι για το κεφάλαιο αυτό είναι οι εξής:

1. Ο μαθητής να μετρά δυνάμεις.
2. Να διατυπώνει με σύμβολα και με λόγια το νόμο του Νεύτωνα και να τον εφαρμόζει σε φυσικά φαινόμενα της καθημερινής ζωής.
3. Να προσδιορίζει την αδρανειακή μάζα ενός σώματος και να γνωρίζει ότι σταθερή ολική δύναμη προκαλεί ομοιόμορφα μεταβαλλόμενη κίνηση.
4. Να διακρίνει τις αρχικές συνθήκες μιας κίνησης, πώς αυτές επηρεάζουν την κίνηση ενός σώματος και να αναφέρει κινήσεις της καθημερινής ζωής με την ίδια δύναμη αλλά με διαφορετικές αρχικές συνθήκες.
5. Να εφαρμόζει το νόμο του Νεύτωνα στην ελεύθερη πτώση.
6. Να χρησιμοποιεί με ευχέρεια τις μονάδες.
7. Να σχεδιάζει και να εκτελεί απλά πειράματα για τον προσδιορισμό κινηματικών μεγεθών.

Προτεινόμενος χρονικός προγραμματισμός

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα το κεφάλαιο **Δυναμική σε μια διάσταση** προβλέπεται να διδαχθεί σε 7 διδακτικές ώρες. Με βάση το συγκεκριμένο περιορισμό οι παράγραφοι ομαδοποιούνται ως εξής:

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΩΡΕΣ
1 ^η . Η έννοια της δύναμης (1.2.1), Σύνθεση συγγραμμικών δυνάμεων (1.2.2)	2
2 ^η . Ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα (1.2.3), Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα ή θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής (1.2.4)	1
3 ^η . Η έννοια του βάρους (1.2.5), Η έννοια της μάζας (1.2.6)	1

Εργαστηριακή άσκηση 3η. Εργαστηριακός προσδιορισμός της αδρανειακής μάζας σώματος από την κλίση της ευθείας $a-F$ και σύγκρισή της με την βαρυτική	2
4 ^η . Η ελεύθερη πτώση των σωμάτων (1.2.7) Σύγχρονοι τρόποι μελέτης των κινήσεων (1.2.8)	1
ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	7

Διδακτική ενότητα 1η: Η έννοια της δύναμης (1.2.1), Σύνθεση συγγραμικών δυνάμεων (1.2.2). (Προτεινόμενος χρόνος 2 ώρες).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να αναγνωρίζουν και να προσδιορίζουν τις δυνάμεις οι οποίες προκαλούν μετατοπίσεις, παραμορφώσεις κλπ στην καθημερινή ζωή.
2. Να σχεδιάζουν τις δυνάμεις προσδιορίζοντας το σημείο εφαρμογής, την τιμή, τη διεύθυνση και τη φορά (διανυσματικός χαρακτήρας του μεγέθους).
3. Να διακρίνουν τις συγγραμικές δυνάμεις από τις μη συγγραμικές.
4. Να εφαρμόζουν σωστά τις συμβάσεις και τους κανόνες υπολογισμού της συνισταμένης συγγραμικών δυνάμεων.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Η επίτευξη των παραπάνω στόχων δεν είναι απρόσκοπτη. Η επισκόπηση της διδλογραφίας σχετικά με τις ιδέες των μαθητών (παρανοήσεις) δείχνει ότι:

- Στα ακίνητα σώματα δεν ασκούνται δυνάμεις (η δύναμη είναι συσχετισμένη με αλλαγές π.χ. σχήμα, θέση).
- Τα κινούμενα σώματα “έχουν δύναμη” που την ασκούν στα σώματα στα οποία προσπίπτουν (σύγχυση με την ορμή και την κινητική ενέργεια).
- Η έννοια της δύναμης είναι νοητικό κατασκεύασμα το οποίο

συνγέεται με αισθητηριακά δεδομένα.

- Σύγχυση κατά την εφαρμογή των κανόνων υπολογισμού της συνισταμένης.

Διδακτικές ενέργειες - Μαθησιακά έργα

1. Να αξιοποιηθεί η δραστηριότητα της σελίδας 76. (Για παράδειγμα, ζητείστε από τους μαθητές να υπολογίσουν το βάρος του πεπονιού αν η επιμήκυνση ήταν 90mm). Μπορείτε να προβάλετε το διάγραμμα δύναμης επιμήκυνσης από τη σχετική διαφάνεια Α'. Γ.Π.: 1.1,4.
2. Η δραστηριότητα της σελίδας 78 μπορεί να πραγματοποιηθεί ώστε οι μαθητές να προσδιορίσουν τα σημεία εφαρμογής των δυνάμεων, να μετρήσουν τις δυνάμεις με τα δυναμόμετρα (τιμή των δυνάμεων), να διαπιστώσουν ότι οι δυνάμεις έχουν κοινή διεύθυνση (είναι συγγραμικές) και να διαπιστώσουν το ρόλο της φοράς των δυνάμεων στο τελικό αποτέλεσμα (τη συνισταμένη των δυνάμεων).
3. Η σύγχυση μεταξύ δύναμης και ορμής ή της ενέργειας δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά στο πλαίσιο του συγκεκριμένου μαθήματος αλλά προτείνεται να επανέλθετε στη συγκεκριμένη παρανόηση στο κεφάλαιο 2.1 (όπου μελετάται η έννοια της ορμής και η σχέση με τη δύναμη) και στο κεφάλαιο 2.2 (όπου μελετάται η σχέση της δύναμης με την κινητική ενέργεια). Η Δραστηριότητα της σελίδας 78 δείχνει με σαφήνεια ότι δυνάμεις ασκούνται μεταξύ ακίνητων σωμάτων στοιχείο που πρέπει να τονιστεί.
4. Η σύγχυση ή οι δυσκολίες κατά την εφαρμογή του αλγεβρικού φορμαλισμού μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά με την σταδιακή μετάβαση από απλές σε πολύπλοκες περιπτώσεις. Ως αρχή προτείνεται η επίλυση (από τους μαθητές) παραδείγματος ανάλογου με αυτό που αναπτύσσεται στη σελίδα 80 το οποίο θα γραφεί σε φύλλο εργασίας μετά από την αναγραφή των περιπτώσεων υπολογισμού της συνισταμένης που αναφέρονται στη σελίδα 79.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 2 και 3 και τα προβλήματα 2 και 4.

Διδακτική ενότητα 2η: Ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα (1.2.3), Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα ή θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής (1.2.4). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να υιοθετήσουν την άποψη ότι, σε συνθήκες έλλειψης τριβών, η δυσκολία αλλαγής της κινητικής κατάστασης των σωμάτων οφείλεται στην αδράνεια.
2. Να ερμηνεύσουν ή να προβλέπουν την εξέλιξη της κίνησης ενός σώματος με βάση την αρχική του κινητική κατάσταση και τη συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σ' αυτό.
3. Να αναγνωρίσουν το ρόλο της αδράνειας σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής.
4. Να αναγνωρίσουν το ρόλο της μάζας ως παραμέτρου που προσδιορίζει την επιτάχυνση ενός σώματος όταν η συνισταμένη δύναμη είναι σταθερή.
5. Να διατυπώσουν με σύμβολα και με λόγια το θεμελιώδη νόμο της Μηχανικής.
6. Να διερευνήσουν τη σχέση $\Sigma F = ma$ και να διακρίνουν τις διάφορες περιπτώσεις που μπορεί να προκύψουν.
7. Να εφαρμόσουν το θεμελιώδη νόμο για να υπολογίζουν την επιτάχυνση, τη μάζα ή τη συνισταμένη δύναμη, ανάλογα με τα δεδομένα της άσκησης.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Η επίτευξη των παραπάνω στόχων δεν είναι απρόσκοπτη. Η επισκόπηση της διδασκαλίας για τις ιδέες και τις παρανοήσεις των μαθητών για τις έννοιες της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας έχει προσδιορίσει ότι οι μαθητές:

- Πιστεύουν ότι η άσκηση δύναμης είναι απαραίτητη προκειμένου η κίνηση να γίνεται με σταθερή ταχύτητα.
- Όλα τα σώματα μπορεί να τεθούν σε κίνηση με ευκολία σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας.
- Όλα τα σώματα σταδιακά ακινητοποιούνται όταν παύσει να ασκείται σε αυτά η δύναμη που συντηρούσε την κίνηση.
- Η αδράνεια είναι δύναμη η οποία συντηρεί την κίνηση των σωμάτων.

- Αν δύο σώματα βρίσκονται σε ηρεμία έχουν ίσες ποσότητες αδράνειας.
- Η δύναμη που έθεσε ένα σώμα σε κίνηση συνεχίζει να υπάρχει ακόμα και όταν το σώμα πάψει να είναι σε επαφή με το δράστη που άσκησε τη δύναμη.
- Η δύναμη δεν είναι η αιτία αλλαγής της κινητικής κατάστασης αλλά είναι το γινόμενο ma .

Διδακτικές ενέργειες - μαθησιακά έργα

Αν και η επιτυχής αντιμετώπιση των παραπάνω μαθησιακών δυσκολιών συνεχίζει να απασχολεί τους ερευνητές, έχουν γίνει διάφορες προτάσεις οι οποίες μπορεί να διευκολύνουν την επίτευξη των διδακτικών στόχων. Αυτές σε συνδυασμό με το περιεχόμενο των παραγράφων 1.2.3, 1.2.4 μας επιτρέπουν να προτείνουμε τα εξής μαθησιακά έργα:

1. Μπορείτε να συζητήσετε με τους μαθητές για τα αίτια της σταδιακής ακινητοποίησης των κινουμένων σωμάτων και να παρουσιάσετε τις απόψεις των Αριστοτέλη, Γαλιλαίου και Νεύτωνα. Στοιχεία μπορείτε να αντλήσετε από το κείμενο που περιλαμβάνει η παράγραφος 1.2.3 και το ένθετο “Από τον Αριστοτέλη στο Νεύτωνα”, (σελ. 141-144).
2. Η δραστηριότητα της σελίδας 83 μπορεί να στηρίξει πειραματικά την κατανόηση της αδράνειας και προτείνεται να εκτελεστεί από τους ίδιους τους μαθητές.
3. Η συζήτηση της άποψης, που υπάρχει στο πράσινο φόντο της σελίδας 83, ή της ανάλογης που υπάρχει στη σελίδα 85, στις ομάδες των μαθητών μπορεί να τους βοηθήσει να διασαφηνίσουν τις έννοιες δύναμη και αδράνεια.
4. Η οικοδόμηση της σχέσης μεταξύ της μάζας, της δύναμης και της επιτάχυνσης (δηλ. της σχέσης $F = ma$) προτείνεται να αρχίσει με τον προσδιορισμό των παραμέτρων που υπεισέρχονται και την διερεύνηση του ρόλου της κάθε μιας απ’ αυτές. Η κίνηση μιας κολώνας πάγου σε λείο δάπεδο, περίπτωση η οποία προσεγγίζει ικανοποιητικά τις συνθήκες έλλειψης τριβής και διευκολύνει τον έλεγχο των παραμέτρων (σελ. 84), προτείνεται να αξιοποιηθεί προκειμένου να εντοπισθούν οι παράμετροι και ο ρόλος τους στο φαινόμενο της επιταχυνόμενης κίνησης.
5. Μετά από την κατασκευή της σχέσης $F = ma$ και τη συσχέτιση της μάζας με την αδράνεια προτείνεται η επέκταση στη σχέση $\Sigma F = ma$ και η διερεύνησή της από τους μαθητές ώστε να προκύψουν οι διάφορες περιπτώσεις.

6. Η παραπέρα διαφοροποίηση της έννοιας της αδράνειας από την έννοια της δύναμης μπορεί να υποστηριχθεί από την πραγματοποίηση της δραστηριότητας της σελίδας 85. Μπορείτε να ζητήσετε από τους μαθητές να γράψουν το 2^ο νόμο του Νεύτωνα για το σώμα το οποίο επιχειρούν να ανυψώσουν και να διαπιστώσουν ότι σε κάθε περίπτωση ισχύει $(F-B)/a = m$ και είναι σταθερό. Όταν αυξάνεται η F αυξάνεται και η επιτάχυνση a μέχρις ότου “σπάσει” το νήμα λόγω υπέρβασης του ορίου θραύσεως.
7. Η εξάσκηση των μαθητών σε υπολογισμούς με βάση τη σχέση $\Sigma F = ma$ μπορεί να γίνει με το παράδειγμα της σελίδας 86 ή άλλο ανάλογο.
8. Η διαφοροποίηση των εννοιών αδράνεια δύναμη, σε σχέση με την συνέχεια της κίνησης χωρίς τη δράση δύναμης θα πρέπει να επαναληφθεί όταν στη συνέχεια των μαθημάτων διδαχθούν τις έννοιες της ορμής και της κινητικής ενέργειας.

Εργασίες εμπέδωσης

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 8, 17 και 21 και τα προβλήματα 5, 7 και 11.

Διδακτική ενότητα 3η: Η έννοια του βάρους (1.2.5), Η έννοια της μάζας (1.2.6). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι διδακτικοί στόχοι της ενότητας είναι οι εξής:

Οι μαθητές :

1. Να διαφοροποιήσουν τις έννοιες της μάζας και του βάρους και να τις χρησιμοποιούν με επιστημονικά σωστό τρόπο στον προφορικό και στο γραπτό λόγο.
2. Να αναγνωρίζουν τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ της βαρυτικής και αδρανειακής μάζας και να προτείνουν τρόπους μέτρησής τους.
3. Να χρησιμοποιούν σωστά τις μονάδες μέτρησης του βάρους και να προβλέπουν την αλλαγή του βάρους ενός σώματος καθώς αυτό κινείται στα διάφορα σημεία της Γης.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

- Η διαφοροποίηση των εννοιών μάζα και βάρος δεν είναι τόσο εύκολη διότι στην καθημερινή ζωή οι δύο αυτές έννοιες χρησιμοποιούνται ως να είναι ισοδύναμες.

- Η διαφοροποίηση της έννοιας της μάζας σε αδρανειακή και βαρυτική αν και είναι σημαντική στο εννοιολογικό πλαίσιο της Φυσικής δεν υιοθετείται εύκολα από τους μαθητές οι οποίοι δεν έχουν οικοδομήσει ένα ανάλογο πλαίσιο το οποίο θα περιελάμβανε εκτός από τη Νευτώνεια Μηχανική και τη Θεωρία της Σχετικότητας.

Διδακτικές ενέργειες - μαθησιακά έργα

Η επίτευξη των διδακτικών στόχων που προαναφέρθηκαν μπορεί να υποστηριχθεί με τα εξής μαθησιακά έργα:

1. Μπορείτε να ζητήσετε από τους μαθητές να συσχετίσουν την επιτάχυνση κατά την ελεύθερη πτώση με το 2^ο νόμο του Νεύτωνα.
2. Μπορείτε να δώσετε στους μαθητές την πληροφορία ότι το g μεταβάλλεται και να τους ζητήσετε να προβλέψουν τις συνέπειες, ώστε να αντιδιαστείλουν τη σταθερότητα της μάζας με την μεταβλητότητα του βάρους.
3. Η διαφοροποίηση μεταξύ της αδρανειακής και της βαρυτικής μάζας μπορεί να υποστηριχθεί, αν οι μαθητές μελετήσουν και συζητήσουν το ένθετο της σελίδας 89.
4. Μπορείτε, σε ένα επόμενο μάθημα, να αξιοποιήσετε τα ευρήματα της 3^{ης} εργαστηριακής άσκησης, η οποία προτείνεται να γίνει μετά από τη διδακτική ενότητα 3. Με βάση τις εμπειρίες και τα συμπεράσματα της εργαστηριακής άσκησης καλούμε τους μαθητές να εντοπίσουν πέρα από τις εννοιολογικές διαφορές, τις διαφορές στον τρόπο μέτρησης της κάθε μάζας καθώς και να προτείνουν πειραματικές συνθήκες στις οποίες οι τιμές που μέτρησαν θα είχαν σημαντικές διαφορές.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 20, 22, 36, και 41.

Εργαστηριακή άσκηση 3: Προσδιορισμός της αδρανειακής μάζας σώματος με βάση το νόμο $F = ma$. Εργαστηριακός προσδιορισμός της αδρανειακής μάζας σώματος από την κλίση της ευθείας $a \sim F$ και σύγκρισή της με τη βαρυτική (σχόλια, προτάσεις, αποτελέσματα). (Προτεινόμενος χρόνος 2 ώρες).

Οι μαθητές θα πρέπει να καταχωρίσουν στη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας όλες τις πειραματικές τιμές. Συγκεκριμένα θα συμπληρώσουν τη στήλη 3 και των τριών ΠΙΝΑΚΩΝ 1, 2 και 3.

Αφού καταχωρίσουν όλες τις πειραματικές τιμές θα συμπληρώσουν τις υπόλοιπες στήλες των πινάκων αυτών και θα προχωρήσουν στα επόμενα βήματα. Όσα δεν προλάβουν, θα τα ολοκληρώσουν στο σπίτι.

Διδακτική ενότητα 4η: Η ελεύθερη πτώση των σωμάτων (1.2.7) Σύγχρονοι τρόποι μελέτης των κινήσεων (1.2.8). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι διδακτικοί στόχοι για τη συγκεκριμένη διδακτική ενότητα είναι οι ακόλουθοι:

1. Να διακρίνουν οι μαθητές μεταξύ της ελεύθερης πτώσης (προϋποθέσεις) και της πτώσης των σωμάτων όπως αυτή γίνεται αντιληπτή στην καθημερινή ζωή.
2. Να εντοπίζουν τις τυπικές ομοιότητες μεταξύ της σχέσης $B=mg$ και $F = ma$ και μεταξύ των σχέσεων

$$v = a t \text{ και } v = g t, s = \frac{g t^2}{2} \text{ και } s = \frac{a t^2}{2}.$$

3. Να περιγράφουν πειραματικές διατάξεις με τις οποίες γίνεται η μελέτη της ελεύθερης πτώσης και να επεξεργάζονται τα αποτελέσματα τους προκειμένου να καταλήξουν σε συμπεράσματα.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Για την επίτευξη των διδακτικών στόχων είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ότι:

- Οι μαθητές δεν υιοθετούν εύκολα την άποψη ότι τα σώματα πέφτουν υπό την επίδραση της βαρύτητας, καθόσον στην καθημερινή ζωή είναι σχεδόν καθολική η άποψη ότι “ένα σώμα πέφτει γιατί κάποιος το άφησε να πέσει, ή δεν το κρατούσε σταθερά ή έσπασε το στήριγμα που το υποστήριζε”.
- Η “μεταφορά γνώσεων και γνωστικών δεξιοτήτων όπως η επίλυση προβλημάτων” δεν είναι εύκολη ούτε αυτονόητη. Οι μαθητές συναντούν δυσκολίες να μεταφέρουν τις ανάλογες δεξιότητες από το κεφάλαιο της κινηματικής (1.1) στη μελέτη φαινομένων όπως η μεταβαλλόμενη κίνηση σε μια διάσταση και συνεπώς και στην ελεύθερη πτώση.

