

Η ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΣΤΟ ΛΥΚΕΙΟ.

Νίκος Αναστασάκης¹, Γιάννης Σαρρής², Ουρανία Καρνοφίλη³

¹ Γενικό Λύκειο Βάμου Χανίων, ΕΚΦΕ Χανίων

² 4^ο Γενικό Λύκειο Χανίων, ΕΚΦΕ Χανίων

³ 5^ο Γυμνάσιο Χανίων, ΕΚΦΕ Χανίων

Περίληψη

Το εργαστηριακό μέρος είναι (ή πρέπει να είναι) αναπόσπαστο τμήμα της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, στο σύνολό της. Η μεταφορά κάποιων κλασσικών ασκήσεων Φυσικής από τον πίνακα στην θέση εργασίας, μετατρέπει τις λέξεις και τις προτάσεις (θεωρία) σε αντικείμενα και εικόνες με τα οποία αλληλεπιδράει ο μαθητής.

Ενδεικτικά, περιγράφουμε τις επόμενες ασκήσεις.

1. Οι νόμοι των δυνάμεων και οι εξισώσεις της κίνησης (Α' Λυκείου).

Μετρώντας την μετατόπιση και τον χρόνο κίνησης ενός εργαστηριακού αμαξιδίου οι μαθητές υπολογίζουν την επιτάχυνση από την θεωρητική εξίσωση της κίνησης ενώ από τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής, την συνισταμένη δύναμη που δέχεται.

Εφαρμόζοντας μεταβλητή δύναμη υπολογίζουν τις δυνάμεις τριβής που εμποδίζουν την κίνηση.

Γνωρίζοντας την τριβή και το βάρος του βαριδιού μπορούν να υπολογίσουν τις επιμέρους δυνάμεις.

2. Μελέτη κυκλώματος συνεχούς ρεύματος (Β' Λυκείου)

Δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να φτιάξουν μόνοι τους ένα απλό κύκλωμα συνεχούς ρεύματος, και με την βοήθεια μετρήσεων που θα πάρουν, να υπολογίσουν την ΗΕΔ, την πτώση τάσης, την ολική αντίσταση, (σε σειρά και παράλληλα), την τάση λειτουργίας ενός λαμπτήρα και να την συγκρίνουν με την αναγραφόμενη, να εφαρμόσουν τον νόμο του Ohm, να σχεδιάσουν διαγράμματα, κ.λ.π.

3. Υπολογισμός της ροπής αδράνειας σφαιρικού – κυλινδρικού σώματος (Γ' Λυκείου).

Γίνεται μέτρηση του χρόνου καθόδου, του μήκους και του ύψους του κεκλιμένου επιπέδου. Από την εξίσωση της μεταφορικής κίνησης υπολογίζουμε την επιτάχυνση του κέντρου μάζας για διάφορες τιμές κλίσης - ύψους του επιπέδου. Παράλληλα, γίνεται έλεγχος, πότε συμβαίνει κύλιση και πότε ολίσθηση. Με την βοήθεια των μετρήσεων φτιάχνεται διαγράμματος $a_{cm} = f(h)$ από την κλίση του οποίου, υπολογίζεται η ροπή αδράνειας.

Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η διάταξη για την εφαρμογή της ΑΔΜΕ και τον υπολογισμό του λόγου των ενεργειών (στροφικής-κινητικής).

Οι προηγούμενες ασκήσεις δίνονται και σε «κλασσική» (έντυπη) μορφή στα παιδιά, σαν εργασίες στο σπίτι.

Θεωρία

Οι θεματικές ενότητες που σχετίζονται με τις συγκεκριμένες ασκήσεις είναι

1. Μηχανική (Α' Λυκείου): Εξισώσεις Κινήσεων, Νόμοι Δυνάμεων.

Σκοπός – Στόχοι Ασκήσης

Οι μαθητές:

Εφαρμόζουν τις πειραματικά μετρημένες τιμές μήκους & χρόνου στις εξισώσεις κίνησης.

Αναγνωρίζουν τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα και αντιλαμβάνονται τις σχέσεις μεταξύ τους, με την βοήθεια του τρίτου νόμου του Νεύτωνα.