Διδακτικές ενέργειες - μαθησιακά έργα

Η επίτευξη των διδακτικών στόχων που προαναφέρθηκαν μπορεί να υποστηριχθεί με τα ακόλουθα μαθησιακά έργα:

- Μπορείτε να προτείνετε στους μαθητές να φανταστούν την πτώση των σωμάτων στην περίπτωση όπου η αντίσταση του μέσου (του αέρα) είναι ανύπαρκτη και να την περιγράψουν με τη βοήθεια του 2^{ου} νόμου του Νεύτωνα και των νόμων της κινηματικής που έχουν διδαχθεί στο 1^ο κεφάλαιο. Συζητείστε τις απόψεις τους ώστε να συμφωνήσουν ότι η ελεύθερη πτώση περιγράφεται από τις σχέσεις $B = mg$, $v = g t$, $s = \frac{g t^2}{2}$.
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την διαφάνεια Α'. Γ.Π.: 1.2,5, (χρονωτογράφηση) ως αφηγηρία για την παρουσίαση της ομώνυμης μεθόδου η οποία περιγράφεται στην 1.2.8.
- Η δραστηριότητα της σελίδας 92 μπορεί είτε να πραγματοποιηθεί στην τάξη είτε να γίνει ως κατ' οίκον εργασία ώστε οι μαθητές να γνωρίσουν την χρήση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την εν λόγω μέθοδο.
- Η εξάσκηση των μαθητών στην μεταφορά των δεξιοτήτων στην επίλυση ασκήσεων μπορεί να υποστηριχθεί με την επίλυση της άσκησης 15 σε ομάδες κατά τη διάρκεια του μαθήματος.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 19, 37, 39 και τα προβλήματα 16, 17 και 18.

Συνθετική εργασία: Η εξέλιξη των ιδεών για τα αίτια της κίνησης των σωμάτων. Από τον Αριστοτέλη ως το Νεύτωνα.

- Βιβλιογραφία την οποία μπορεί να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές: Το σχολικό εγχειρίδιο Παράγραφοι 1.2.3, 1.2.4, ένθετα “Η πειραματική μέθοδος” σελ. 93, “Από τον Αριστοτέλη ως το Νεύτωνα”, σελ. 141, τα διδλία: “Η επιστήμη στην ιστορία”, J.D. Bernal τόμοι 1-3, Εκδ. Ι Ζαχαρόπουλος, “ Εξέλιξη των Ιδεών στη Φυσική”, Α. Einstein, L.Infeld, Μετάφραση-Συμπλήρωμα Ευτ. Μπιτσάκη, Εκδ. Δωδώνη, “Οι υπνοβάτες” Άρθουρ Κάιςλερ, Δεύτερη Έκδοση Εκδ. Χατζηνικολή, Ρ. Harman Ενέργεια, δύναμη και ύλη, Η εννοιολογική εξέλιξη της Φυσικής κατά τον 19^ο αιώνα, Απόδοση στα Ελληνικά Τ. Τσιαντούλας, Επιμέλεια Γ. Ξηροπαϊδης, Επιστημονική επιμέλεια Κ. Γαβρόγλου, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Kuhn T. Η δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων, Εισαγωγή, Επιμέλεια Β. Κάλφας, Μετάφραση Γ. Γεωργακόπου-

λος. Β. Κάλφας, R.S. Westfall Η συγκρότηση της Σύγχρονης Επιστήμης, Μετάφραση Κ. Ζήση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου, Εισαγωγή Επιμέλεια Β. Κουλαϊδής, Εκδ. Gutenberg.

2. Η εργασία κατ' ανάγκη θα συμπεριλάβει και στοιχεία από την Αστρονομία για την κίνηση των πλανητών και των άστρων. Επίσης, σκόπιμο είναι να συμπεριλάβει στοιχεία από το έργο του Buridan για το impetus, έννοια η οποία θεωρείται πρόδρομος της έννοιας της ορμής.

Σχόλια και απαντήσεις στις προτεινόμενες δραστηριότητες και στα θέματα προς συζήτηση

1. Στη δραστηριότητα για τον υπολογισμό της συνισταμένης συγγραμικών δυνάμεων, στο δεύτερο μέρος της δραστηριότητας (δυνάμεις αντίθετης κατεύθυνσης) πρέπει να φροντίσετε ώστε τα νήματα να βρίσκονται στην ίδια οριζόντια διεύθυνση.
2. Στη δραστηριότητα για την αδράνεια των σωμάτων πρέπει το χαρτόνι πάνω στο οποίο θα τοποθετηθεί το νόμισμα να είναι λείο ώστε να μην είναι σημαντικός ο ρόλος των τριδών στην εξέλιξη του φαινομένου.
3. Η δραστηριότητα της σελίδας 85 έχει στόχο την πειραματική επίδειξη της σχέσης μεταξύ επιτάχυνσης και της δύναμης που την προκαλεί. Γι' αυτό είναι σημαντικό “το αργά-αργά” ή το “απότομα” (λέξεις του καθημερινού λόγου) να συσχετιστούν με την μικρή ή μεγάλη τιμή της επιτάχυνσης και εφόσον η μάζα είναι σταθερή, τη μικρή ή μεγάλη τιμή της δύναμης. Μπορείτε επίσης να προτείνετε στους μαθητές δοκιμάσουν να σπάσουν το νήμα με τα χέρια τους ώστε να αποκτήσουν μέτρο σύγκρισης για τη δύναμη που αναπτύσσεται όταν το σώμα αποκτά απότομα μεγάλη επιτάχυνση.
4. Η δραστηριότητα της σελίδας 91 (χρόνος αντίδρασης) έχει

στόχο εκτός από την εφαρμογή της σχέσης $s = \frac{gt^2}{2}$, την τόνωση

των ψυχοκινητικών δεξιοτήτων των μαθητών. Επίσης ο χρόνος αντίδρασης υποδοηθά την κατανόηση του ένθετου για το “Μήκος φρεναρίσματος και την απόσταση ασφαλείας” το οποίο περιλαμβάνεται στο Κεφάλαιο που μελετούν οι μαθητές.

1.3 Δυναμική στο επίπεδο

Διδακτικοί στόχοι κεφαλαίου

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα, οι στόχοι για το κεφάλαιο αυτό είναι οι εξής:

Ο μαθητής να μπορεί:

1. Να οριοθετεί και να κατονομάζει το σύστημα σε σχέση με το εκάστοτε περιβάλλον.
2. Να σχεδιάζει τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα από το περιβάλλον.
3. Να αντιστοιχεί σε κάθε δράση την αντίδραση η οποία έχει ίση τιμή, αντίθετη φορά και σε διαφορετικό σημείο εφαρμοζόμενη αντίδραση.
4. Να αναφέρει φαινόμενα καθημερινής ζωής, στα οποία η τριβή παίζει καθοριστικό ρόλο.
5. Να υπολογίζει την τριβή.
6. Να προσθέτει και να αναλύει σε ορθογώνιους άξονες διανυσματικά μεγέθη, πειραματιζόμενος με το φαινόμενο της οριζόντιας βολής.
7. Να εφαρμόζει την τεχνική ανάλυση μιας κίνησης σε ορθογώνιους άξονες (αρχή ανεξαρτησίας κινήσεων), για να προσδιορίζει τις εξισώσεις κίνησης και την εξίσωση της τροχιάς.
8. Να διακρίνει το διανυσματικό χαρακτήρα της ταχύτητας και της επιτάχυνσης στην ομαλή κυκλική κίνηση και να γνωρίζει τη σχέση τους.
9. Να συνδυάζει την κυκλική κίνηση και την τριβή για να κατανοεί και να σέβεται κανόνες οδικής κυκλοφορίας.
10. Να σχεδιάζει και να εκτελεί συγκεκριμένα πειράματα για τον προσδιορισμό κινηματικών φυσικών μεγεθών.

Προτεινόμενος χρονικός προγραμματισμός

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΩΡΕΣ
1 ^η . Τρίτος νόμος του Νεύτωνα. Νόμος δράσης αντίδρασης (1.3.1). Δυνάμεις από επαφή και από απόσταση (1.3.2).	1
2 ^η . Σύνθεση δυνάμεων στο επίπεδο (1.3.3). Ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες (1.3.4).	1

3 ^η . Σύνθεση πολλών ομοεπιπέδων δυνάμεων (1.3.5). Δυνάμεις από επαφή και από απόσταση (1.3.6).	1
4 ^η . Νόμος της τριβής (1.3.7).	1
Εργαστηριακή άσκηση 7. Τριβή ολίσθησης σε κεκλιμένο επίπεδο.	1
5 ^η . Οριζόντια βολή (1.3.8).	1
Εργαστηριακή άσκηση 4. Μελέτη οριζόντιας βολής και υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας.	1
6 ^η . Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα σε διανυσματική και αλγεβρική μορφή (1.3.9).	1
7 ^η . Ομαλή κυκλική κίνηση (1.3.10).	1
8 ^η . Κεντρομόλος δύναμη (1.3.11).	1
Εργαστηριακή άσκηση 6. Εργαστηριακή προσέγγιση και μελέτη του νόμου της κεντρομόλου δύναμης.	1
9 ^η . Μερικές περιπτώσεις κεντρομόλου δύναμης (1.3.12).	1
ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	12

Διδακτική ενότητα 1η: Τρίτος νόμος του Νεύτωνα. Νόμος δράσης – αντίδρασης (1.3.1). Δυνάμεις από επαφή και από απόσταση (1.3.2). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να διατυπώσουν το νόμο δράσης – αντίδρασης.
2. Να εφαρμόσουν το νόμο δράσης – αντίδρασης, δηλαδή όταν θεωρήσουν τη δύναμη που ασκεί ένα σώμα Α σε ένα σώμα Β (ως

δράση), να προσδιορίσουν τη δύναμη που ασκεί το Β στο Α (ως αντίδραση).

3. Να προσδιορίσουν και να σχεδιάσουν τις δυνάμεις από επαφή (π.χ. δύναμη τεντωμένου νήματος, δύναμη από επιφάνεια, άνωση, αντίσταση του αέρα) και τις δυνάμεις από απόσταση (π.χ. δύναμη βαρύτητας) που ασκούνται σε ένα σώμα, προκειμένου να λύσουν ένα πρόβλημα.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Συνήθεις παρανοήσεις των μαθητών είναι οι εξής:

- Καθώς μετακινούμε ένα αντικείμενο, η δύναμη που ασκούμε σ' αυτό είναι μεγαλύτερη από εκείνη που μας ασκεί.
- Οι δυνάμεις “δράσης – αντίδρασης” ενεργούν στο ίδιο αντικείμενο.
- Η δύναμη που εφαρμόζεται π.χ. από ένα χέρι, εξακολουθεί να ενεργεί επάνω στο αντικείμενο και όταν αυτό πάψει να βρίσκεται σε επαφή με το χέρι (π.χ. η μπάλα που απομακρύνεται από το χέρι ενός καλαθοσφαιριστή).

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Αναφέρουμε παραδείγματα από την εμπειρία, όπως αυτά των εικόνων 1.3.1 και 1.3.2, από τα οποία φαίνεται, ότι, όταν ένα αντικείμενο ασκεί δύναμη επάνω σε ένα άλλο τότε και το δεύτερο ασκεί δύναμη πάνω στο πρώτο.
2. Δύο μαθητές με τη βοήθεια δύο δυναμόμετρων πραγματοποιούν το πείραμα της δραστηριότητας της σελίδας 112. Ζητάμε από όλους τους μαθητές να ολοκληρώσουν τη δραστηριότητα αυτή. Οι μαθητές διατυπώνουν την αρχή δράσης – αντίδρασης.
3. Τονίζουμε ότι οι δυνάμεις δράσης – αντίδρασης ενεργούν σε διαφορετικά σώματα και επομένως δεν έχει νόημα να μιλάμε για συνισταμένη των δύο αυτών δυνάμεων.
4. Προβάλλουμε τη διαφάνεια της εικόνας 1.3.6 έχοντας καλυμμένους τους τίτλους των δύο στηλών. Ρωτάμε τους μαθητές να διακρίνουν: α) τι κοινό χαρακτηριστικό έχουν οι δυνάμεις της πρώτης στήλης; β) τι κοινό χαρακτηριστικό έχουν οι δυνάμεις της δεύτερης στήλης; Ζητάμε από τους μαθητές να αναφέρουν άλλα παραδείγματα δυνάμεων επαφής, γνωστά από την εμπειρία τους.

5. Τονίζουμε ότι οι δυνάμεις από επαφή που ασκούνται σε ένα σώμα είναι τόσες όσα και τα σώματα με τα οποία έρχεται αυτό σε επαφή.

Συζητούμε με τους μαθητές το προτεινόμενο θέμα στη σελίδα 113.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 1, 2, 3, 4, 5, 25, 26, 27, 34, 43, 45.

Διδακτική ενότητα 2η: Σύνθεση δυνάμεων στο επίπεδο (1.3.3). Ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες (1.3.4). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να προσδιορίσουν τη συνισταμένη δύο συντρεχουσών δυνάμεων (δηλαδή δυνάμεων που διέρχονται από το ίδιο σημείο) γραφικά (με σχεδίαση των διανυσμάτων τους υπό κλίμακα).
2. Να προσδιορίσουν τη συνισταμένη δύο συντρεχουσών δυνάμεων, καθέτων μεταξύ τους, με τη βοήθεια του Πυθαγορείου θεωρήματος.
3. Να αναλύσουν δύναμη σε συνιστώσες.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α'. Γ.Π.: 1.3,6 και θέτουμε στους μαθητές το ερώτημα, αν οι δυνάμεις που ασκούν τα δύο οχήματα επάνω στο πλοιάριο είναι δυνατό να αντικατασταθούν από μία μόνο δύναμη που να προκαλεί το ίδιο αποτέλεσμα (συνισταμένη). Σε καταφατική απάντηση, θέτουμε το ερώτημα, ποια είναι άραγε η κατεύθυνση της και το μέτρο της.
2. Καλούμε δύο μαθητές, τους δίνουμε όλα τα απαραίτητα όργανα και τους ζητάμε να συναρμολογήσουν τη διάταξη της εικόνας 1.3.8 (βλέπε σελίδες 31 και 32, Πειράματα Φυσικής Π. Κόκκοτας κ. α., εκδόσεις Γρηγόρη). Τους ζητάμε επίσης να σημειώσουν

τις τιμές των δυνάμεων B_1 , B_2 και B_3 και να μετρήσουν τις γωνίες θ_1 και θ_2 . Ζητάμε από όλους τους μαθητές να ολοκληρώσουν τη δραστηριότητα της σελίδας 114. Οι μαθητές θα προχωρήσουν στην εργασία τους βασιζόμενοι στην παρατήρηση ότι οι τρεις δυνάμεις βρίσκονται σε ισορροπία και επομένως η συνισταμένη των δύο είναι αντίθετη με την τρίτη.

3. Ζητάμε από τους μαθητές να προσδιορίσουν τη συνισταμένη δύο συντρεχουσών δυνάμεων καθέτων μεταξύ τους με εφαρμογή του Πυθαγορείου θεωρήματος καθώς και την κατεύθυνση της με υπολογισμό της εφθ.
4. Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α'. Γ.Π.: 1.3,7. Η δάρκα σύρεται με τη βοήθεια σχοινιού από άνθρωπο και κινείται παράλληλα προς το κανάλι ενώ συγχρόνως πλησιάζει προς την ακτή. Η ίδια κίνηση θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με ταυτόχρονη επίδραση δύο δυνάμεων: μία και μία κάθετη στο κανάλι. Το παράδειγμα της σελίδας 16 εξοικειώνει τους μαθητές με την τεχνική της ανάλυσης μιας δύναμης σε δύο συνιστώσες.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις, 6, 14, και τα προβλήματα 1, 3.

Διδακτική ενότητα 3η: Σύνθεση πολλών ομοεπιπέδων δυνάμεων (1.3.5). Ισορροπία ομοεπιπέδων δυνάμεων (1.3.6). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να εφαρμόσουν την αναλυτική μέθοδο στη σύνθεση πολλών ομοεπιπέδων δυνάμεων και συγκεκριμένα: α) Να αναλύσουν τις ομοεπίπεδες δυνάμεις που ασκούνται σε ένα (σημειακό) αντικείμενο σε ορθογώνιους άξονες x και y και να υπολογίσουν τα αθροίσματα ΣF_x και ΣF_y των αλγεβρικών τιμών των συνιστωσών κατά τους δύο αυτούς άξονες, β) Να προσδιορίσουν τη συνισταμένη από τις σχέσεις:

$$\Sigma F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2} \text{ και } \epsilon\phi\phi = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}.$$

- Με την ανάλυση αυτή να φθάσουν από τη διανυσματική συνθήκη ισορροπίας $\Sigma \vec{F} = 0$ στις δύο ισοδύναμες με αυτήν αλγεβρικές συνθήκες $\Sigma F_x = 0$ και $\Sigma F_y = 0$.
- Να εφαρμόσουν τις αλγεβρικές συνθήκες ισορροπίας $\Sigma F_x = 0$ και $\Sigma F_y = 0$ στην επίλυση προβλήματος που αφορά αντικείμενο, το οποίο βρίσκεται σε ισορροπία.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

- Οι μαθητές έχουν άγνοια των ορισμών των τριγωνομετρικών αριθμών ή συναντούν δυσκολία στην εφαρμογή τους για των υπολογισμό συνιστωσών κατά τους δύο ορθογώνιους άξονες.
- Οι μαθητές κάνουν το σφάλμα να προσθέτουν αλγεβρικά συνιστώσες στον άξονα των x με συνιστώσες στον άξονα τον y .
- Οι μαθητές συναντούν δυσκολία στον προσδιορισμό και σχεδιασμό όλων των δυνάμεων που ασκούνται στο υπό εξέταση αντικείμενο και μόνον αυτών.

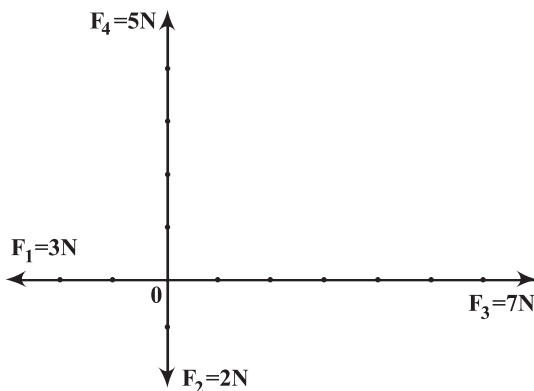
Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

- Ζητάμε από τους μαθητές να βρουν τη συνισταμένη των τεσσάρων δυνάμεων που φαίνονται στην εικόνα.

Η εφαρμογή του κανόνα του παραλληλογράμμου στη σύνθεση της πρώτης με τη δεύτερη δύναμη, της συνισταμένης τους με την τρίτη και της νέας συνισταμένης με την τέταρτη δύναμη οδηγεί τους μαθητές σε ανυπέροβλητα εμπόδια.

Αν δεν υπάρξει μαθητής που να έχει την έμπνευση να συνθέσει ανά δύο τις δυνάμεις που βρίσκονται επάνω στην ίδια ευθεία και μετά να εφαρμόσει το Πυθαγόρειο θεώρημα στις δύο κάθετες δυνάμεις που θα προκύψουν, καθοδηγούμε τους μαθητές να εφαρμόσουν αυτή τη μέθοδο.



2. Ζητάμε από τους μαθητές να εφαρμόσουν τη μέθοδο της ανάλυσης των δυνάμεων κατά δύο ορθογώνιους άξονες στις ομοεπίπεδες δυνάμεις της εικόνας 1.3.12α. Συμφωνούμε να συμβολίσουμε τη συνιστώσα της F_1 στον άξονα των x με F_{1x} , τη συνιστώσα της ίδιας δύναμης στον άξονα των y με F_{1y} , τη συνιστώσα της F_2 στον άξονα των x με F_{2x} κ. ο. κ. Ζητάμε κατόπιν να υπολογίσουν τα αλγεβρικά αθροίσματα ΣF_x και ΣF_y των συνιστωσών στους άξονες Ox και Oy αντίστοιχα. Τονίζουμε ότι είναι λάθος να προσθέτουμε αλγεβρικά συνιστώσες στον άξονα των x με συνιστώσες στον άξονα των y . Ζητάμε τέλος να σχεδιάσουν τις ΣF_x και ΣF_y και να προσδιορίσουν τη συνισταμένη: $\Sigma \vec{F}$
3. Αν το υπό εξέταση σώμα ισορροπεί, τότε είναι $\Sigma \vec{F} = 0$. Από την

$$\Sigma F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2} \text{ έχουμε } \Sigma F_x = 0 \text{ και } \Sigma F_y = 0.$$

Μπορούμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή της μεθόδου με το παράδειγμα της σελίδας 119. Δεν παραλείπουμε να τονίσουμε στους μαθητές, ότι για να έχουμε σωστά αποτελέσματα από την εφαρμογή της μεθόδου, πρέπει να αναγνωρίσουμε και να σχεδιάσουμε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο υπό εξέταση (σε ισορροπία) σώμα και μόνον αυτές. Αποφεύγουμε να συμπεριλάβουμε οποιαδήποτε δύναμη που ασκείται από το σώμα αυτό σε κάποιο άλλο σώμα.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 15, 16, 18, 44, 47 και το πρόβλημα 2.

Διδακτική ενότητα 4η: Νόμος της τριβής 1.3.7. **(Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).**

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να διακρίνουν τη στατική τριβή από την τριβή ολίσθησης και να προσδιορίσουν τα όρια της στατικής τριβής.
2. Να διατυπώσουν τους εμπειρικούς νόμους της τριβής ολίσθησης T και να τους συνοψίσουν με την εξίσωση $T = \mu N$, όπου μ ο συντελεστής τριβής και N η κάθετη αντίδραση στην επιφάνεια.

3. Να αναφέρουν φαινόμενα από την καθημερινή ζωή, στα οποία η τριβή παίζει καθοριστικό ρόλο.

Να αναφέρουν παραδείγματα, στα οποία επιδιώκεται και επιτυγχάνεται ελάττωση (ή αύξηση) της τριβής.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Διαπιστώνεται δυσκολία κατανόησης της εξής παραδοχής: ότι κατά την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ενός σώματος που σύρεται με δυναμόμετρο επάνω σε οριζόντιο επίπεδο, η ένδειξη του δυναμόμετρου δίνει την τιμή της τριβής ολίσθησης.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Πραγματοποιούμε το πείραμα της εικόνας 1.3.16. Ασκούμε μια μικρή δύναμη μέσω του δυναμόμετρου, ώστε το ξύλινο παραλληλεπίπεδο να παραμείνει ακίνητο. Ζητάμε από τους μαθητές να σχεδιάσουν τις δυνάμεις που ασκούνται στο αντικείμενο αυτό και να εκφράσουν τη συνθήκη ισορροπίας. Ωθούμε έτσι τους μαθητές στην παραδοχή μιας δύναμης (στατική τριβή) που αντιδρά στην προσπάθειά μας να το θέσουμε σε κίνηση. Αυξάνουμε προοδευτικά τη δύναμη μέσω του δυναμόμετρου, οπότε το αντικείμενο αρχίζει να ολισθαίνει. Η ένδειξη του δυναμόμετρου κατά την έναρξη της ολίσθησης μας δίνει την τιμή της οριακής τριβής.
2. Πραγματοποιούμε το πείραμα της εικόνας 1.3.17α. Φροντίζουμε ώστε το αντικείμενο να ολισθαίνει με σταθερή ταχύτητα. Ζητάμε από τους μαθητές να εκφράσουν τη συνθήκη ισορροπίας (σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα) για να καταλήξουν έτσι στην παραδοχή ύπαρξης της τριβής ολίσθησης και να τη μετρήσουν. Τονίζουμε ότι το δυναμόμετρο μετρά την τριβή ολίσθησης τότε μόνο, όταν το αντικείμενο ολισθαίνει με σταθερή ταχύτητα.
3. Πραγματοποιούμε το πείραμα της εικόνας 1.3.17β. Οι μαθητές συμπεραίνουν ότι η τριβή ολίσθησης είναι ανάλογη με την κάθετη δύναμη με την οποία συμπίεζονται οι επιφάνειες.
4. Με τη δραστηριότητα της σελίδας 123 οι μαθητές καταλήγουν στο συμπέρασμα, ότι η τριβή ολίσθησης εξαρτάται από τη φύση των τριβομένων επιφανειών ενώ είναι ανεξάρτητη από το εμβαδόν τους.

5. Οι νόμοι της τριβής συνοψίζονται με την εξίσωση $T = \mu N$, όπου μ ο συντελεστής τριβής (εξαρτώμενος από τη φύση των τριβομένων επιφανειών) και N η κάθετη δύναμη με την οποία συμπίεζονται οι επιφάνειες.
6. Ρωτάμε τους μαθητές αν γνωρίζουν από την εμπειρία τους περιπτώσεις κατά τις οποίες επιδιώκεται ελάττωση ή αύξηση των τριβών. Π.χ. στη μηχανή του αυτοκινήτου βάζουμε λιπαντικό (ορυκτέλαιο) για να περιορίσουμε τις τριβές στην κίνηση του εμβόλου και να αποφύγουμε υπερθέρμανση και καταστροφή της. Εξ άλλου τα ελαστικά των αυτοκινήτων είναι κατασκευασμένα με αυλακώσεις για να παρουσιάζουν μεγάλη τριβή με το οδόστρωμα ώστε να διατρέχουν πολύ μικρή απόσταση μετά το φρενάρισμα.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 6, 7, 29, 30, 37, 50 και τα προβλήματα 9, 11, 12, 13, 23.

Εργαστηριακή άσκηση 7: Τριβή ολίσθησης σε κεκλιμένο επίπεδο. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Η άσκηση είναι σύντομη και μπορεί να ολοκληρωθεί άνετα μέσα σε μία διδακτική ώρα.

Ενδεικτικές τιμές για την περίπτωση ολίσθησης ξύλου επάνω σε ξύλο: $\varphi = 22^\circ$ και $\mu = \tan 22^\circ = 0,4$.

Μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές να υπολογίσουν το συντελεστή τριβής και για άλλες περιπτώσεις υλικών. Π.χ.:

α) Σίδηρος επάνω σε ξύλο. Ως ολισθαίνον σώμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο οπλισμός μαγνητών (πλάκα από μαλακό σίδηρο).

β) Πλαστικό επάνω σε ξύλο. Ως ολισθαίνον σώμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα πρίσμα ολικής ανάκλασης (τριγωνική πλάκα από διαφανές πλαστικό – Ο.Π. 065.0).

Διδακτική ενότητα 5η: Οριζόντια βολή (1.3.8). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να διακρίνουν τις δύο απλές κινήσεις (ευθύγραμμη ομαλή – ελεύθερη πτώση) που συνιστούν την οριζόντια βολή.
2. Να διατυπώσουν και να εφαρμόσουν την αρχή ανεξαρτησίας των κινήσεων.
3. Να αποδείξουν τις εξισώσεις κίνησης $\left(x = vt \text{ και } y = \frac{1}{2}gt^2 \right)$ αντικειμένου που βάλλεται οριζόντια μέσα σε ομογενές πεδίο βαρύτητας.
4. Να προσδιορίσουν (προβλέψουν) σε κάποια χρονική στιγμή τη θέση αντικειμένου που έχει βληθεί οριζόντια.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Συνήθεις παρανοήσεις των μαθητών είναι οι εξής:

- Στην οριζόντια βολή, η δύναμη που εφαρμόζεται, π. χ. Από ένα χέρι, εξακολουθεί να ενεργεί επάνω στο αντικείμενο (π. χ. στη μπάλα) και όταν αυτό πάψει να βρίσκεται σε επαφή με το χέρι.
- Υπάρχει κάποια δυσκολία στην κατανόηση ότι η οριζόντια βολή είναι σύνθετη κίνηση (ότι αποτελεί συνδυασμό μιας ευθύγραμμης ομαλής και μιας ελεύθερης πτώσης).

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 1.3,8 και εξηγούμε τις κινήσεις που απεικονίζουν οι δύο φωτογραφίες. Ζητάμε από τους μαθητές να συγκρίνουν τις κατακόρυφες αποστάσεις που διανύουν οι δύο σφαίρες στον ίδιο χρόνο καθώς και τις οριζόντιες μετατοπίσεις της σφαίρας Β σε ίσους χρόνους.
2. Η κατανόηση της αρχής ανεξαρτησίας των κινήσεων μπορεί να στηριχθεί στις δραστηριότητες 1 και 2.
3. Τονίζουμε, ότι, για τον υπολογισμό της ταχύτητας ή της μετατόπισης μετά από χρόνο t , βρίσκουμε το διανυσματικό άθροισμα των ταχυτήτων ή των μετατοπίσεων αντίστοιχα που θα είχε το κινητό, αν εκτελούσε κάθε μία κίνηση ανεξάρτητα και επί χρόνο t .
4. Ζητάμε από τους μαθητές να εφαρμόσουν την αρχή ανεξαρτη-

σίας των κινήσεων για την οριζόντια βολή σε σύστημα αξόνων Ox και Oy . Να γράψουν δηλαδή τις εξισώσεις που περιγράφουν την κίνηση κατά την οριζόντια διεύθυνση x (κίνηση ευθύγραμμη ομαλή) και τις εξισώσεις κατά την κατακόρυφη διεύθυνση y (ελεύθερη πτώση).

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 11, 12, 13 28, 35 και τα προβλήματα 4, 5.

Εργαστηριακή άσκηση 4: Μελέτη οριζόντιας βολής και υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Ενδεικτικές τιμές:

Απόσταση διαδοχικών νημάτων: 15mm

Πραγματική απόσταση νημάτων: 15cm

Κλίμακα 1:10

Πίνακας 1

Αποστάσεις σε τιμές κλίμακας			Αποστάσεις σε πραγματικές τιμές		
	x (cm)	y (cm)	x (cm)	y (cm)	y/x
1	4,35	2,45	43,5	24,5	0,55
2	5,1	3,3	51,0	33,0	0,65
3	5,8	4,2	58,0	42,0	0,72
4	6,5	5,2	65,0	52,0	0,80
5	7,25	6,5	72,5	65,0	0,90
6	7,9	7,85	79,0	78,5	0,99

$$\frac{y/x}{x} = 1,25 \text{ και } g = 10\text{m} / \text{s}^2$$

Διδακτική ενότητα 6η: Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα σε διανυσματική και αλγεβρική μορφή (1.3.9). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να αναλύσουν τις ομοεπίπεδες δυνάμεις που ασκούνται σε ένα (σημειακό) αντικείμενο σε ορθογώνιους άξονες x και y και να υπολογίσουν τα αθροίσματα ΣF_x και ΣF_y των αλγεβρικών τιμών των συνιστωσών κατά τους δύο αυτούς άξονες.
2. Με την ανάλυση αυτή να φθάσουν από τη διανυσματική μορφή $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ του νόμου του Νεύτωνα στις δύο ισοδύναμες αλγεβρικές μορφές $\Sigma F_x = ma_x$ και $\Sigma F_y = ma_y$.
3. Να χρησιμοποιήσουν τις αλγεβρικές μορφές του νόμου του Νεύτωνα στην επίλυση προβλημάτων που αφορούν σώματα, τα οποία δεν βρίσκονται σε ισορροπία.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

- Άγνοια των ορισμών των τριγωνομετρικών αριθμών σε ορθογώνιο τρίγωνο ή δυσκολία στην εφαρμογή τους για τον υπολογισμό συνιστωσών κατά δύο ορθογώνιους άξονες.
- Δυσκολία στον προσδιορισμό και σχεδιασμό όλων των δυνάμεων που ασκούνται στο υπό εξέταση σώμα και μόνο αυτών.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Στη διδακτική αυτή ενότητα συνδυάζουμε την αναλυτική μέθοδο (ανάλυση των δυνάμεων κατά ορθογώνιους άξονες και αλγεβρική άθροιση των συνιστωσών για κάθε άξονα) που γνώρισαν οι μαθητές στην 1.3.11, με τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα. Μετά την παρουσίαση της μεθόδου σε γενικές γραμμές, προχωράμε στην εφαρμογή της με το παράδειγμα της σελίδας 128. Το παράδειγμα αυτό είναι και προσιτό και κατάλληλο για να κάνει φανερές τις διαδικασίες της μεθόδου.
2. Τονίζουμε στους μαθητές ότι επάνω στο σώμα, στο οποίο πρόκειται να εφαρμόσουμε τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα σχεδιά-

ζουμε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται επάνω του και μόνον αυτές. Αποφεύγουμε να συμπεριλάβουμε οποιαδήποτε δύναμη που ασκείται από το σώμα αυτό σε κάποιο άλλο σώμα.

3. Καθοδηγούμε τους μαθητές να επιλέξουν ορθογώνιους άξονες συντεταγμένων και στη συνέχεια να προσδιορίσουν τις συνιστώσες των δυνάμεων ως προς τους άξονες αυτούς. Για κάθε άθροισμα συνιστωσών ΣF κατά έναν άξονα να γράψουν την εξίσωση που εκφράζει το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, π.χ για τον άξονα Ox γράφουν την εξίσωση $\Sigma F_x = m a_x$. Επισημαίνουμε ότι, αν είναι γνωστή η κατεύθυνση της επιτάχυνσης, τότε είναι προτιμότερο να πάρουν αυτή την κατεύθυνση ως κατεύθυνση ενός από τους άξονες. Η επιλογή αυτή διευκολύνει την επίλυση του προβλήματος. Πράγματι, αν πάρουν τον άξονα Ox να συμπίπτει με την κατεύθυνση της επιτάχυνσης, τότε το σύστημα των δύο εξισώσεων $\Sigma F_x = m a_x$ και $\Sigma F_y = m a_y$ για ομοεπίπεδες δυνάμεις γράφεται: $\Sigma F_x = m a_x$ και $\Sigma F_y = 0$.
4. Αν έχουμε σύστημα δύο ή περισσότερων σωμάτων, τότε δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε το ίδιο σύστημα αξόνων για όλα τα σώματα. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διαφορετικό σύστημα για το καθένα. Όμως πρέπει να προσέχουμε στις αντίστοιχες εξισώσεις κάθε σώματος, ώστε τα πρόσημα των συνιστωσών να συμφωνούν με τους άξονες που επιλέξαμε για το συγκεκριμένο σώμα.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από την ερώτηση 17, και τα προβλήματα 6, 7, 8, 10, 24.

Διδακτική ενότητα 7η: Ομαλή κυκλική κίνηση (1.3.10). **(Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).**

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να ορίσουν την ομαλή κυκλική κίνηση και να κατανοήσουν ότι η ομαλή κυκλική κίνηση είναι περιοδική.
2. Να ορίσουν τα μεγέθη «περίοδος» και «συχνότητα» στην ομαλή κυκλική κίνηση και να δρουν τη μεταξύ τους σχέση.
3. Να προσδιορίσουν την κατεύθυνση της ταχύτητας κινητού που

κάνει ομαλή κυκλική κίνηση και να υπολογίσουν το μέτρο της ταχύτητας σε συνάρτηση με την περίοδο.

4. Να ορίσουν τη γωνιακή ταχύτητα και να την εκφράσουν σε συνάρτηση με την περίοδο T .
5. Να δρουν τη σχέση μεταξύ γραμμικής και γωνιακής ταχύτητας.
6. Να ορίσουν την κεντρομόλο επιτάχυνση, να σχεδιάσουν το διάνυσμά της και να υπολογίσουν την τιμή της από τη σχέση $a = \frac{v^2}{R}$.
7. Να εκφράσουν την κεντρομόλο επιτάχυνση σε συνάρτηση με τη γωνιακή ταχύτητα, την περίοδο και τη συχνότητα.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

- Το ότι το διάνυσμα της ταχύτητας αντικειμένου που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση αλλάζει σε κάθε στιγμή μένοντας διαρκώς εφαπτόμενο στην τροχιά, δεν είναι εύκολο να κατανοηθεί.
- Είναι δύσκολο σε ένα μαθητή να δεχτεί ότι σε μία κίνηση όπως η ομαλή κυκλική στην οποία η ταχύτητα (η τιμή της) διατηρείται σταθερή, υπάρχει επιτάχυνση. Οι διδακτικές προσπάθειες υπονομεύονται από το γεγονός, ότι άλλη σημασία έχει η λέξη ταχύτητα στην καθημερινή ζωή (ένας απλός αριθμός) και άλλη στη Φυσική (διανυσματικό μέγεθος).

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Ως παράδειγμα ομαλής κυκλικής κίνησης, μπορούμε να αναφέρουμε την κίνηση που κάνει το άκρο του λεπτοδείκτη του ρολογιού ή ένα σημείο του περιστρεφόμενου δίσκου στο πικάπ κ.τ.λ.
2. Ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν τη συχνότητα μιας ομαλής κυκλικής κίνησης για χρόνο μιας περιόδου.
3. Για να προσεγγίσουν οι μαθητές την αντίληψη ότι το διάνυσμα της ταχύτητας εφάπτεται στην κυκλική τροχιά, μπορούμε να αναφέρουμε: α) το παράδειγμα των σπινθήρων ενός ακονιστή τροχού που εκτινάσσονται κατά τη διεύθυνση της εφαπτομένης, β) το γεγονός ότι ένα αντικείμενο που κινείται κυκλικά στο άκρο νήματος, μόλις απελευθερωθεί κινείται εφαπτομενικά (περίπτωση σφεντόνας), γ) τη θεωρητική σκέψη, σύμφωνα με την οποία, όταν ο χρόνος τείνει στο μηδέν, το διάνυσμα της μετατόπισης (άρα και της ταχύτητας) τείνει να γίνει εφαπτόμενο στην τροχιά.
4. Ορίζουμε τη γραμμική ταχύτητα για την ομαλή κυκλική κίνηση,

επειδή στην κίνηση αυτή το μέτρο της ταχύτητας είναι ίσο με οποιοδήποτε ηγλικό διαγραφόμενου τόξου προς τον αντίστοιχο χρόνο. Ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν τη γραμμική ταχύτητα λαμβάνοντας όχι τυχαίο χρόνο αλλά το χρόνο μιας περιόδου.