Εφαρμόζουν τις μετρούμενες τιμές στον Θεμελιώδη Νόμο της Μηχανικής.

2. Συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα (Β' Λυκείου Γεν. Παιδείας): Νόμος του Ohm, Ενέργεια ηλ. Ρεύματος, Χαρακτηριστικές Καμπύλες, Συνδεσμολογία (2 διδακτικές ώρες)

Σκοπός – Στόχοι Ασκήσης

Οι μαθητές:

Εφαρμόζουν τις μετρήσεις που έχουν πάρει από το κύκλωμα (ΗΕΔ, ολική τάσης πηγής, τάση, ρεύμα) στις εξισώσεις του νόμου του Ohm, της αντίστασης, της ισχύος και της ενέργειας, της εσωτερικής αντίστασης πηγής κ.λ.π.

Ελέγχουν αν ο μία συσκευή (λαμπτήρας) λειτουργεί κανονικά.

Συνδέουν αντιστάτες σε σειρά και παράλληλα και μετρούν την ολική αντίσταση ώστε να κατανοήσουν τους τρόπους συνδεσμολογίας.

Κατασκευάζουν σχετικά διαγράμματα από όπου προκύπτει η αναλογία η μη των μεγεθών τάση - ρεύμα.

Επίσης μπορούν να επαληθεύσουν την Α.Δ.Ε. (στα όρια του εργαστηριακού σφάλματος)

3. Μηχανική στερεού σώματος (Γ' Λυκείου κατεύθυνσης): Ροπή αδράνειας, μεγέθη στροφικής – μεταφορικής κίνησης, θεμελιώδης νόμος της μηχανικής (στροφική – μεταφορική κίνηση).

Σκοπός – Στόχοι Άσκησης

Οι μαθητές:

Εξετάζουν τις δυνάμεις που δέχεται μία σφαίρα κατά την κίνησή της και περιγράφουν τον ρόλο της κάθε μίας. Βγάζουν συμπεράσματα για το πότε η σφαίρα κυλάει και πότε ολισθαίνει.

Αντικαθιστούν τις μετρημένες τιμές στις εξισώσεις κίνησης της σφαίρας, και εφαρμόζουν τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής.

Υπολογίζουν την ροπή αδράνειας της σφαίρας με την βοήθεια κατάλληλου διαγράμματος και βρίσκουν την σχέση της με την μάζα και την ακτίνα.

Εκτέλεση Ασκήσεων

1. Νόμοι των δυνάμεων – Εξισώσεις Κίνησης.

Τοποθετούμε στο αμαξίδιο δύο μάζες περίπου 600g την κάθε μία, ώστε η συνολική μάζα να είναι 1800g (το κάθε αμαξίδιο έχει μάζα 580-600g). Έτσι έχει αυξημένη αδράνεια στη διάρκεια των κινήσεων.

Αρχικά υπολογίζονται οι δυνάμεις τριβής που εμποδίζουν την κίνηση. Ο μαθητής τραβάει με το δυναμόμετρο σιγά - σιγά, ώστε το αμαξάκι μόλις να αρχίσει να κινείται. Ακριβώς πριν συμβεί αυτό σημειώνει την δύναμη που άσκησε.

Τις δυνάμεις που εμποδίζουν την κίνηση μπορούμε να τις υπολογίσουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια μέσω μεταβλητού βάρους που κρεμάμε στο αμαξάκι (π.χ., ένα ελαφρύ κύπελλο που συμπληρώνουμε νερό).

Κρεμάει ένα βαρίδι 50g και αφήνει το αμαξάκι να κινηθεί σε μια ορισμένη απόσταση. Μετράει τον χρόνο κίνησης και επαναλαμβάνει 4-5 φορές. Αντικαθιστά την μέση τιμή του χρόνου στην εξίσωση μετατόπισης της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης και υπολογίζει την επιτάχυνση:

$$\alpha = 2 \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t^2}$$

Υπολογίζει την συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο αμαξάκι εφαρμόζοντας τον Θεμελιώδη Νόμο της Μηχανικής.

Υπολογίζει την δύναμη που ασκεί το νήμα και την συγκρίνει με το βάρος του βαριδιού.

Παρατήρηση ...