5. Ο ορισμός της γωνιακής ταχύτητας, ως ηγλικό της διαγραφόμενης από την επιβατική ακτίνα γωνίας δια του αντίστοιχου χρόνου, είναι αρκετός για το πρόγραμμα γενικής παιδείας. Η αναφορά στα χαρακτηριστικά της γωνιακής ταχύτητας, ως διανυσματικού μεγέθους, δεν κρίνεται απαραίτητη.
6. Ζητάμε από τους μαθητές να εκφράσουν τη γωνιακή ταχύτητα σε συνάρτηση με την περίοδο.
7. Ζητάμε από τους μαθητές να βρουν τη σχέση μεταξύ γραμμικής και γωνιακής ταχύτητας.
8. Προκαλούμε «γνωστική σύγκρουση» με την ερώτηση, αν ένα κινητό που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση έχει επιτάχυνση. Τονίζουμε ότι άλλη έννοια έχει η λέξη ταχύτητα στην καθημερινή ζωή (ένας απλός αριθμός) και άλλη στη Φυσική (διανυσματικό μέγεθος). Πληροφορούμε τους μαθητές για την κατεύθυνση της επιτάχυνσης και δίνουμε την εξίσωση υπολογισμού της $a = \frac{v^2}{R}$ χωρίς απόδειξη.
9. Εφ' όσον υπάρχει χρόνος ζητάμε από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν τη δραστηριότητα της σελίδας 133. Αν όχι την δίνουμε ως εργασία για το σπίτι.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 19, 20, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 39, 40, 41 και τα προβλήματα 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21.

Διδακτική ενότητα 8η: Κεντρομόλος δύναμη (1.3.11). **(Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).**

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να εφαρμόσουν το θεμελιώδη νόμο της δυναμικής (δεύτερο νόμο του Νεύτωνα) στην ομαλή κυκλική κίνηση αντικειμένου.
2. Να προσδιορίσουν την κατεύθυνση και την τιμή της κεντρομόλου δύναμης.

3. Να συνειδητοποιήσουν ότι η κεντρομόλος δύναμη δεν είναι μία ιδιαίτερη δύναμη αλλά η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που ασκούνται στο αντικείμενο, το οποίο εκτελεί την ομαλή κυκλική κίνηση.
4. Να εκφράσουν την τιμή της κεντρομόλου δύναμης σε συνάρτηση με τη γωνιακή ταχύτητα, την περίοδο και τη συχνότητα.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Όπως αναφέρθηκε και στην 1.3.10, οι μαθητές δυσκολεύονται να δεχθούν ότι σε μία κίνηση ομαλή (δηλαδή με σταθερή τιμή ταχύτητας) το κινητό έχει επιτάχυνση (κεντρομόλο επιτάχυνση). Οι διδακτικές προσπάθειες συναντούν μεγάλα εμπόδια από το γεγονός, ότι οι έννοιες της ταχύτητας και της επιτάχυνσης δεν ταυτίζονται με εκείνες της καθημερινής γλώσσας.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Ρωτάμε τους μαθητές, γιατί ένα αντικείμενο που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση έχει επιτάχυνση (την οποία ονομάζουμε κεντρομόλο επιτάχυνση). Ζητάμε από αυτούς να δώσουν τα στοιχεία της κεντρομόλου επιτάχυνσης (κατεύθυνση και τιμή).
2. Με δεδομένη την ύπαρξη επιτάχυνσης στην ομαλή κυκλική κίνηση, ζητάμε από τους μαθητές να πουν, τι συμπεραίνουν (σύμφωνα με το θεμελιώδη νόμο της δυναμικής) για τη συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο αντικείμενο το οποίο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση. Ονομάζουμε αυτή τη συνισταμένη των δυνάμεων «κεντρομόλο δύναμη» και ζητάμε από τους μαθητές να προσδιορίσουν την κατεύθυνση και την τιμή της.
3. Τονίζουμε ότι η κεντρομόλος δύναμη δεν είναι ένα είδος δύναμης (όπως π.χ. η βαρυτική ή η ηλεκτρική δύναμη) αλλά μία δύναμη ή συνισταμένη δυνάμεων, η οποία επιδρώντας διαρκώς κάθετα στην ταχύτητα ενός αντικειμένου το αναγκάζει να πραγματοποιεί ομαλή κυκλική κίνηση. Έτσι, στην ομαλή κυκλική κίνηση ενός τεχνητού δορυφόρου, τον ρόλο κεντρομόλου δύναμης παίζει η βαρυτική δύναμη (έλξη) της Γης, στην κυκλική κίνηση ενός αυτοκινήτου στη στροφή επίπεδου δρόμου τον ρόλο κεντρομόλου δύναμης παίζει η τριβή κ.τ.λ.

4. Ζητάμε από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν τη δραστηριότητα της σελίδας 135.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 24, 42, 51.

Εργαστηριακή άσκηση 6: Εργαστηριακή προσέγγιση και μελέτη του νόμου της κεντρομόλου δύναμης. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Οι μαθητές θα πρέπει να καταχωρίσουν στη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας όλες τις πειραματικές τιμές και των τριών πινάκων. Γι' αυτό ζητάμε από αυτούς να συμπληρώσουν πρώτα τις στήλες του χρόνου και στους τρεις πίνακες και μετά να ασχοληθούν με υπολογισμούς και να συμπληρώσουν τις υπόλοιπες στήλες.

Ενδεικτικές τιμές χρόνων

Πίνακας 1

A/A	Χρόνος t(s)
1	21,8
2	15,4

Πίνακας 2

A/A	Χρόνος t (s)
1	10,8
2	15,4

Πίνακας 3

A/A	Χρόνος t (s)
1	15,4
2	21,7

Διδακτική ενότητα 9η: Μερικές περιπτώσεις κεντρομόλου δύναμης (1.3.12). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να συμπεράνουν, τι θα συμβεί σε ένα αντικείμενο που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, αν ξαφνικά καταργηθεί (μηδενιστεί) η κεντρομόλος δύναμη που επιδρά επάνω του.
2. Να συνδυάσουν την κυκλική κίνηση και την τριβή για να εξηγήσουν το εξής: γιατί, όταν τα λάστιχα ενός αυτοκινήτου είναι φθαρμένα ή ο δρόμος είναι βρεγμένος, το αυτοκίνητο κινούμενο

με μεγάλη ταχύτητα δεν μπορεί να πάρει μία στροφή και εκτρέπεται από τον αυτοκινητόδρομο.

3. Να εξηγήσουν γιατί στις στροφές των αυτοκινητοδρόμων μεγάλης ταχύτητας το οδόστρωμα κατασκευάζεται κεκλιμένο και να υπολογίσουν την απαιτούμενη κλίση σε μία στροφή.
4. Να υπολογίσουν τη μέγιστη απόσταση που θα διανύσει ένα αυτοκίνητο μέχρις ότου σταματήσει, από τη στιγμή που θα εφαρμόσει ο οδηγός τα φρένα.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να συνδυάσουν την κυκλική κίνηση και την τριβή για να εξηγήσουν την κυκλική τροχιά ενός αντικειμένου.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Πραγματοποιούμε το πείραμα της εικόνας 1.3.31 ως περιφερόμενο αντικείμενο χρησιμοποιούμε λαστιχένιο πώμα δεμένο με νήμα μήκους περίπου 1m (όπως και στην εργαστηριακή άσκηση 6: Μελέτη του νόμου της κεντρομόλου δύναμης). Ζητάμε από τους μαθητές να προβλέψουν, πως θα κινηθεί το αντικείμενο, αν κάποια στιγμή αφήσουμε το νήμα. Προτείνουμε, κάποιοι μαθητές να πραγματοποιήσουν το πείραμα στο ύπαιθρο και να ανακοινώσουν στο επόμενο μάθημα.
2. Ζητάμε από τους μαθητές να προσδιορίσουν και να σχεδιάσουν τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτοκίνητο, το οποίο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε στροφή οριζόντιου δρόμου. Ζητάμε επίσης να καθορίσουν τη δύναμη που παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης και να εξηγήσουν, γιατί όταν ο δρόμος είναι βρεγμένος ή τα λάστιχα φθαρμένα υπάρχει κίνδυνος το αυτοκίνητο να εκτραπεί από το δρόμο.
3. Θεωρούμε αυτοκίνητο που “παίρνει” στροφή επάνω σε κεκλιμένο τμήμα αυτοκινητόδρομου μεγάλης ταχύτητας. Θέτουμε στους μαθητές το ερώτημα: πώς θα υπολογίσουμε την κλίση του δρόμου, ώστε να αναπτυχθεί η απαιτούμενη κεντρομόλος δύναμη για την ασφαλή διέλευση του οχήματος. Τους καθοδηγούμε να σχεδιάσουν τις δυνάμεις που ασκούνται στο αυτοκίνητο καθώς

“παίρνει” τη στροφή και ζητάμε να προσδιορίσουν τη δύναμη που παίζει το ρόλο κεντρομόλου δύναμης. (Η τριβή εδώ έχει δευτερεύοντα ρόλο και χάριν απλότητας δεν λαμβάνεται υπ’ όψη).

4. Εφ’ όσον υπάρχει χρόνος οι μαθητές μπορούν να ασχοληθούν με το θέμα: «Τριβή και αυτοκινητικά δυστυχήματα» και να πραγματοποιήσουν τη δραστηριότητα της σελίδας 141.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από την ερώτηση 52, και το πρόβλημα 18.

Συνθετική εργασία: Τριβή και αυτοκίνητο

Στόχος της εργασίας είναι να αναζητήσουν οι μαθητές πληροφορίες για τα λιπαντικά και το ρόλο τους στα διάφορα συστήματα του σύγχρονου αυτοκινήτου καθώς επίσης και για τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα συστήματα πέδησης στα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται τα ελαστικά των τροχών τα οδοστρώματα, κλπ. Βιβλιογραφία: Τεχνική εγκυκλοπαίδεια, Επιστημονική βιβλιοθήκη LIFE (Τροχοί, Μηχανές), περιοδικές εκδόσεις οι οποίες αναφέρονται στην τεχνολογία του αυτοκινήτου, εξειδικευμένα βιβλία των ΤΕΕ, κ.ά.

Φύλλο αξιολόγησης

Αντικείμενο: Δυναμική σε μία διάσταση (1.2),
Δυναμική στο επίπεδο (1.3)
Χρόνος εξέτασης: 45 λεπτά.

Θέμα 1ο, (9 μονάδες).

α. Ερωτήσεις του τύπου σωστό/λάθος.

1. Ο θεμελιώδης νόμος της Δυναμικής $F = ma$, ισχύει:
- α) Στην περίπτωση της ομαλής κυκλικής κίνησης.
 - β) Όταν ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα.
 - γ) Όταν η ταχύτητα του κινητού είναι μικρή.
 - δ) Σε κάθε περίπτωση που σ' ένα σώμα ασκείται σταθερή συνισταμένη δύναμη.

(3 μονάδες)

2. Το βάρος ενός ανθρώπου είναι 750 N.
- α) Η μάζα του είναι 75 kg.
 - β) Η μάζα του είναι 750 kg.
 - γ) Ο άνθρωπος δεν έλκει τη Γη.
 - δ) Η Γη έλκει τον άνθρωπο με δύναμη 750 N.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

(3 μονάδες)

3. Δύο όμοια αυτοκίνητα κινούνται σε μία κυκλική στροφή ενός οριζόντιου δρόμου με ταχύτητες 40 km/h και 80 km/h αντίστοιχα.

- α) Ποια δύναμη παίζει το ρόλο της κεντρομόλου δύναμης;
- β) Σε ποιο αυτοκίνητο ασκείται μεγαλύτερη συνισταμένη δύναμη;

(3 μονάδες)

Θέμα 2ο

- α) Πώς ορίζεται η αδράνεια;
Ποιο είναι το μέτρο της αδράνειας ενός σώματος;
- β) Να διατυπώσετε το νόμο της τριβής ολίσθησης.

(3 μονάδες)

Θέμα 3ο

Ένα σώμα έχει μάζα 1 kg και ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο υπό την επίδραση μιας οριζόντιας δύναμης F . Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ σώματος και επιπέδου είναι $0,1$. Το σώμα αποκτά επιτάχυνση 2 m/s^2 . Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε:

- α) Την κάθετη δύναμη που ασκεί το επίπεδο στο σώμα.
- β) Την τριβή ολίσθησης.
- γ) Τη δύναμη F .
- δ) Αν η δύναμη F δεν ήταν οριζόντια, αλλά σχημάτιζε γωνία με το οριζόντιο επίπεδο, η κάθετη δύναμη επαφής και η τριβή ολίσθησης θα ήταν ίδιες ή διαφορετικές;

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(8 μονάδες)

1.4 Η βαρύτητα

Διδακτικοί στόχοι κεφαλαίου

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα, οι στόχοι για το κεφάλαιο αυτό είναι οι εξής:

1. Ο μαθητής να διατυπώνει με σύμβολα και με λόγια το νόμο της παγκόσμιας έλξης και την προσεγγιστική του μορφή κοντά στη Γη.
2. Χρησιμοποιώντας αυτό το νόμο να περιγράφει τις (προσεγγιστικά κυκλικές) κινήσεις τεχνητών δορυφόρων, Σελήνης και πλανητών.
3. Να γνωρίζει γιατί τα αντικείμενα δεν «φεύγουν» από τη Γη και γιατί η Σελήνη δεν πέφτει στη Γη.

Προτεινόμενος χρονικός προγραμματισμός

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΩΡΕΣ
1 ^η . Νόμος της παγκόσμιας έλξης. Πεδίο βαρύτητας (1.4.1).	2
2 ^η . Η ένταση στο βαρυτικό πεδίο της Γης (1.4.2). Το πεδίο βαρύτητας κοντά στη Γη (1.4.3).	1
3 ^η . Η κίνηση των δορυφόρων (1.4.4). Φαινομενική έλλειψη δάρονος (1.4.5).	1
Εργαστηριακή άσκηση 5: Προσεγγιστική μελέτη της ελεύθερης πτώσης στο κεκλιμένο επίπεδο και πειραματική επαλήθευση της σχέσης $s = kt^2$. Γραφικός προσδιορισμός της σταθεράς k για διάφορες γωνίες του κεκλιμένου επιπέδου. Οριακή προσέγγιση του $\frac{g}{2}$ για γωνία κλίσης $\frac{\pi}{2}$.	1
ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	5

Διδακτική ενότητα 1η: Νόμος της παγκόσμιας έλξης. Πεδίο βαρύτητας (1.4.1). (Προτεινόμενος χρόνος 2 ώρες).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να διατυπώσουν σε γλώσσα μαθηματική (με σύμβολα) και με λόγια το νόμο της παγκόσμιας έλξης.
2. Να υπολογίσουν το βάρος που έχει ένα αντικείμενο σε κάποια απόσταση από τη Γη, όταν είναι γνωστό το βάρος του αντικειμένου στην επιφάνεια της Γης.
3. Να προσδιορίσουν τις έννοιες: βαρυτικό πεδίο, υπόθεμα, βάρος.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Συνήθεις ιδέες (παρανοήσεις) των μαθητών είναι οι εξής:

- Η δύναμη βαρύτητας της Γης που επιδρά σε ένα μήλο δεν είναι ίδια με τη δύναμη της Γης που επιδρά στη Σελήνη.
- Δεν υπάρχουν βαρυτικές δυνάμεις στο Διάστημα (στο κενό).

Διδακτικές ενέργειες-μαθησιακά έργα

1. Ρωτάμε τους μαθητές, αν έχουν παρατηρήσει το φαινόμενο της παλίρροιας (περιοδική άνοδος και κάθοδος της στάθμης της θάλασσας) και αν έχουν ακούσει κάποια ερμηνεία του φαινομένου αυτού.
2. Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 1.4,9 για να διευκολυνθούν οι μαθητές στην κατανόηση του νόμου της παγκόσμιας έλξης και με τη φωτογραφία του Γαλαξία για να συνειδητοποιήσουν την παγκοσμιότητα του νόμου.
3. Ζητάμε από τους μαθητές να εξηγήσουν τι σημαίνει ότι η δύναμη της παγκόσμιας έλξης είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης.
4. Ζητάμε από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν τη δραστηριότητα της σελίδας 164.
5. Καθοδηγούμε τους μαθητές, ώστε να αποσαφηνίσουν τις έννοιες: βαρυτικό πεδίο, υπόθεμα, βάρος.
6. Αν υπάρχει χρόνος, ζητάμε από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν και τη δραστηριότητα της σελίδας 165.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 13, 14, 16, και τα προβλήματα 1, 6, 7, 9, 10.

Διδακτική ενότητα 2η: Η ένταση στο βαρυτικό πεδίο της Γης 1.4.2. Το πεδίο βαρύτητας κοντά στη Γη 1.4.3. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να ορίσουν την έννοια της έντασης του βαρυτικού πεδίου και να υπολογίσουν την τιμή της.
2. Να ορίσουν την έννοια της δυναμικής γραμμής και να απεικονίσουν με τη βοήθεια των δυναμικών γραμμών το βαρυτικό πεδίο της Γης.
3. Να θεωρούν ότι το πεδίο βαρύτητας της Γης σε μικρή περιοχή και κοντά στην επιφάνεια της Γης είναι ομογενές.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Συνήθεις ιδέες (παρανοήσεις) των μαθητών είναι οι εξής:

- Η βαρυτική δύναμη είναι ίδια με την ένταση του βαρυτικού πεδίου.
- Η βαρυτική δύναμη είναι ίδια σε όλα τα σώματα που πέφτουν.

Διδακτικές ενέργειες - μαθησιακά έργα

1. Θέτουμε στους μαθητές το ερώτημα: «Υπάρχει άραγε ένα φυσικό μέγεθος κατάλληλο για την περιγραφή του βαρυτικού πεδίου;». Οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η δύναμη δεν είναι κατάλληλο μέγεθος, γιατί η τιμή της εξαρτάται, για το ίδιο σημείο του πεδίου, από τη μάζα στην οποία ασκείται. Από την παρατήρηση,

ότι το πηλίκο $\frac{F}{m}$ είναι σταθερό για κάθε σημείο του πεδίου, οι

μαθητές οδηγούνται στον ορισμό της έντασης του βαρυτικού πεδίου.

2. Ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν την ένταση g του βαρυτικού πεδίου σε συνάρτηση με την απόσταση r .
3. Προβάλλουμε τις διαφάνειες Α'. Γ.Π.: 1.4,10 - Α'. Γ.Π.: 1.4,11. Οι μαθητές διακρίνουν τα πλεονεκτήματα του δεύτερου τρόπου απεικόνισης του βαρυτικού πεδίου (με τη βοήθεια γραμμών) και διαμορφώνουν την έννοια των δυναμικών γραμμών.
4. Ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν την επιτάχυνση a που προκαλεί σε ένα σώμα μάζας m η βαρυτική έλξη της Γης (επιτάχυνση της βαρύτητας). Ζητάμε έπειτα να συγκρίνουν την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας με την τιμή της έντασης της βαρύτητας, για να διαπιστώσουν ότι τα δύο αυτά μεγέθη ταυτίζονται.
5. Προβάλλουμε τις διαφάνειες Α'. Γ.Π.: 1.4,12 - Α'. Γ.Π.: 1.4,13, για να διευκολύνουμε τους μαθητές να αντιληφθούν, ότι το βαρυτικό πεδίο της Γης σε μικρή έκταση και κοντά στην επιφάνεια της Γης μπορεί να θεωρηθεί, με καλή προσέγγιση ως ομογενές.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από την “εφαρμογή” της σελίδας 168 (αν υπάρχει χρόνος να πραγματοποιηθεί στην τάξη), από τις ερωτήσεις 5, 6, 7, 11 και τα προβλήματα 2, 4.

Διδακτική ενότητα 3η: Η κίνηση των δορυφόρων **1.4.4. Φαινομενική έλλειψη βάρους 1.4.5. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).**

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να περιγράψουν και να υπολογίσουν στοιχεία των (προσεγγιστικά κυκλικών) κινήσεων τεχνητών δορυφόρων, της Σελήνης και πλανητών.
2. Να ερμηνεύσουν γιατί τα αντικείμενα δεν «φεύγουν» από τη Γη και γιατί η Σελήνη δεν πέφτει στη Γη.
3. Να ερμηνεύσουν τη φαινομενική έλλειψη βάρους ενός ανθρώπου μέσα σε τεχνητό δορυφόρο (διαστημικό σταθμό), που περιφέρεται γύρω από τη Γη.
4. Να εξηγήσουν το φαινόμενο των παλιρροιών.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Συνήθεις ιδέες (παρανοήσεις) των μαθητών είναι οι εξής:

- Η Σελήνη δεν βρίσκεται σε ελεύθερη πτώση.
- Η Σελήνη παραμένει σε τροχιά, επειδή η βαρυτική δύναμη που ασκείται πάνω της εξισορροπείται με τη φυγόκεντρη δύναμη, που επενεργεί σ' αυτήν.
- Απουσία δάρους (ή έλλειψη δάρους) σ' ένα διαστημικό σταθμό, σημαίνει ότι δεν υπάρχει σ' αυτόν βαρύτητα.

Διδακτικές ενέργειες - μαθησιακά έργα

1. Μετά από μία πολύ σύντομη εισαγωγή για τις κινήσεις των πλανητών και των δορυφόρων, θέτουμε στους μαθητές το ερώτημα: «γιατί η Σελήνη παρά την ύπαρξη της βαρυτικής δύναμης (έλξης) της Γης δεν πέφτει επάνω της; Αφού διευκρινιστεί ότι η βαρυτική έλξη της Γης ενεργεί ως κεντρομόλος δύναμη, ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν την ταχύτητα περιφοράς ενός δορυφόρου.
2. Ζητάμε από τους μαθητές να προσδιορίσουν, από τι εξαρτάται η ταχύτητα περιφοράς ενός δορυφόρου. Επίσης να εξετάσουν, αν η κινητική και η δυναμική ενέργεια ενός δορυφόρου που περιφέρεται σε σταθερό ύψος μένουν σταθερές.
3. Ρωτάμε τους μαθητές, αν είχαν κάποτε την εμπειρία μέσα σε ανελκυστήρα πολυόροφου κτιρίου κατά την άνοδο ή την κάθοδο με μεγάλη επιτάχυνση να αισθανθούν φαινομενική αύξηση ή μείωση του δάρους τους. Περιγράφουμε κατόπιν το πείραμα με το ζυγό μέσα στον ανελκυστήρα (Εικ. 1.4.11 και Εικ. 1.4.12). Θεωρούμε ως γνωστά το δάρος B και τη μάζα m του ανθρώπου καθώς και την επιτάχυνση a . Ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν την ένδειξη A του ζυγού με εφαρμογή του θεμελιώδους νόμου της δυναμικής.
4. Ζητάμε από τους μαθητές να δρουν ποιά θα είναι η ένδειξη του ζυγού στην περίπτωση που κοβόταν το συρματοσχοίνο και ο ανελκυστήρας έπεφτε ελεύθερα. Ρωτάμε επίσης ποιά λανθασμένη εντύπωση θα σχημάτιζε ο άνθρωπος από την ένδειξη αυτή. Με το παράδειγμα αυτό οι μαθητές θα προσδιορίσουν ευκολότερα τον όρο “κατάσταση φαινομενικής έλλειψης βαρύτητας” και θα συνειδητοποιήσουν ότι έλλειψη δάρους μέσα σε διαστημικό σταθμό δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχει σ' αυτόν βαρύτητα.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από την “εφαρμογή” της σελίδας 172, τις ερωτήσεις 8, 10, 17, 18 και τα προβλήματα 5 και 8, 11, 12, 13.

Εργαστηριακή άσκηση 5: Προσεγγιστική μελέτη του φαινομένου της ελεύθερης πτώσης σε κεκλιμένο επίπεδο. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Πριν από τη λήξη της διδακτικής ώρας, οι μαθητές θα πρέπει απαραίτητως να έχουν έτοιμες και τις τέσσερις χαρτοταινίες (για τις γωνίες 20° , 30° , 45° και 60° του κεκλιμένου επιπέδου).

Για το λόγο αυτό: α) Αφού τελειώσουν το δήμα 3, τους ζητάμε να σημειώσουν επάνω στη χαρτοταινία την τιμή της γωνίας κλίσης (20°) του κεκλιμένου επιπέδου αλλά να μην προχωρήσουν στη συμπλήρωση του ΠΙΝΑΚΑ 1. β) Τους προτρέπουμε να επαναλάβουν τα δήματα 2 και 3 για άλλες τρεις διαφορετικές γωνίες του κεκλιμένου επιπέδου (30° , 45° , 60°) και να σημειώσουν επάνω σε κάθε χαρτοταινία την αντίστοιχη γωνία.

Όταν οι μαθητές θα έχουν έτοιμες τις τέσσερις χαρτοταινίες τότε θα προχωρήσουν στην αξιοποίησή τους: θα πραγματοποιήσουν τα δήματα 4 και 5 για κάθε περίπτωση, δηλαδή θα συμπληρώσουν τους ΠΙΝΑΚΕΣ 1, 2, 3 και 4 και θα κατασκευάσουν τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις του διανυόμενου διαστήματος σε συνάρτηση με το τετράγωνο του χρόνου.

Εδώ θα σημειώσουμε το εξής: Από τις τιμές του ΠΙΝΑΚΑ 1 έχει δειχθεί ότι σε σύστημα ορθογωνίων αξόνων με άξονες s και t^2 η γραφική παράσταση της συνάρτησης $s = f(t^2)$ είναι ευθεία που περνά από την αρχή των αξόνων. Αλλά για την χάραξη μιας ευθείας απαιτούνται δύο μόνο σημεία. Κατά συνέπεια για λόγους οικονομίας χρόνου και κόπου μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές να συμπληρώσουν μόνο δύο γραμμές σε κάθε ένα από τους ΠΙΝΑΚΕΣ 2, 3 και 4.

Οι μαθητές θα πραγματοποιήσουν όσα δήματα προφτάσουν. Τα υπόλοιπα θα τα ολοκληρώσουν στο σπίτι.

Ενδεικτικές τιμές:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

$\varphi = 20^\circ$					
	Απόσταση s		Αριθμός	Χρόνος	t^2
	(cm)	(m)	κουκίδων	t(s)	(s ²)
1	0	0	0	0	0
2	20	0,2	17	0,34	0,115
3	30	0,3	21	0,42	0,176
4	40	0,4	24	0,48	0,230
5	50	0,5	27	0,54	0,292

Συνθετική εργασία: Η εξέλιξη των θεωριών για τη βαρύτητα

Βιβλιογραφία: Ένθετο σχολικού βιβλίου με τίτλο “Η ιστορική εξέλιξη των θεωριών της βαρύτητας”, “Η επιστήμη στην Ιστορία”, J.D. Bernal τόμοι 1 - 3, Εκδόσεις Ι. Ζαχαρόπουλος, Kuhn T. Η δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων, Εισαγωγή, Επιμέλεια Β. Κάλφας, Μετάφραση Γ. Γεωργακόπουλος Β. Κάλφας, R.S. Westfall Η συγκρότηση της Σύγχρονης Επιστήμης, Μετάφραση Κ. Ζήση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Hankins T. (1989) Επιστήμη και διαφωτισμός, Απόδοση στα Ελληνικά Γκουνταρούλης Γ., Επιστημονική επιμέλεια Γαβρόγλου Κ. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Grand Edward (1994), Οι Φυσικές Επιστήμες του Μεσαίωνα, Μετάφραση Σαρίκας Ζ., Επιστημονική επιμέλεια Κάλφας Β., Δήτσας Π. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Segré E. (1997) Ιστορία της Φυσικής Τόμος Α': Από την πτώση των σωμάτων έως τα ραδιοκύματα, Μετάφραση Μεργιά Κ., Επιστημονική επιμέλεια Δανέζης Μ., Θεοδοσίου Στ., Εκδόσεις Δίανυσης.

Ένθετα

Προτείνουμε στους μαθητές να διαβάσουν στο σπίτι τους το ένθετο της σελίδας 172, στο οποίο ερμηνεύεται η περιφορά ενός δορυφόρου γύρω από τη Γη (ή άλλο πλανήτη) ως αποτέλεσμα της σύνθεσης δύο κινήσεων: μιας ευθύγραμμης ομαλής και μιας ελεύθερης πτώσης.

2.1 Διατήρηση της ορμής

Διδακτικοί στόχοι κεφαλαίου - προτεινόμενος χρονικός προγραμματισμός

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα, οι στόχοι για το κεφάλαιο αυτό είναι οι εξής:

1. Ο μαθητής να διακρίνει τις εσωτερικές και τις εξωτερικές δυνάμεις σε ένα σύστημα σωμάτων.
2. Να γνωρίζει την ορμή ως μια διατηρήσιμη ποσότητα σε κλειστά συστήματα.
3. Να συνδυάζει το επιστημονικό ενδιαφέρον για την ορμή με τη διατήρησή της, και να τη διακρίνει από άλλες ποσότητες (πχ άθροισμα ταχυτήτων) που δε διατηρούνται.

Προτεινόμενος χρονικός προγραμματισμός

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα το κεφάλαιο **Διατήρηση της ορμής** προβλέπεται να διδαχθεί σε 5 διδακτικές ώρες. Με βάση το συγκεκριμένο περιορισμό οι παράγραφοι ομαδοποιούνται ως εξής:

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΩΡΕΣ
1 ^η . Η έννοια του συστήματος. Εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις (2.1.1)	1
2 ^η . Το φαινόμενο της κρούσης (2.1.2), Η έννοια της ορμής (2.1.3) Η δύναμη και η μεταβολή της ορμής (2.1.4)	1
3 ^η . Η αρχή διατήρησης της ορμής (2.1.5) Μεγέθη που δεν διατηρούνται στην κρούση (2.1.6), Εφαρμογές της διατήρησης της ορμής (2.1.7)	1
Εργαστηριακή άσκηση 8η Εργαστηριακή μελέτη της διατήρησης της ορμής σε μια διάσταση. Εκτίναξη αμαξιδίων με παρεμβολή ελατηρίων	2
ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	5

Διαδακτική ενότητα 1: Η έννοια του συστήματος. Εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις (2.1.1). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές :

1. Να αναγνωρίζουν σώματα τα οποία αλληλεπιδρούν και να προσδιορίζουν το σύστημα το οποίο αυτά συγκροτούν.
2. Να διακρίνουν τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα ενός συστήματος σε εσωτερικές και εξωτερικές
3. Να εφαρμόζουν τα κριτήρια σύμφωνα με τα οποία ένα σύστημα θεωρείται μονωμένο.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία για τις ιδέες (παρανοήσεις) των μαθητών, η επίτευξη των παραπάνω στόχων δεν είναι απρόσκοπτη διότι:

- Οι μαθητές τείνουν να θεωρούν τις δράσεις μονόδρομες (από τον δράστη προς το υποκείμενο στο οποίο αυτός επιδρά) και δεν υιοθετούν εύκολα την αμφίδρομη δράση η οποία δηλώνεται από τον 3^ο νόμο του Νεύτωνα.
- Η έννοια του συστήματος σωμάτων προϋποθέτει ότι οι μαθητές είναι σε θέση να προσδιορίσουν τα σώματα τα οποία: α) είναι υποκείμενα στην παρατήρηση και τη μέτρηση, β) αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και γ) μπορούν να εκτιμήσουν ποιες αλληλεπιδράσεις με άλλα σώματα (π.χ. βαρυτική έλξη) είναι αμελητέες για τις αλλαγές που θα συμβούν στο σύστημα.
- Η διάκριση σε εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις προϋποθέτει ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν ότι η δράση και η αντίδραση ασκούνται σε διαφορετικά σώματα.

Διδακτικές ενέργειες - Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των διδακτικών στόχων σας προτείνονται τα ακόλουθα μαθησιακά έργα από τα οποία μπορείτε να επιλέξετε:

1. Συζητούμε με τους μαθητές το νόημα και τις συνέπειες του 3^{ου} νόμου του Νεύτωνα. Επισημαίνουμε ότι ο 3^{ος} νόμος εισάγει στην

περιγραφή της κίνησης ενός σώματος και το αίτιο -το άλλο σώμα - το οποίο προκαλεί τις αλλαγές στην κινητική κατάσταση του πρώτου.

2. Πραγματοποιούμε ως πείραμα επίδειξης την έλξη της μεταλλικής σφαίρας ενός εκκρεμούς από ένα μαγνήτη και ζητούμε από τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί αν ο μαγνήτης εξαρτηθεί από το νήμα και η μεταλλική σφαίρα πλησιάσει στο μαγνήτη. Συζητείστε τις προβλέψεις τους και πραγματοποιείτε το πείραμα ώστε να κλονιστεί η διαισθητική τους άποψη για την μονόδρομη δράση και να υιοθετήσουν την άποψη της αλληλεπίδρασης. Γενικεύστε το συμπέρασμα με αναφορές σε συστήματα όπως τα ηλεκτρικά εκκρεμή ή το σύστημα Γη-Σελήνη.
(Διαφάνειες Α'. Γ.Π.: 2.1,14 - Α'. Γ.Π.: 2.1,15 - Α'. Γ.Π.: 2.1,16.
3. Θέτουμε στους μαθητές το ερώτημα “αν δύο σώματα που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (π.χ. ο μαγνήτης και η σφαίρα στο προηγούμενο πείραμα) είναι απομονωμένα από την επίδραση άλλων δυνάμεων;”. Συζητούμε τις απόψεις τους προκειμένου να οικοδομηθεί σταδιακά η έννοια του μονωμένου συστήματος.
4. Ζητούμε στους μαθητές να προτείνουν ονόματα για τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα του συστήματος, ονόματα που διαχωρίζουν τις δυνάμεις ανάλογα με το αν προέρχονται από τα σώματα του ίδιου του συστήματος ή από άλλα εκτός από αυτά. Καθοδηγήσέ τους προκειμένου να υιοθετήσουν την ορολογία των εσωτερικών και εξωτερικών δυνάμεων.
5. Καλούμε τους μαθητές να κάνουν στις ομάδες τους τις δραστηριότητες της σελίδας 198 προκειμένου να εμπεδώσουν τις έννοιες του συστήματος, του μονωμένου συστήματος και των εσωτερικών και εξωτερικών δυνάμεων.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 3 και 4.

Διδακτική ενότητα 2η: Το φαινόμενο της κρούσης (2.1.2), Η έννοια της ορμής (2.1.3) Η δύναμη και η μεταβολή της ορμής (2.1.4). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να αναγνωρίζουν φαινόμενα κρούσης στην καθημερινή ζωή και στο εργαστήριο.
2. Να ορίζουν την έννοια της ορμής, τη σχέση ορισμού της και τις μονάδες μέτρησής της.
3. Να συσχετίζουν την αλλαγή της ορμής με τη δύναμη που την προκάλεσε και να εφαρμόζουν τη σχέση $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ για να την υπολογίσουν.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με την έννοια της ορμής. Ειδικότερα, οι μαθητές:

- Δεν εντάσσουν εύκολα, στο εννοιολογικό τους πλαίσιο, την ορμή ως διανυσματικό μέγεθος.
- Θεωρούν ότι η ορμή είναι ίδιας φύσεως με την κινητική ενέργεια.
- Συγχέουν την ορμή με τη δύναμη θεωρώντας την ως αίτιο κίνησης.
- Θεωρούν ότι οι κινούμενες μάζες σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας δεν έχουν ορμή.

Διδακτικές ενέργειες - Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων της διδακτικής ενότητας προτείνονται τα ακόλουθα μαθησιακά έργα:

1. Χρησιμοποιώντας τα αμαξίδια του εργαστηρίου παρουσιάστε στους μαθητές διάφορες περιπτώσεις κρούσης και ζητείστε τους να αναφέρουν διάφορες άλλες περιπτώσεις κρούσης. Ζητείστε τους να περιγράψουν τα φαινόμενα προκειμένου να προσδιορίσουν

ότι: α) πρόκειται για συστήματα σωμάτων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, β) κατά τις κρούσεις αλλάζουν οι ταχύτητες των σωμάτων που αποτελούν το σύστημα, με πολλούς και διάφορους τρόπους, γ) στις κρούσεις μπορούμε να θεωρούμε τα συστήματα ως μονωμένα.

2. Η έννοια της ορμής θα προκύψει από την δραστηριότητα που προαναφέρθηκε αν βοηθήσουμε τους μαθητές να εστιάσουν την προσοχή τους στο ότι το αποτέλεσμα της κρούσης εξαρτάται τόσο από τη μάζα όσο και από την ταχύτητα των σωμάτων που συγκρούονται. Έτσι η ορμή θα οριστεί ως γινόμενο της μάζας με την ταχύτητα.
3. Ο διανυσματικός χαρακτήρας μπορεί να προκύψει από παρατηρήσεις φαινομένων κρούσης όπου τα αμαξίδια συγκρούονται κινούμενα στην ίδια κατεύθυνση ή σε αντίθετες κατευθύνσεις. Ειδικότερα η πλαστική κρούση αμαξιδίων με ίσες μάζες και ταχύτητες, όπου μετά την κρούση ακινητοποιούνται, δείχνει ότι οι ορμές δεν προστίθεται ως μονόμετρα μεγέθη αλλά, ως διανυσματικά.
4. Ζητείστε από τους μαθητές να συζητήσουν την άποψη που υπάρχει στην παράγραφο 2.13, προκειμένου να υιοθετήσουν την επιστημονική άποψη ότι τα κινούμενα σώματα έχουν ορμή και όταν κινούνται εκτός βαρυτικού πεδίου.
5. Ζητείστε από τους μαθητές να συζητήσουν στις ομάδες τους την άποψη που υπάρχει στο φόντο της παραγράφου 2.1.2, προκειμένου να διαφοροποιήσουν τις έννοιες της δύναμης και της ορμής.
6. Προτείνετε στους μαθητές να συσχετίσουν τον 2^ο νόμο του Νεύ

τωνα $F = m a$, με τη σχέση ορισμού της επιτάχυνσης $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ προκειμένου να προκύψει η σχέση

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

7. Ζητείστε από τις ομάδες των μαθητών να πραγματοποιήσουν τις δραστηριότητες 1 και 2 (σελ. 203-204) προκειμένου να

ασκηθούν στην εφαρμογή της σχέσης $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ και την κατανόηση των αριθμητικών αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 5, 6, 8 και 11 και τα προβλήματα 7, 9 και 10.