Η τροχαλία έχει πολύ μικρή μάζα και αντίστοιχα πολύ μικρή ροπή αδράνειας. Έτσι τις δυνάμεις που δέχεται από τα δύο τμήματα του νήματος τις θεωρούμε ίσες.



Στο φύλλο εργασίας αναφέρονται στοιχεία της θεωρίας και περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα – ερωτήματα της άσκησης. Τέλος υπάρχουν οι ασκήσεις και στην κλασική μορφή εκφώνησης, ώστε να απαντηθούν σαν εργασία στο σπίτι.

2. Κυκλώματα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος (2 διδακτικές ώρες)

Η μπαταρία, ο διακόπτης, το λαμπάκι και ο ένας αντιστάτης που υπάρχει στην θέση εργασίας συνδέονται κατάλληλα φτιάχνοντας κύκλωμα, με ανοικτό τον διακόπτη.

Ο μαθητής μετράει (με το πολύμετρο) την τάση στους πόλους της μπαταρίας, όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός και την συγκρίνει με την αναγραφόμενη τιμή. Κλείνει το κύκλωμα επαναλαμβάνει την μέτρηση και σχολιάζει την διαφορά.

Μετρώντας την τάση στα άκρα του αντιστάτη και εφαρμόζοντας τον νόμο του Ohm, υπολογίζει το ρεύμα στο κύκλωμα :

$$I = \frac{V}{R}$$

Αντικαθιστώντας στην κατάλληλη εξίσωση της θεωρίας, υπολογίζει την εσωτερική αντίσταση της πηγής

$$r = \frac{E - V_{\pi}}{I}$$

Από τα αναγραφόμενα στοιχεία ρεύματος και ισχύος στο λαμπάκι, υπολογίζει την εσωτερική του αντίσταση.

$$R = \frac{P}{I^2}$$

Με αντικατάσταση των μετρημένων τιμών, υπολογίζονται επίσης η ισχύς της πηγής και η θερμότητα στο λαμπάκι (για ορισμένο χρόνο). Μπορεί να γίνει και επαλήθευση της διατήρησης της ενέργειας στο κύκλωμα. Επίσης κατασκευάζονται τα διαγράμματα τάσης – ρεύματος για την πηγή και τον αντιστάτη.

Τέλος ο μαθητής μπορεί να συνδέσει και δεύτερο αντιστάτη στο κύκλωμα σε σειρά ή παράλληλα με τον πρώτο, έτσι ώστε να μετρήσει τις καινούριες τιμές του ρεύματος και να τις σχολιάσει. Ακόμα, με την βοήθεια του πολυμέτρου να μετρήσει την τιμή της ολικής αντίστασης.

Στο φύλλο εργασίας αναφέρονται στοιχεία της θεωρίας και περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα – ερωτήματα της άσκησης. Υπάρχει συγκεκριμένος χώρος για την μαθηματική επεξεργασία των ερωτημάτων και την κατασκευή των διαγραμμάτων. Στο τέλος, υπάρχουν ερωτήσεις κρίσεως πάνω στα ερωτήματα της άσκησης, ώστε να εμπεδωθεί η σχετική θεωρία.

3. Μέτρηση Ροπής Αδράνειας

Χρησιμοποιούμε κεκλιμένο επίπεδο, και σφαιρικές ή κυλινδρικές μάζες.

Ο μαθητής μετράει με τον ηλεκτρονικό ζυγό τη μάζα και με το παχύμετρο τη ακτίνα.

Σχεδιάζει (στο φύλλο εργασίας) τις δυνάμεις που δέχεται το αντικείμενο (π.χ. η σφαίρα) κατά την κίνηση του και περιγράφει τον ρόλο της κάθε μας. Μεταβάλλοντας την κλίση του επιπέδου ελέγχει πότε συμβαίνει την κύλιση.