Διδακτική ενότητα 3η: Η αρχή διατήρησης της ορμής (2.1.5) Μεγέθη που δεν διατηρούνται στην κρούση(2.1.6), Εφαρμογές της διατήρησης της ορμής (2.1.7). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι διδακτικοί στόχοι της συγκεκριμένης ενότητας είναι οι εξής:

1. Οι μαθητές να διατυπώνουν με λόγια και σύμβολα την αρχή διατήρησης της ορμής.
2. Να εφαρμόζουν την αρχή διατήρησης της ορμής σε απλές περιπτώσεις όπως η ελαστική κρούση σε μια διάσταση με το ένα σώμα να είναι αρχικά ακίνητο ή η πλαστική κρούση.
3. Να προσδιορίζουν μεγέθη τα οποία δεν διατηρούνται στις κρούσεις και να τα αντιδιαστέλλουν με την ορμή η οποία διατηρείται.
4. Να ερμηνεύουν φαινόμενα όπως για παράδειγμα η κίνηση των πυραύλων ή η ανάκρουση των όπλων χρησιμοποιώντας την διατήρηση της ορμής.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Οι μαθητές έχοντας κατανοήσει σωστά έννοιες όπως δύναμη, ορμή, ταχύτητα, αδράνεια, σύστημα σωμάτων, κ.α. οι οποίες έχουν διδαχθεί σε προηγούμενες ενότητες, δεν αντιμετωπίζουν σημαντικά εμπόδια στην κατάκτηση της γνώσης που προσδιορίζουν οι προαναφερθέντες διδακτικοί στόχοι. Επισημαίνεται ότι οι μαθητές σχετικά με τη διατήρηση της ορμής θεωρούν ότι:

- Η ορμή διατηρείται μόνο σε περιπτώσεις σύγκρουσης και δεν έχει σχέση με φαινόμενα όπως η κίνηση των πυραύλων ή φαινόμενα όπου τα σώματα αλληλεπιδρούν χωρίς όμως να έρχονται σε επαφή.
- Η ορμή δεν διατηρείται στις περιπτώσεις σύγκρουσης με αντικείμενα τα οποία δεν είναι δυνατόν να κινηθούν π.χ. ελαστική σφαίρα σε τοίχο.
- Η σύγκρουση μεταξύ ορμής και κινητικής ενέργειας ή ορμής και ταχύτητας δεν διευκολύνει τον προσδιορισμό των μεγεθών τα οποία διατηρούνται ή δεν διατηρούνται στις κρούσεις.

Διδακτικές ενέργειες - Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων της διδακτικής ενότητας σας προτείνονται τα ακόλουθα μαθησιακά έργα:

1. Ζητούμε από τους μαθητές να αποδείξουν τη σχέση 2.1.4 αρχίζοντας από τον 3^ο νόμο του Νεύτωνα και τη σχέση που συνδέει τη δύναμη με τη μεταβολή της ορμής. Η εργασία μπορεί να γίνει ομαδικά με χρήση φύλλου εργασίας στο οποίο θα προτείνονται τα “θήματα” της απόδειξης.
2. Προτείνουμε στους μαθητές να πραγματοποιήσουν σε ομάδες τις δραστηριότητες των σελίδων 206 και 207. Συζητείστε τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εργασία των ομάδων ώστε να κατανοήσουν το νόημα τα αρχής διατήρησης και τις συμβάσεις εφαρμογής της.
3. Μπορείτε να παρουσιάσετε ένα πείραμα πλαστικής κρούσης με αμαξίδια (περιγράφεται στην 2.1.6) και συζητείστε ώστε να γίνει σαφές ότι στη κρούση η διατήρηση της κινητικής ενέργειας δεν πρέπει να θεωρείται δεδομένη κάτι που συμβαίνει με τη διατήρηση της ορμής.
4. Μπορείτε να σχεδιάσετε ένα φύλλο εργασίας στο οποίο σταδιακά (διακριτά θέματα και οδηγίες) οι μαθητές θα εφαρμόσουν την αρχή διατήρησης της ορμής στην περίπτωση των αμαξιδίων τα οποία απωθούνται από συσπειρωμένο ελατήριο. Αφού το συμπληρώσουν, μπορείτε να επεκτείνετε τα συμπεράσματά τους ώστε να κατανοήσουν την αρχή κίνησης των πυραύλων.
5. Πραγματοποιούμε, ως πείραμα επίδειξης, τη δραστηριότητα της σελίδας 211.
6. Μετά την πραγματοποίηση της εργαστηριακής άσκησης 7 (έχει ως θέμα τη διατήρηση της ορμής) μπορείτε να επανέλθετε στο θεωρητικό μέρος της διδακτικής ενότητας και να συζητήσετε τα αποτελέσματα που κατέληξαν οι μαθητές στα τετράδια τους.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 13, 15, 16 και 19 και τα προβλήματα 12, 14, 16, 17.

Εργαστηριακή άσκηση 8: Εργαστηριακή μελέτη της διατήρησης της ορμής σε μια διάσταση. Εκτίναξη αμαξιδίων με παρεμβολή ελατηρίων (σχόλια, προτάσεις, αποτελέσματα). Διατήρηση της ορμής σε μία έκρηξη. (Προτεινόμενος χρόνος 2 ώρες).

Πριν από την έναρξη της άσκησης επισημαίνουμε στους μαθητές να είναι προσεκτικοί στη χρησιμοποίηση των αμαξιδίων. Το “εκρηγνυόμενο” σύστημα με το ελατήριο μπορεί να γίνει επικίνδυνο, όταν απελευθερώνεται απρόσεκτα.

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι πολύ καλή απόσταση μεταξύ των δύο προφυλακτήρων είναι 1,5 m. Αν η απόσταση που θα πρέπει να διανύσει το αμαξίδιο είναι πολύ μεγάλη, ενδεχομένως το αμαξίδιο λόγω τριβής να μη φτάσει στον προφυλακτήρα. Αν η απόσταση είναι πολύ μικρή, η χρονομέτρηση της σύμπτωσης δεν θα είναι ακριβής.

Συνθετική εργασία: Οι αρχές διατήρησης στη Φυσική

1. Προτεινόμενη βιβλιογραφία Σχολικά Εγχειρίδια Λυκείου (Γενικής Παιδείας και Κατεύθυνσης), τα διδλία:
 “Η επιστήμη στην ιστορία”, J.D. Bernal τόμοι 1-3, Εκδ. Ι Ζαχαρόπουλος.
 “Εξέλιξη των Ιδεών στη Φυσική”, Α. Einstein, L. Infeld, Μετάφραση-Συμπλήρωμα Ευτ. Μπιτσάκη, Εκδ. Δωδώνη.
 P. Harman Ενέργεια, δύναμη και ύλη, “Η εννοιολογική εξέλιξη της Φυσικής κατά τον 19^ο αιώνα”, Απόδοση στα Ελληνικά Τ. Τσιαντούλας, Επιμέλεια Γ. Ξηροπαϊδης, Επιστημονική επιμέλεια Κ. Γαβρόγλου, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.
 Kuhn T. Η δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων, Εισαγωγή, Επιμέλεια Β. Κάλφας, Μετάφραση Γ. Γεωργακόπουλος. Β. Κάλφας, R.S. Westfall “Η συγκρότηση της Σύγχρονης Επιστήμης”, Μετάφραση Κ. Ζήση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
 Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου, Εισαγωγή Επιμέλεια Β. Κουλαϊδής, Εκδ. Gutenberg.
2. Μια πλήρης εργασία θα περιλαμβάνει εκτός από τις ίδιες τις αρχές, και στοιχεία από την ιστορία της Φυσικής και θέσεις για τη σχέση των αρχών διατήρησης με την πειραματική διαδικασία και τη θεωρητική θεμελίωση της επιστήμης. Θα πρέπει

να δοθεί ουσιαστική βοήθεια στους μαθητές, λόγω των εννοιών οι οποίες θα συμπεριληφθούν, και οι οποίες θα διδαχθούν σε επόμενες τάξεις.

Σχόλια και απαντήσεις στις προτεινόμενες δραστηριότητες και στα θέματα προς συζήτηση

1. Η δραστηριότητα της σελίδας 198 έχει ως στόχο να κατανοήσουν οι μαθητές την έννοια του συστήματος, τις εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις καθώς και τις προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες ένα σύστημα θα θεωρείται μονωμένο. Μπορείτε να την επεκτείνετε ζητώντας από τους μαθητές να προτείνουν άλλες προϋποθέσεις ή συνθήκες κάτω από τις οποίες τα συστήματα δεν θα ήταν μονωμένα.
2. Η δραστηριότητα της σελίδας 204 έχει στόχο να εμπεδώσουν ότι “αυτό που καθορίζει το αποτέλεσμα” δεν είναι μόνο η μάζα ή μόνο η ταχύτητα, αλλά το γινόμενο τους, δηλαδή η ορμή. Δεν αισθανόμαστε τις συγκρούσεις με τα μόρια λόγω: α) του μεγέθους της δύναμης που αναπτύσσεται, β) του ορίου ευαισθησίας της αίσθησης της αφής. Στη συζήτηση γιατί μας τραυματίζει η σφαίρα και όχι η μπάλα αν και έχουν ίσες ορμές να υπενθυμίσετε στους μαθητές το ρόλο της ελαστικότητας της μπάλας η οποία εξασφαλίζει μεγαλύτερη χρονική διάρκεια και συνεπώς μικρότερη τιμή δύναμης. Επίσης να σχολιαστεί ο ρόλος της επιφάνειας επαφής στο μέτρο της πίεσης όταν ασκείται δύναμη σε ένα σώμα.
3. Στη δραστηριότητα της σελίδας 206 (αστροναύτες που “παίζουν” μπάλα στο διάστημα) μετά το στιγματότυπο, δ, αν ο αστροναύτης Α πετάξει τη μπάλα με ορμή 10kgm/s στον Β θα αποκτήσει ορμή 30kgm/s . Υπενθυμίστε στους μαθητές ότι κάθε χρονική στιγμή η συνολική ορμή (αστροναυτών και μπάλας) πρέπει να είναι μηδέν.
4. Στη δραστηριότητα της σελίδας 207, και στις τρεις περιπτώσεις, τα δεδομένα επαληθεύουν τη διατήρηση της ορμής.
5. Στη δραστηριότητα της σελίδας 210 (ανάκρουση όπλου) η ταχύτητα ανάκρουσης είναι m/m .
6. Η δραστηριότητα της σελίδας 211 (πύραυλος) μπορεί να γίνει και ως πείραμα επίδειξης. Σημαντικό είναι να προσέξετε: α) να υπάρχει αρκετό νήμα για να κινηθεί το μπαλόνι, β) την κλίση του νήματος και γ) το καλαμάκι να στερεωθεί στο κέντρο του φουσκωμένου μπαλονιού.

Φύλλο αξιολόγησης

Αντικείμενο: Η βαρύτητα (1.4), Διατήρηση της ορμής (2.1)

Χρόνος εξέτασης: 45 λεπτά.

Θέμα 1ο, (9 μονάδες)

α. Ερωτήσεις του τύπου σωστό/λάθος.

1. Αν υποδιπλασιαζόταν η απόσταση Γης-Σελήνης, η μεταξύ τους δύναμη:
- α. Δεν θα μεταβαλλόταν.
 - β. Θα υποδιπλασιαζόταν.
 - γ. Θα διπλασιαζόταν.
 - δ. Θα τετραπλασιαζόταν.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(3 μονάδες)

2. Ένα πολεμικό αεροπλάνο κινείται οριζόντια με σταθερή ταχύτητα και εκτοξεύει ένα πύραυλο. Η ταχύτητά του μετά την εκτόξευση:
- α. Θα αυξηθεί.
 - β. Θα ελαττωθεί.
 - γ. Θα παραμείνει ίδια.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(3 μονάδες)

3. Ποια από τα παρακάτω φαινόμενα δεν ερμηνεύονται με την αρχή διατήρησης της ορμής;
- α. Η κρούση των σωμάτων.
 - β. Η κίνηση ενός πλοίου.
 - γ. Η έκρηξη ενός βλήματος.
 - δ. Η επιβράδυνση ενός αυτοκινήτου.
 - ε. Η κίνηση ενός δορυφόρου της Γης.

(3 μονάδες)

Θέμα 2ο

- α) Να συνδυάσετε το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα και το νόμο της παγκόσμιας έλξης για να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας.
- β) Να διατυπώσετε τον ορισμό της έντασης του πεδίου βαρύτητας.
(3 μονάδες)

Θέμα 3ο

Ένα αυτοκίνητο έχει μάζα 1.200 kg και κινείται με ταχύτητα 72 km/h. Ο οδηγός έχει μάζα 75 kg και φορά τη ζώνη ασφαλείας. Ένα αντιθέτως κινούμενο αυτοκίνητο ξεφεύγει από την πορεία του, με αποτέλεσμα τα δύο αυτοκίνητα να συγκρουστούν μετωπικά και πλαστικά και να ακινητοποιηθούν σε χρόνο 0,1 s.

Να υπολογίσετε:

- α) Την ορμή του δεύτερου αυτοκινήτου πριν τη σύγκρουση.
- β) Τη δύναμη που δέχτηκε ο οδηγός του πρώτου αυτοκινήτου από τη ζώνη ασφαλείας και να τη συγκρίνετε με το βάρος του.
- γ) Τη δύναμη που δέχτηκε το δεύτερο αυτοκίνητο.

(8 μονάδες)

2.2 Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας

Διδακτικοί στόχοι του κεφαλαίου, όπως αυτοί περιλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμα.

Ο μαθητής να μπορεί:

1. Να αναγνωρίζει τη μηχανική ενέργεια ως μία διατηρήσιμη ποσότητα και να διακρίνει τον κινητικό από το δυναμικό όρο.
2. Να συνδυάζει το επιστημονικό ενδιαφέρον για τη μηχανική ενέργεια με τη διατήρησή της και να τη διακρίνει από άλλες ποσότητες που δε διατηρούνται.
3. Να περιγράψει ποιοτικά και ποσοτικά τη σχέση έργου και κινητικής ενέργειας.
4. Να συγκρίνει τις συνθήκες για τη διατήρηση της ορμής και τη διατήρηση της ενέργειας.
5. Να χρησιμοποιεί τις μονάδες έργου, ισχύος.
6. Να χρησιμοποιεί τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας ως εναλλακτικό (εύκολο) τρόπο λύσης ορισμένων μηχανικών προβλημάτων, με έμφαση σε φυσικά φαινόμενα καθημερινής ζωής.
7. Να αποδεικνύει πειραματικά και φορμαλιστικά ότι η μηχανική ενέργεια δε διατηρείται όταν υπάρχει τριβή.

Προτεινόμενος χρονικός προγραμματισμός

Για τη διδασκαλία του κεφαλαίου προτείνεται να διατεθούν 10 διδακτικές ώρες.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΩΡΕΣ
1 ^η . Η έννοια του έργου (2.2.1)	1
2 ^η . Έργο δάρους και μεταβολή της κινητικής ενέργειας (2.2.2)	1
3 ^η . Η δυναμική ενέργεια (2.2.3)	1
4 ^η . Η μηχανική ενέργεια (2.2.4)	1
5 ^η . Συντηρητικές ή διατηρητικές δυνάμεις (2.2.5)	1

Εργαστηριακή άσκηση 9η: Μελέτη και έλεγχος της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας στην ελεύθερη πτώση σώματος	1
6 ^η . Η ισχύς (2.2.6)	1
7 ^η . Η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας στην οριζόντια βολή (2.2.7)	1
8 ^η . Η τριβή και η μηχανική ενέργεια (2.2.8)	1
Εργαστηριακή άσκηση 7η: Επιταχυνόμενη κίνηση σε κεκλιμένο: Προσδιορισμός συντελεστή τριβής ολίσθησης, δύναμης τριβής ολίσθησης και του έργου της.	1
ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	10

Διδακτική ενότητα 1η: Η έννοια του έργου (2.2.1).
(Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

1. Να συγκρίνουν οι μαθητές την έννοια του έργου όπως αυτή ορίζεται στο επιστημονικό πλαίσιο με εκείνη άλλων πλαισίων π.χ. στην τέχνη, στην καθημερινή ζωή.
2. Να συσχετίσουν το έργο με τη μεταφορά και τη μετατροπή της ενέργειας.
3. Να διερευνήσουν τις περιπτώσεις στις οποίες παράγεται έργο.
4. Να εκφράσουν το έργο (αριθμητικά) με το εμβαδόν που βρίσκεται μεταξύ της γραμμής τη δύναμης σε συνάρτηση με τη μετατόπιση και του άξονα της μετατόπισης.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Οι μαθητές έχουν παρανοήσεις σχετικά με την έννοια της ενέργειας. Είναι απαραίτητο να τις συζητήσουμε κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας του κεφαλαίου αυτού και αν μπορούμε να βρούμε κατάλληλα μαθησιακά έργα που θα τους βοηθήσουν να αλλάξουν τις ιδέες τους καλό είναι να τους τα δώσουμε.

- Οι μαθητές πιστεύουν ότι η ενέργεια ξοδεύεται δηλαδή τελειώνει.
- Κάτι το οποίο δεν κινείται δεν μπορεί να έχει ενέργεια.
- Η ενέργεια καταστρέφεται κατά τη μετατροπή της από τη μια μορφή στην άλλη.
- Η ενέργεια μπορεί να ανακυκλωθεί.
- Η βαρυτική δυναμική ενέργεια είναι η μόνη μορφή δυναμικής ενέργειας.
- Όταν ένα αντικείμενο αφήνεται να πέσει, η βαρυτική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται αυτομάτως σε κινητική ενέργεια.
- Η μηχανική ενέργεια δεν έχει σχέση με τους νόμους του Νεύτωνα.
- Η ενέργεια είναι μια δύναμη.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Οι μαθητές γνωρίζουν από τις προηγούμενες τάξεις την έννοια του έργου που φορμαλιστικά εκφράζεται με το γινόμενο της δύναμης επί τη μετατόπιση. Είναι λοιπόν σημαντικό να γίνει συζήτηση στην τάξη για την έννοια αυτή. Μπορούμε να θέσουμε το ερώτημα ποια διαφορά υπάρχει μεταξύ των εννοιών: έργο δύναμης και έργο τέχνης; ή πνευματικό έργο; Έτσι θα αντιληφθούν οι μαθητές ότι το πλαίσιο αναφοράς καθορίζει διαφορετικό νόημα για την ίδια λέξη.

Για την επίτευξη του δεύτερου στόχου μπορούμε να τους θέσουμε το ερώτημα: Ένα σώμα π.χ. βιβλίο ηρεμεί στο τραπέζι το θέτουμε σε κίνηση. Άρα απέκτησε ενέργεια. Πως την απέκτησε αφού η ενέργεια δε δημιουργείται από το μηδέν; Θα συμπεράνουν ότι τη δώσαμε εμείς που κινήσαμε το βιβλίο κ.τ.λ. Μπορούμε ίσως να επεκταθούμε λίγο ρωτώντας και εμείς που τη βρήκαμε αυτή την ενέργεια;

Για την επίτευξη του τρίτου διδακτικού στόχου κάνουμε διερεύνηση του τύπου στη γενική του μορφή $W = F \times \text{συνθ}$. Κάνουμε τη διευκρίνιση ότι το έργο που παρέχεται από τον παραπάνω τύπο λέγεται έργο σταθερής δύναμης. Τους ζητάμε να παραστήσουν γραφικά τη σχέση $F = f(x)$ και από τη γραφική παράσταση να υπολογίσουν το εμβαδόν και να το συσχετίσουν με το έργο της δύναμης για την ίδια μετατόπιση.

Εργασίες για εμπέδωση

Προτείνεται να γίνει διαπραγμάτευση των ερωτήσεων 1, 2 και επίλυση των προβλημάτων 1, 9, 11.

Διδακτική ενότητα 2η: Έργο βάρους και μεταβολή της κινητικής ενέργειας (2.2.2). (Προτεινόμενος χρόνος 1ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

1. Να ερευνήσουν οι μαθητές πόσες δυνάμεις ασκούνται σ' ένα σώμα, όταν φύγει από το χέρι μας και κινείται προς τα άνω.
2. Να υπολογίσουν το έργο του βάρους στην ελεύθερη πτώση ενός σώματος.
3. Να χρησιμοποιήσουν τις εξισώσεις της ελεύθερης πτώσης και να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι το έργο του βάρους ισούται με την κινητική ενέργεια του σώματος.
4. Να διατυπώσουν το θεώρημα της κινητικής ενέργειας.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι όταν ένα σώμα ρίχνεται προς τα πάνω εκτός από το βάρος του ασκείται σ' αυτό και η δύναμη που του ασκήσαμε όταν το ρίχναμε προς τα πάνω. Εδώ οι μαθητές συγχέουν την έννοια της ενέργειας με την έννοια της δύναμης. Πιστεύουμε ότι θα είναι χρήσιμο να συζητήσουμε με τους μαθητές ότι το χέρι μας μεταφέρει στο σώμα ενέργεια μέσω του έργου της δύναμης που ασκούμε στο σώμα. Ταυτόχρονα εμείς γινόμαστε φτωχότεροι σε ενέργεια. Η απώλεια ενέργειας στο σώμα μας αναπληρώνεται με την κατανάλωση τροφής. Μπορούμε ακόμη να επεκταθούμε, συζητώντας με τους μαθητές πως ερμηνεύουν το γεγονός, ότι οι εργάτες καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες τροφής, σε σύγκριση με όσους δεν κάνουν μηχανικό έργο και επίσης την αποθήκευση ενέργειας στους αυτότροφους οργανισμούς. Επεκτείνοντας τη συζήτηση οι μαθητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι πηγή ενέργειας είναι ο ήλιος.

Οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον τύπο του έργου και να υπολογίσουν το έργο του βάρους, εξίσου εύκολα μπορούν να απαντήσουν και στη διαπραγμάτευση του τρίτου διδακτικού στόχου καθώς και του τέταρτου.

Είναι καλό να γίνει η εφαρμογή της σελίδας 226 και η δραστηριότητα που την ακολουθεί.

Εργασίες για εμπέδωση

Προτείνεται να γίνει διαπραγμάτευση των ερωτήσεων 10, 11, 16 και επίλυση των προβλημάτων 3, 15, 18.

Διδακτική ενότητα 3η: Η δυναμική ενέργεια (2.2.3). **(Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).**

Διδακτικοί στόχοι

1. Να ορίσουν οι μαθητές τη δυναμική ενέργεια ενός σώματος.
2. Να δικαιολογήσουν την άποψη ότι δε μας ενδιαφέρει η τιμή της δυναμικής ενέργειας σε μια θέση, αλλά οι διαφορές της δυναμικής ενέργειας ή οι μεταβολές της.
3. Να συμπεράνουν ότι το έργο της αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο σωμάτων ισούται με τη διαφορά των δυναμικών ενεργειών.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επεξεργασία του πρώτου διδακτικού στόχου μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το παράδειγμα του διβλίου προβάλλοντας τη διαφάνεια Α'. Γ.Π.: 2.1,17.

Για την επεξεργασία του δεύτερου στόχου μπορούμε να συζητήσουμε γιατί δε μας ενδιαφέρει η τιμή της δυναμικής ενέργειας αλλά οι διαφορές της. Όπως γνωρίζουμε για να ορίσουμε τη δυναμική ενέργεια ορίζουμε ένα επίπεδο αναφοράς στο οποίο η τιμή της λαμβάνεται ίση με μηδέν. Σε όλες τις άλλες θέσεις η τιμή της εξαρτάται από την τιμή που έχει στο επίπεδο αναφοράς. Δηλαδή αποτελεί διαφορά μεταξύ δύο τιμών.

Για την επεξεργασία του τρίτου στόχου ίσως χρειάζεται να γίνει συζήτηση για την έννοια της δύναμης ως αλληλεπίδρασης.

Είναι καλό να συζητήσουν οι μαθητές σε ομάδες την παρανόηση που έχουν σχετικά με την κινητική και τη δυναμική ενέργεια και τους νόμους του Νευτώνα. Επίσης καλό είναι να γίνει η δραστηριότητα και η εφαρμογή της σελίδας 230.

Εργασίες για εμπέδωση

Προτείνεται να γίνει διαπραγμάτευση των ερωτήσεων 25, 27 και επίλυση του προβλήματος 17.

Διδακτική ενότητα 4η: Η μηχανική ενέργεια (2.2.4). **(Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).**

Διδακτικοί στόχοι

1. Με τη βοήθεια του τροχού του Maxwell οι μαθητές να διαπιστώσουν την περιοδική μετατροπή της δυναμικής ενέργειας σε

κινητική και εξ αυτής την ποιοτική διατήρηση του αθροίσματος των δύο ενεργειών.

2. Να συμπεράνουν για τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Μπορούμε να ξεκινήσουμε με τη δραστηριότητα 1 της σελίδας 232 αφού πρώτα έχουμε δώσει τον ορισμό της μηχανικής ενέργειας.

Στη συνέχεια μπορούμε να μελετήσουμε θεωρητικά το θέμα προβάλλοντας τη διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 2.2,18.

Η δραστηριότητα 2 αν γίνει στην τάξη μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατασκευάζουν διαγράμματα, αλλά και να βγάζουν συμπεράσματα από αυτά.

Εργασίες για εμπέδωση

Προτείνεται να γίνει διαπραγμάτευση των ερωτήσεων 4, 8 και επίλυση των προβλημάτων 8, 13.

Διδακτική ενότητα 5η: Συντηρητικές (ή διατηρητικές δυνάμεις) (2.2.5). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

1. Να συμπεράνουν οι μαθητές ότι κατά μήκος μιας κλειστής διαδρομής το έργο του βάρους είναι μηδέν.
2. Να ορίσουν τις συντηρητικές δυνάμεις.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 2.2,19 και ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν το έργο του βάρους τόσο κατά την κάθοδο, όσο και κατά την άνοδο της ελαστικής σφαίρας.

Στη συνέχεια τους ζητάμε να δώσουν ορισμό των συντηρητικών δυνάμεων (αφού εμείς τους πούμε, ότι δυνάμεις όπως το βάρος στο προηγούμενο παράδειγμα λέγονται συντηρητικές). Μπορούμε επίσης να συζητήσουμε για το αν η δύναμη στο ηλεκτρικό πεδίο είναι συντηρητική δύναμη. Στην προηγούμενη τάξη έχουν διδαχθεί τα σχετικά με το ηλεκτρικό πεδίο.

Οι εφαρμογές των σελίδων 234 και 235 θα βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση των συντηρητικών δυνάμεων.

Εργασίες για εμπέδωση

Προτείνεται να γίνει διαπραγμάτευση των ερωτήσεων 13, 17, 20 και επίλυση των προβλημάτων 6, 19.

Εργαστηριακή άσκηση 9: Μελέτη και έλεγχος της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας στην ελεύθερη πτώση σώματος. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Ενδεικτικές τιμές

Στην αρχική θέση:

$$U = 0,76\text{J}$$

$$K = 0$$

$$U + K = 0,76\text{J}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ

Θέση σφαίρας	Απόσταση y (cm)	Μετατόπιση Δy cm (m)		Χρόνος Δt (s)	Ταχύτητα v (m/s)
10	19,6	-	-	-	
11	23,8	4,2	$4,2 \cdot 10^{-2}$	0,2	
12	28,4	4,5	$4,5 \cdot 10^{-2}$	0,2	
13	33,2	4,8	$4,8 \cdot 10^{-2}$	0,2	
14	38,4	5,2	$5,2 \cdot 10^{-2}$	0,2	
15	44,2	5,8	$5,8 \cdot 10^{-2}$	0,2	

Διδακτική ενότητα 6η: Η ισχύς (2.2.6). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

1. Να ορίσουν οι μαθητές την έννοια της ισχύος.
2. Να ορίσουν τις μονάδες ισχύος.
3. Να υπολογίσουν την ισχύ στην περίπτωση σώματος κινούμενου με σταθερή ταχύτητα.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για τον ορισμό της ισχύος μπορούμε να προβάλουμε τη διαφά-

νεια Α'. Γ.Π.: 2.2,20.

Για την επίτευξη των υπολοίπων στόχων μπορούμε να ακολουθήσουμε τη σειρά του βιβλίου.

Η διαπραγμάτευση της δραστηριότητας της σελίδας 237 θα βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα την έννοια της ισχύος

Εργασίες για εμπέδωση

Προτείνεται να γίνει διαπραγμάτευση των ερωτήσεων 7, 18, 23 και επίλυση των προβλημάτων 7, 10, 20.

Διδακτική ενότητα 7η: Η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας στην οριζόντια βολή (2.2.7). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

1. Να υπολογίσουν οι μαθητές με τη βοήθεια των εξισώσεων της κίνησης την ταχύτητα με την οποία, ένα σώμα που βάλλεται οριζοντίως, φθάνει στο έδαφος.
2. Να υπολογίσουν την ίδια ταχύτητα εφαρμόζοντας τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας.
3. Να συγκρίνουν τους δύο τρόπους προσέγγισης του θέματος.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Ο υπολογισμός με τη βοήθεια των εξισώσεων της κίνησης δυσκολεύει πολύ τους μαθητές γιατί έχουν να επιλύσουν αλγεβρικό σύστημα στο οποίο χρησιμοποιούνται μόνο σύμβολα.

Το δεύτερο μέρος της ενότητας αποτελεί απλή εφαρμογή της παραγράφου 2.2.8.

Διδακτική ενότητα 8η: Η τριβή και η μηχανική ενέργεια (2.2.8). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

1. Να συμπεράνουν οι μαθητές ότι η μηχανική ενέργεια δε διατηρείται όταν υπάρχουν τριβές ή αντιστάσεις του αέρα.
2. Να συγκρίνουν τις συντηρητικές με τις μη συντηρητικές δυνάμεις.
3. Να συμπεράνουν ότι η διατήρηση της ορμής ισχύει και όταν οι δυνάμεις που ενεργούν είναι μη συντηρητικές.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Μπορούμε να προβάλλουμε τη διαφάνεια Α'. Γ.Π.: 2.2,21, οι

μαθητές εύκολα διαπιστώνουν ότι η μηχανική ενέργεια δε διατηρείται. Αντί διαφάνειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί απλό εκκρεμές οπότε η παρατήρηση είναι άμεση. Γι' αυτό είναι προτιμότερη η χρήση του εκκρεμούς.

Οι μαθητές μπορούν να συζητήσουν για τις συντηρητικές και μη συντηρητικές δυνάμεις.

Εργασίες για εμπέδωση

Προτείνεται να γίνει διαπραγμάτευση των ερωτήσεων 20,28 και επίλυση των προβλημάτων 21, 22.

Εργαστηριακή άσκηση 7η: Επιταχυνόμενη κίνηση σε κεκλιμένο επίπεδο: Προσδιορισμός συντελεστή τριβής ολίσθησης, δύναμη τριβής ολίσθησης και του έργου της. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Η άσκηση είναι σύντομη και μπορεί να ολοκληρωθεί άνετα μέσα σε μία διδακτική ώρα.

Ενδεικτικές τιμές για τη περίπτωση ολίσθησης ξύλου επάνω σε ξύλο: $\varphi=22^\circ$ και $\eta=\varepsilon\varphi 22^\circ=0,4$. Μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές να υπολογίσουν το συντελεστή τριβής και για άλλες περιπτώσεις υλικών, π.χ.

α) Σίδηρος πάνω σε ξύλο. Ως ολισθαίνον σώμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο οπλισμός των μαγνητών (πλάκα από μαλακό σίδηρο).

β) Πλαστικό πάνω σε ξύλο. Ως ολισθαίνον σώμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα πρίσμα ολικής ανάκλασης (τριγωνική πλάκα από διαφανές πλαστικό - ΟΠ 065.0)

Συνθετική εργασία: Ενέργεια: Ο ρόλος της στην Τεχνολογία και την Κοινωνία

Βιβλιογραφία: Επιστημονική βιβλιοθήκη LIFE (τόμοι Ενέργεια, Μηχανές), “Η επιστήμη στην Ιστορία”, J.D. Bernal τόμοι 1 - 3, Εκδόσεις Ι. Ζαχαρόπουλος, Λήμματα από την Τεχνική Εγκυκλοπαίδεια, Harman P. (1994), Ενέργεια, δύναμη και ύλη, Η εννοιολογική εξέλιξη της Φυσικής κατά τον 19^ο αιώνα, Απόδοση στα Ελληνικά Τ. Τσιαντούλας, Επιμέλεια Γ. Ξηροπαίδης, Επιστημονική επιμέλεια Κ. Γαβρόγλου, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Σχολικά εγχειρίδια Ιστορίας, ειδικές εκδόσεις κρατικών φορέων όπως η ΔΕΗ, η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, κλπ. για την ενέργεια και την ενεργειακή πολιτική, κ.ά.

Φύλλο αξιολόγησης

Αντικείμενο: Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (2.2)

Χρόνος εξέτασης: 45 λεπτά.

Θέμα 1ο, (8 μονάδες)

α. Ερωτήσεις του τύπου σωστό/λάθος.

1. α. Το έργο του βάρους είναι πάντοτε μηδέν.
β. Το αλγεβρικό άθροισμα των έργων των δυνάμεων που ασκούνται σ' ένα σώμα είναι μηδέν, αν η ταχύτητα του σώματος είναι σταθερή ή μηδέν.
γ. Το έργο μεταβλητής δύναμης έχει σταθερή τιμή.
δ. Το έργο της τριβής ολίσθησης είναι πάντοτε αρνητικό.
ε. Το έργο της κεντρομόλου δύναμης είναι μηδέν.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(3 μονάδες)

2. α. Ένα αντικείμενο που είναι ακίνητο δεν μπορεί να έχει ενέργεια.
β. Μια δύναμη παράγει έργο, ακόμη κι αν δεν μετατοπίζεται το σώμα στο οποίο ασκείται.
γ. Το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας ισχύει για συντηρητικές και για μη συντηρητικές δυνάμεις.
δ. Η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας ενός συστήματος ισχύει μόνο αν διατηρείται και η ορμή του συστήματος.

(3 μονάδες)

3. Η μηχανική ενέργεια ενός συστήματος διατηρείται, αν στο σύστημα ασκούνται:
α. Μόνο συντηρητικές δυνάμεις.
β. Συντηρητικές και μη συντηρητικές δυνάμεις.
γ. Εξωτερικές δυνάμεις.
δ. Εσωτερικές δυνάμεις.

(2 μονάδες)

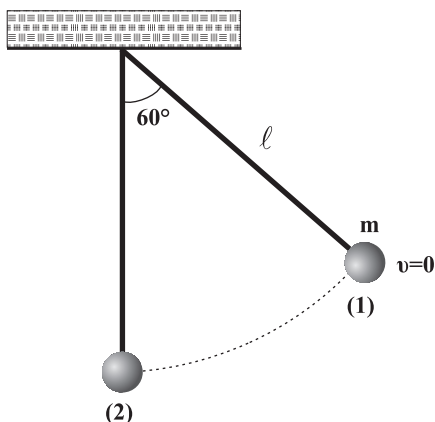
Θέμα 2ο

Ένα σώμα πέφτει ελεύθερα από ύψος h . Να αποδείξετε στην περίπτωση αυτή το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας και να αναφέρετε τη γενίκευσή του σε περιπτώσεις άσκησης πολλών δυνάμεων σ' ένα σώμα.

(4 μονάδες)

Θέμα 3ο

Ένα εκκρεμές αποτελείται από μικρή σφαίρα μάζας 100 g , δεμένη σε νήμα μήκους $\ell = 1\text{ m}$. Αν εκτρέψουμε το εκκρεμές έτσι ώστε το νήμα να σχηματίζει γωνία 60° με την κατακόρυφο, όπως φαίνεται στην εικόνα, και κατόπιν το αφήσουμε ελεύθερο:



- α) Να υπολογίσετε την ταχύτητα της σφαίρας στη θέση (2).
- β) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στη σφαίρα και να υπολογίσετε το έργο τους κατά τη μετακίνηση από τη θέση (1) μέχρι τη θέση (2).
- γ) Να υπολογίσετε το μέγιστο ύψος που θα φτάσει η σφαίρα κινούμενη προς τα αριστερά.

Δίνονται: $\sin 60^\circ = \frac{1}{2}$, $g = 10\text{ m/s}^2$.

(8 μονάδες)

2.3 Διατήρηση της ολικής ενέργειας

Διδακτικοί στόχοι κεφαλαίου

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα, οι στόχοι για το κεφάλαιο αυτό είναι οι εξής:

1. Ο μαθητής να συνδέει ποιοτικά τη μοριακή κίνηση με την πίεση και τη θερμοκρασία.
2. Να διακρίνει την εσωτερική ενέργεια από τη θερμότητα και να διατυπώνει το νόμο διατήρησης της ολικής ενέργειας.
3. Να διακρίνει ότι, κατά τις ενεργειακές μετατροπές, ένα μέρος της ενέργειας αποβάλλεται πάντοτε στο περιβάλλον ως θερμότητα.
4. Να διακρίνει ότι έργο και θερμότητα αποτελούν δύο τρόπους ανταλλαγής ενέργειας.
5. Να προσδιορίζει ποιοτικά τι σημαίνει ισχύς και τι απόδοση σε συνήθεις μηχανές (αυτοκινήτου κ.τ.λ.).
6. Να αναφέρει φαινόμενα υποδάθμισης της ενέργειας.

Προτεινόμενος χρονικός προγραμματισμός

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΩΡΕΣ
1 ^η . Η κινητική θεωρία της ύλης και η θερμότητα (2.3.1).	1
2 ^η . Ιδιότητες των αερίων (2.3.2).	1
3 ^η . Εσωτερική ενέργεια (2.3.3). Θερμότητα και διατήρηση της ολικής ενέργειας (2.3.4).	1
4 ^η . Η θερμότητα και η μηχανική ενέργεια (2.3.5). Μηχανές και ενέργεια (2.3.6).	1
Εργαστηριακή άσκηση 10. Μετατροπή μηχανικού έργου σε θερμότητα.	1
5 ^η . Η απόδοση της μηχανής (2.3.7). Η υποδάθμιση της ενέργειας (2.3.8).	1
Εργαστηριακή άσκηση 11. Πείραμα χρονικής εξέλιξης των θερμοκρασιών δύο υγρών σε θερμική αλληλεπίδραση μέχρι την επίτευξη θερμικής ισορροπίας.	1
ΣΥΝΟΛΟ ΩΡΩΝ	7

Διδακτική ενότητα 1η: Η κινητική θεωρία της ύλης και η θερμότητα (2.3.1). (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να αναφέρουν τις δύο βασικές ιδιότητες των ατόμων και των μορίων: ότι κινούνται (δηλαδή έχουν κινητική ενέργεια) και ότι αλληλεπιδρούν με ελκτικές ή απωστικές δυνάμεις (δηλαδή έχουν δυναμική ενέργεια).
2. Να περιγράψουν τα σωματιδιακά μοντέλα των τριών καταστάσεων της ύλης.
3. Να δικαιολογήσουν, γιατί στα αραιά αέρια τα μόρια τους έχουν μόνο κινητική ενέργεια.
4. Να δώσουν μια απλή ερμηνεία των αλλαγών φυσικής κατάστασης ενός υλικού (π.χ. νερού).