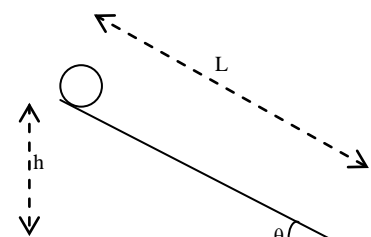
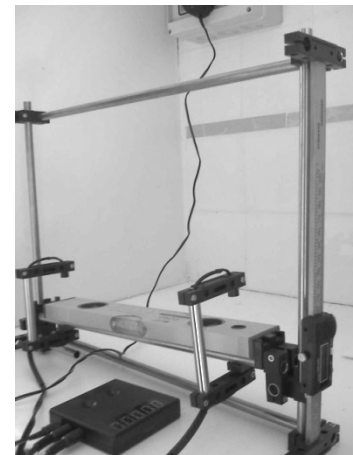
Με την βοήθεια των δύο φωτοπυλών μετράει τον χρόνο κίνησης για διάφορες τιμές κλίσης (φροντίζοντας να μην υπάρχει ολίσθηση).

Για κάθε χρονική διάρκεια, υπολογίζει την επιτάχυνση κέντρου μάζας από την κατάλληλη εξίσωση της μεταφορικής κίνησης:

$$a_{cm} = \frac{2L}{\Delta t^2}$$

Με την βοήθεια των εξισώσεων της θεωρίας (θεμελιώδης νόμος της μηχανικής για την μεταφορική και την στροφική κίνηση, σχέση μεταφορικής και στροφικής επιτάχυνσης) και των δυνάμεων που έχει ήδη περιγράψει ότι ασκούνται στο αντικείμενο, βρίσκει την εξίσωση που συνδέει την επιτάχυνση του κέντρου μάζας με το ύψος h του κεκλιμένου επιπέδου. (Το ημίτονο της γωνίας θ υπολογίζεται από τις διαστάσεις του επιπέδου, h/L)

$$a_{cm} = \frac{m \cdot g}{\left(\frac{I}{R^2} + m\right) \cdot L} \cdot h$$



Έτσι, χρησιμοποιώντας την κλίση του διαγράμματος $a_{CM} = f(h)$ υπολογίζει την ροπή αδράνειας του αντικειμένου.

Τέλος, διαιρώντας το αποτέλεσμα του υπολογισμού με την ποσότητα « $m.R^2$ », μπορεί να υπολογίσει τον αντίστοιχο συντελεστή και να τον συγκρίνει με αυτόν της θεωρίας (π.χ. 2/5).

Συμπληρωματικά, με την βοήθεια των προηγούμενων μετρήσεων, μπορεί να γίνει επαλήθευση της διατήρησης της ενέργειας κατά την κίνηση του αντικειμένου (πάντα στα πλαίσια του πειραματικού σφάλματος...)

Επίλογος.

Θεωρώντας ότι σκοπός μιας διδασκαλίας είναι η απόκτηση δημιουργικής γνώσης και δεξιοτήτων από τους μαθητές (και όχι το κυνήγι της ύλης) είναι σημαντική η χρήση εναλλακτικών τρόπων μαθήματος. Παρά τα προβλήματα που υπάρχουν σε μία μέση σχολική τάξη (έλλειψη χώρου και χρόνου, ωρολόγιο πρόγραμμα, ύλη...), είναι εφικτό να εκτελούνται από τους μαθητές απλές ασκήσεις και εφαρμογές της θεωρίας που έχουν διδαχθεί. Έτσι η πειραματική διαδικασία γίνεται μέρος του μαθήματος και όχι ένα τυπικό συμπλήρωμα της διδακτέας ύλης.

Οι προηγούμενες ασκήσεις έχουν ήδη γίνει σε τμήματα Α-Γ Λυκείου 18-25 μαθητών...

Βιβλιογραφία.

Φυσική Γενικής Παιδείας Α' Τάξης Ενιαίου Λυκείου, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2000

Φυσική Γενικής Παιδείας Β' Τάξης Ενιαίου Λυκείου, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2003

Φυσική Θετικής & Τεχνολογικής Κατεύθυνσης Γ' Τάξης Ενιαίου Λυκείου, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2002

**13^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών
Πάτρα, 17 – 21 Μαρτίου 2010**

ΦΥΣΙΚΗ και ΑΝΘΡΩΠΟΣ

**" Ερευνητικά αποτελέσματα και τεχνολογίες για τη βελτίωση της
ποιότητας ζωής"**

ISBN 978-960-9457-00-2

Αρ. εργασίας : 124

Αρ. σελίδων : 4