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Πολλοί μαθητές συναντούν δυσκολίες στην κατανόηση των σχηματικών αναπαραστάσεων των σωματιδιακών μοντέλων των τριών καταστάσεων της ύλης. Πολλές φορές φθάνουν σε παρανοήσεις, όπως π.χ., ότι το χρώμα, το σχήμα και το μέγεθος των σφαιριδίων που παριστάνουν τα μόρια αντιπροσωπεύουν το χρώμα, το σχήμα και το μέγεθος των μορίων.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Θέτουμε στους μαθητές την ερώτηση: «Κατά τη μετατροπή με θέρμανση ενός κομματιού πάγου (στερεό σώμα) σε νερό (υγρό) και έπειτα σε υδρατμό (αέριο) μεταβάλλεται η χημική σύσταση του σώματος; Αν όχι, τι μεταβολές συμβαίνουν κατά τις μετατροπές αυτές;
2. Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 2.3,22. Με βάση την εικόνα αυτή να γίνει περιγραφή των σωματιδιακών μοντέλων των τριών καταστάσεων της ύλης.
3. Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 2.3,23. Με τη βοήθεια της εικόνας αυτής να ερμηνευθούν οι μεταβολές από τη μία κατάσταση στην άλλη με βάση τα σωματιδιακά μοντέλα των στερεών, των υγρών και των αερίων.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 1 και 19.

**Διδακτική ενότητα 2η: Ιδιότητες των αερίων (2.3.2).
(Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).****Διδακτικοί στόχοι**

Οι μαθητές:

1. Να εξηγήσουν, με βάση το μοριακό μοντέλο των αερίων, την ιδιότητα που έχουν τα αέρια να είναι συμπιεστά.
2. Να ερμηνεύσουν την πίεση ενός αερίου σε μια επιφάνεια ως το αποτέλεσμα των κρούσεων των μορίων του επάνω στην επιφάνεια αυτή.
3. Να διατυπώσουν την ποιοτική σχέση μεταξύ πίεσης και όγκου ορισμένης μάζας αερίου, όταν η θερμοκρασία παραμένει σταθερή (όσο ελαττώνεται ο όγκος τόσο αυξάνεται η πίεση) και να ερμηνεύσουν τη σχέση αυτή με χρήση του σωματιδιακού μοντέλου του αερίου.
4. Να διατυπώσουν την ποιοτική σχέση μεταξύ πίεσης και θερμοκρασίας ορισμένης μάζας αερίου, όταν ο όγκος παραμένει σταθερός (όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο αυξάνεται και η πίεση) και να ερμηνεύσουν τη σχέση αυτή με χρήση του σωματιδιακού μοντέλου του αερίου.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

- Πολλοί μαθητές ταυτίζουν την πίεση με τη δύναμη. Θεωρούν ότι είναι το ίδιο πράγμα.
- Μερικοί μαθητές πιστεύουν, ότι τα αέρια είναι δυνατό να συμπιεστούν μέχρις ότου ο όγκος τους γίνει μηδέν.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

1. Πραγματοποιούμε με τη βοήθεια μιας αντλίας (τρόμπας) ποδηλάτου το πείραμα της εικόνας 2.3.4. Οι μαθητές διαπιστώνουν ότι ο αέρας είναι συμπιεστός. Καλούμε τους μαθητές να ερμηνεύσουν τη συμπιεστότητα του αέρα (και γενικά όλων των αερίων) με βάση το σωματιδιακό μοντέλο των αερίων.
2. Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 2.3,24 και θέτουμε το ερώτημα: «πως ένα τόσο αραιό σώμα όπως ο αέρας μπορεί να στηρίξει το βάρος του εμβόλου;». Χρησιμοποιούμε την εικόνα 2.3.5 και ζητάμε από τους μαθητές να εξηγήσουν την προέλευση της πίεσης

του αερίου με βάση το σωματιδιακό μοντέλο του αερίου.

3. Με το πείραμα της εικόνας 2.3.4 εύκολα βρίσκουμε την ποιοτική σχέση μεταξύ πίεσης και όγκου. Ζητάμε από τους μαθητές να εξηγήσουν, με βάση το σωματιδιακό μοντέλο των αερίων, τη σχέση αυτή.
4. Βεβαιωνόμαστε ότι οι μαθητές έχουν αντίληψη της διαφοράς μεταξύ πίεσης και δύναμης.
5. Την ποιοτική σχέση μεταξύ πίεσης και θερμοκρασίας μπορούμε να δείξουμε με το εξής απλό πείραμα: Ρίχνουμε λίγο νερό σε γυάλινο μπουκάλι (μέχρι το 1/4 περίπου του ύψους του). Βάζουμε στο μπουκάλι ένα καλαμάκι αναψυκτικού, έτσι που το κάτω άκρο του να είναι βυθισμένο στο νερό. Κλείνουμε με πλαστελίνη το στόμιο του μπουκαλιού, ώστε να μη μπορεί να φύγει αέρας από μέσα. Κρατάμε το μπουκάλι με τα χέρια μας, για να ζεστάνουμε τον αέρα που είναι μέσα του. Με τη θέρμανση του αέρα που περιέχεται στο μπουκάλι, αυξάνεται η πίεσή του, με αποτέλεσμα να ανεβαίνει σιγά σιγά το νερό μέσα στο καλαμάκι.
6. Ζητάμε από τους μαθητές να ερμηνεύσουν με τη βοήθεια του σωματιδιακού μοντέλου των αερίων την αύξηση της πίεσης με τη θερμοκρασία. (Τους καθοδηγούμε να συσχετίσουν την αύξηση της θερμοκρασίας με την αύξηση της ταχύτητας των μορίων).

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 2, 3, 4, 5.

Διδακτική ενότητα 3η: Εσωτερική ενέργεια 2.3.3 **θερμότητα και διατήρηση της ολικής ενέργειας 2.3.4.** **(Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).**

Διδακτικοί στόχοι

1. Να ορίσουν τις έννοιες της μέσης κινητικής ενέργειας \bar{K} και της εσωτερικής ενέργειας U των μορίων (ιδανικού) αερίου.
2. Να περιγράψουν την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας, κατά την οποία γίνεται ανακατανομή στις εσωτερικές ενέργειες τους με μεταφορά ενέργειας (θερμότητας) μέχρις ότου αποκτήσουν και τα δύο ίδια θερμοκρασία (θερμική ισορροπία).
3. Να διατυπώσουν με σύμβολα και με λόγια το νόμο διατήρησης της (ολικής) ενέργειας.
4. Να αναγνωρίσουν τη διαφορά ανάμεσα: α) στην έννοια μεταβιβαζόμενη ενέργεια η οποία μπορεί να είναι είτε έργο είτε θερμότητα και β) στην έννοια ενέργεια που περιέχεται σε ένα σύστημα.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Συνήθεις λανθασμένες αντιλήψεις μαθητών είναι οι εξής:

- Η θερμότητα και η θερμοκρασία είναι το ίδιο πράγμα.
- Η θερμότητα και το ψύχος ρέουν από ένα σώμα σε άλλο σαν υγρά.
- Η ενέργεια καταστρέφεται κατά τις μετατροπές της από τη μια μορφή στην άλλη.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Θεωρούμε μια ποσότητα αερίου που αποτελείται από N μόρια, τα οποία έχουν κινητικές ενέργειες K_1, K_2, \dots, K_N . Ζητάμε από τους μαθητές να υπολογίσουν τη μέση κινητική ενέργεια των μορίων, εργαζόμενοι όπως όταν βρίσκουν το βαθμό προόδου τους από το μέσο όρο των βαθμών όλων των μαθημάτων. Ζητάμε κατόπιν να υπολογίσουν από τη μέση κινητική ενέργεια και το πλήθος N , τη συνολική κινητική ενέργεια όλων των μορίων (εσωτερική ενέργεια U).
2. Πραγματοποιούμε το πείραμα της εικόνας 2.3.9, για να παρατηρήσουν οι μαθητές τη θερμική αλληλεπίδραση δύο σωμάτων. Για το πείραμα αυτό θα χρειαστούμε δύο θερμόμετρα, ένα μεταλλικό δοχείο (π.χ., ένα άδειο κουτί αναψυκτικού) στο οποίο θα βάλουμε ζεστό νερό και ένα μεγάλο γυάλινο ή πλαστικό ποτήρι στο οποίο θα βάλουμε κρύο νερό. Τα δύο θερμόμετρα μπορούμε να τα στηρίξουμε με ορθοστάτη που φέρει δύο λαβίδες.
3. Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 2.3,25. Ζητάμε από τους μαθητές να εξετάσουν ενεργειακά το αέριο από τη σκοπιά του μικρόκοσμου και να δρουν τη σχέση μεταξύ της προσφερόμενης θερμότητας και της αύξησης της εσωτερικής ενέργειας του αερίου και για τις δύο περιπτώσεις. Οδηγούμε έτσι τους μαθητές στη διατύπωση του 1ου θερμοδυναμικού νόμου.
4. Καθοδηγούμε τους μαθητές να παραλληλίσουν τη θερμότητα με το έργο: Το έργο μετράει την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω άσκησης δύναμης. Η θερμότητα τι μετράει;

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 και τα προβλήματα 1, 2.

Διδακτική ενότητα 4η: Η θερμότητα και η μηχανική ενέργεια 2.3.5. Μηχανές και ενέργεια 2.3.6. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να περιγράψουν συνοπτικά την πειραματική διάταξη Joule, με τη βοήθεια της οποίας δρίσκεται η σχέση θερμότητας και μηχανικής ενέργειας (ισοδύναμα: η σχέση cal και Joule).
2. Να περιγράψουν ποιοτικά τις μετατροπές ενέργειας που συντελούνται μέσω μιας μηχανής (π.χ. ηλεκτρικού κινητήρα).

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Αρκετοί μαθητές έχουν την λανθασμένη αντίληψη, ότι μηχανική ενέργεια και θερμική ενέργεια είναι διαφορετικά φυσικά μεγέθη εφ' όσον η πρώτη μετράται σε Joule και η δεύτερη σε cal.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Είναι γνωστό ότι η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική με την τριβή (μπορούμε να αναφέρουμε παραδείγματα από την εμπειρία ή να πραγματοποιήσουμε το πείραμα με τη συσκευή Tyndall, δλ. “Πειράματα Φυσικής” Π. Κόκκοτα κ.α.).Θέτουμε στους μαθητές το ερώτημα: “Ποια είναι άραγε η ποσοτική σχέση μεταξύ μηχανικής ενέργειας και θερμικής ενέργειας;”
2. Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 2.3,26 και ακολουθεί σύντομη περιγραφή του πειράματος Joule.
3. Προβάλλουμε τη διαφάνεια Α΄. Γ.Π.: 2.3,27 και ακολουθεί συζήτηση για τις μετατροπές μέσω της μηχανής (εδώ, ηλεκτρικός κινητήρας) ενέργειας μιας μορφής σε ενέργεια άλλης μορφής και σε θερμότητα.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 25, 29, 30 και το πρόβλημα 5

Εργαστηριακή άσκηση 10: Μετατροπή μηχανικού έργου σε θερμότητα. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Χρησιμοποιούμε τυποποιημένη συσκευή μηχανικού έργου σε θερμότητα (LEYBOLD 38800, 38801, 38805, 38824).

Ενδεικτικές τιμές:

$d=50\text{mm}=5\text{cm}$

$m_2=100\text{g}$

$m_1=64\text{g}$

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

	1	2	3	4	5
Αριθμός στροφών	0	50	100	150	200
Θερμοκρασία °C	21	22,5	23,5	24,5	25,5

$W=770\text{J}$, $Q=182\text{cal}$

**Διδακτική ενότητα 5η: Η απόδοση της μηχανής (2.3.7).
Η υποδάθμιση της ενέργειας (2.3.8). (Προτεινόμενος
χρόνος 1 ώρα).**

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

1. Να προσδιορίσουν και να συγκρίνουν την απόδοση συνήθων μηχανών ή συσκευών (αυτοκινήτου, λαμπτήρα κ.τ.λ.).
2. Να προσδιορίσουν τον όρο «υποδάθμιση της ενέργειας».
3. Να υπολογίσει ο καθένας τις ενεργειακές ανάγκες του σε Kcal για μια συνηθισμένη ημέρα σε συνάρτηση με τη μάζα (βάρος) του.

Δυσκολίες, μαθησιακά εμπόδια

Συνήθεις λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών είναι οι εξής:

- Η ενέργεια δαπανάται (ξοδεύεται ή τελειώνει).
- Η ενέργεια μπορεί να ανακυκλωθεί.
- Μερικές φορές γίνεται σύγχυση μεταξύ της ισχύος μιας μηχανής και της απόδοσης της.

Διδακτικές ενέργειες – Μαθησιακά έργα

Για την επίτευξη των στόχων, προτείνουμε τις παρακάτω ενέργειες και μαθησιακά έργα.

1. Θέτουμε στους μαθητές το ερώτημα: «Γιατί η ΔΕΗ προτείνει να αντικατασταθούν οι λαμπτήρες πυράκτωσης με λαμπτήρες φθορισμού»;
2. Θεωρούμε το παράδειγμα του ηλεκτρικού κινητήρα που ανυψώνει ένα κιβώτιο. Ρωτάμε τους μαθητές να εξηγήσουν, γιατί η ενέργεια που αποδίδεται (ωφέλιμη ενέργεια) είναι μικρότερη από

την ενέργεια που απορροφάται (δαπανάται); Μετά τον ορισμό της απόδοσης αναφέρουμε την απόδοση ενός τυπικού λαμπτήρα και ζητάμε από τους μαθητές να εξηγήσουν τον αριθμό αυτό.

3. Ζητάμε από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν τη δραστηριότητα της σελίδας 275.
4. Να τονιστεί ότι κατά τη λειτουργία των μηχανών δεν χάνεται ενέργεια. Απλώς ένα μέρος της αρχικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα, η οποία δεν μπορεί να αξιοποιηθεί. Το γεγονός αυτό χαρακτηρίζεται ως υποδάθμιση της ενέργειας.
5. Η δραστηριότητα της σελίδας 277 να πραγματοποιηθεί στο σπίτι.

Εργασίες για εμπέδωση

Η εμπέδωση των γνώσεων της συγκεκριμένης διδακτικής ενότητας υποστηρίζεται από τις ερωτήσεις 15, 16.

Συνθετικές εργασίες

Προτείνονται μερικοί ενδεικτικοί τίτλοι εργασιών για επεξεργασία από τους μαθητές που θα το επιθυμούσαν. Σε καμιά περίπτωση οι τίτλοι δεν είναι δεσμευτικοί για το διδάσκοντα.

1. Η ιστορία της ατμομηχανής. Η συμβολή της στη βιομηχανική επανάσταση και στις κοινωνικές αλλαγές.
2. Ο Ήλιος ως πρωταρχική και η σημαντικότερη πηγή ενέργειας για τη Γη. Η ενέργεια, που μεταφέρεται με ακτινοβολία από τον Ήλιο στη Γη, δημιουργεί ανέμους, προκαλεί εξάτμιση του νερού, συντελεί στη φωτοσύνθεση (και στην παραγωγή οργανογενών καυσίμων).
3. Η ενεργειακή κρίση. Η εξάντληση των χημικών καυσίμων (πετρελαίου, φυσικού αερίου, γαιανθράκων) και του σχάσιμου υλικού των πυρηνικών αντιδραστήρων. Η αντιμετώπιση του προβλήματος με νέες πηγές ενέργειας: φωτοβολταϊκά στοιχεία, βιομάζα, αιολική ενέργεια, ενέργεια των κυμάτων, υδατοπτώσεις, γεωθερμική ενέργεια.

Εργαστηριακή άσκηση 11: Θερμική αλληλεπίδραση και θερμική ισορροπία. (Προτεινόμενος χρόνος 1 ώρα).

Η εργαστηριακή άσκηση θα πραγματοποιηθεί μετά την ολοκλήρωση του 7ου Κεφαλαίου: «Διατήρηση της ολικής ενέργειας και υποδάθμιση της».

Τη γυάλινη ή πλαστική λεκάνη με τους δύο θαλάμους που χωρίζονται με μεταλλικό έλασμα μπορούμε να την παραγγείλουμε σε κατάστημα κατασκευής ενυδρείων. Η θερμική μόνωση είναι προϋπόθεση για την επιτυχία του πειράματος, για το λόγο αυτό δεν πρέπει να παραλειφθεί η κάλυψη της λεκάνης με υαλοδάμνα ή άλλο θερμομονωτικό.

Φύλλο αξιολόγησης

Αντικείμενο: Διατήρηση της ολικής ενέργειας (2.3)
Χρόνος εξέτασης: 45 λεπτά.

Θέμα 1ο, (9 μονάδες)

α. Ερωτήσεις του τύπου σωστό/λάθος.

1. α. Θερμότητα είναι το ποσό ενέργειας που περιέχει ένα σώμα.
β. Τα μόρια των αραιών αερίων έχουν κινητική και δυναμική ενέργεια.
γ. Αν, δύο σώματα, που βρίσκονται σε διαφορετική θερμοκρασία, έλθουν σε επαφή, τότε ποσό θερμότητας ρέει από το ένα στο άλλο, έως ότου αποκτήσουν ίδια θερμοκρασία.
δ. Μια ποσότητα ενέργειας μπορεί να μετατραπεί από μια μορφή σε άλλη και, ταυτόχρονα, να υποδαθμιστεί.

(3 μονάδες)

2. α. Το μεταλλικό πόδι ενός θρανίου στην τάξη έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από το ξύλινο μέρος του.
β. Η θερμοκρασία όλων των μερών του θρανίου είναι ίδια με του περιβάλλοντος.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(3 μονάδες)

3. α. Η εσωτερική ενέργεια μιας ποσότητας αερίου είναι το άθροισμα των κινητικών και των δυναμικών ενεργειών των μορίων του.
β. Η σχέση $Q = W + \Delta U$, αποτελεί την αρχή διατήρησης της ενέργειας για τις μεταβολές που υφίσταται ένα αέριο.

(3 μονάδες)

Θέμα 2ο

1. Πώς ορίζεται η απόδοση μιας μηχανής; Τι εννοούμε όταν λέμε, για παράδειγμα, ότι μια μηχανή έχει απόδοση 70%;
2. Πώς σχετίζονται τα μεγέθη θερμότητα και εσωτερική ενέργεια;

(3 μονάδες)

Θέμα 3ο

Ένα αυτοκίνητο έχει μάζα 1.200 kg και κινείται σε ανηφορικό δρόμο γωνίας φ ($\eta\mu\varphi = \frac{1}{10}$) με σταθερή ταχύτητα $v = 72 \text{ km/h}$.

Η συνολική αντίσταση που δέχεται το αυτοκίνητο είναι 200 N .

α) Πόση είναι η συνολική δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση του αυτοκινήτου;

β) Πόση είναι η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου;

γ) Πόση ενέργεια απαιτείται για να διανύσει το αυτοκίνητο 500 m με την ταχύτητα αυτή;

δ) Αν ο κινητήρας του αυτοκινήτου έχει απόδοση 30% και ένα λίτρο βενζίνης αποδίδει $3 \cdot 10^7 \text{ J}$ όταν καεί, πόση βενζίνη απαιτείται για να διανύσει τα 500 m ;

(8 μονάδες)