Μουρούζης Παναγιώτης

Ένας μικρός εργαστηριακός οδηγός

Κέρκυρα 1999

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Σύμφωνα με την άποψη του μεγάλου φυσικού και δάσκαλου που βραβεύτηκε με το βραβείο Νόμπελ Feynman, επιστήμη είναι η ανθρώπινη ενασχόληση της οποίας οι βασικοί νόμοι επιβάλλονται ή απορρίπτονται από το πείραμα. Έτσι πολύ σπουδαίες ανθρώπινες δραστηριότητες όπως οι καλές τέχνες, η μουσική αλλά και τα μαθηματικά! ή η ψυχανάλυση! δεν είναι κατά την άποψη αυτή επιστήμη. Όταν όμως λέμε πείραμα, εννοούμε απαραίτητα μια διαδικασία μέτρησης. Οι φυσικές επιστήμες ασχολούνται ως επί το πλείστον με ποσοτικές σχέσεις παρά με ποιοτικές, αφού στόχος αυτών των επιστημών είναι οι ακριβείς προβλέψεις των γεγονότων και όχι απλώς οι γενικόλογες περιγραφές τους. Γι’ αυτό εξάλλου οι φυσικοί νόμοι εκφράζονται με τη γλώσσα των μαθηματικών, αφού μόνο με αυτή τη γλώσσα προς το παρόν τουλάχιστον, αποκτούν ποσοτικό περιεχόμενο.

Εδώ υπάρχει και η μεγάλη αδικία, αφού οι μαθηματικοί προσφέροντας τις εργασίες τους ως υπόβαθρο για τη διατύπωση των φυσικών νόμων, όχι μόνο δεν βραβεύονται με το βραβείο Νόμπελ, αλλά όπως προαναφέραμε δεν θεωρούνται από πολλούς ούτε καν ως επιστήμονες. Κατά τη ταπεινή γνώμη του γράφοντος οι μαθηματικοί παράγουν και αυτοί φυσική με έναν όμως άλλο τρόπο. Το Πυθαγόρειο θεώρημα ίσως να αποτελεί ένα φυσικό νόμο ίσης ή και μεγαλύτερης εμβέλειας από τον νόμο της παγκόσμιας έλξης. Εδώ όμως μπαίνουμε σε ξένα χωράφια « τα χωράφια της φιλοσοφίας » γι αυτό καλύτερα ας αφήσουμε αυτό το θέμα.

Η μέτρηση λοιπόν ενός φυσικού μεγέθους όπως προαναφέραμε, αποτελεί το πυρήνα των φυσικών επιστημών αφού με τη βοήθεια των μετρήσεων εδραιώνονται νέες ή καταργούνται παλιές θεωρίες. Το να μετρήσουμε όμως ένα φυσικό μέγεθος, δεν είναι μια απλή διαδικασία όπως η μέτρηση των κιλών ενός καρπουζιού από τον μανάβη. Χρειάζεται αρκετή ευφυΐα και προσπάθεια για να μπορέσουμε να μετρήσουμε πράγματα τόσο μικρά όσο το πάχος μιας τρίχας, ή τόσο μεγάλα όσο η ακτίνα της γης. Επειδή η αξία του πειράματος είναι γνωστή στην επιστημονική κοινότητα, γι αυτό είναι άγραφος νόμος, το βραβείο Νόμπελ που αποτελεί και την μεγαλύτερη επιβράβευση των φυσικών επιστημών να δίνεται εναλλάξ σε πειραματικούς και σε θεωρητικούς επιστήμονες. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι απαιτείται ξεχωριστό ταλέντο για την ανάπτυξη μιας θεωρίας και ξεχωριστό για τη μέτρηση ενός μεγέθους και γι αυτό σπανιότατα τα δύο αυτά ταλέντα συγκεντρώνονται στο ίδιο άτομο. Για παράδειγμα ο Einstein ενώ ήταν ένας πολύ καλός θεωρητικός, δεν είχε καμία επίδοση σε πειραματικές ή τεχνικές εφαρμογές. Είναι γνωστό ότι η μόνη του ενασχόληση με πρακτικές εφαρμογές ήταν ο σχεδιασμός της πτέρυγας ενός πολεμικού αεροπλάνου, ο οποίος στέφθηκε με πλήρη αποτυχία. Αντιθέτως ο μεγάλος αστρονόμος Τιχων Μπράχε ή ο Chadwick, Millikan, Davisson μείνανε στην ιστορία για το πειραματικό τους έργο. Τη δόξα όμως συνήθως την κλέβουν οι θεωρητικοί.

Στη διαδικασία μέτρησης αρκετά σοβαρό είναι να βρίσκουμε και το αναμενόμενο σφάλμα μέτρησης του αντίστοιχου μετρούμενου μεγέθους. Έτσι θα γνωρίζουμε αν το αποτέλεσμα του πειράματος συμφωνεί με την θεωρία που διαθέτουμε, ή αν θα πρέπει να κατασκευάσουμε μια νέα θεωρία ώστε να υπάρχει συμφωνία με τα πειραματικά μας δεδομένα.

Ας αρχίσουμε όμως να αντιμετωπίσουμε τη δυσκολία μέτρησης διαφόρων πραγμάτων

1. Η μέτρηση του πάχους ενός φύλλου χαρτιού.

Το να μετρήσουμε το πάχος ενός φύλλου χαρτιού, είναι αρκετά δύσκολο, αν φυσικά δεν διαθέτουμε το κατάλληλο όργανο, δηλαδή ένα παχύμετρο. Αν όμως σκεφτούμε ότι όλα τα φύλλα του βιβλίου μας λόγω κατασκευής έχουν το ίδιο πάχος, μπορούμε έμμεσα να βρούμε το πάχος του φύλλου του χαρτιού του βιβλίου μας μετρώντας το πάχος διακοσίων φύλλων για παράδειγμα και στη συνέχεια διαιρώντας με το διακόσια.

2. Η μέτρηση των κόκκων ρυζιού ενός κιλού ρυζιού

Σ’ αυτή τη περίπτωση μετράμε εκατό κόκκους από ρύζι και τους ζυγίζουμε. Έτσι βρίσκουμε τη μάζα ενός κόκκου ρυζιού, οπότε με απλή αναλογία βρίσκουμε πόσους κόκκους ρύζι περιέχονται σε ένα κιλό ρύζι, αφού υποθέσουμε ότι όλοι οι κόκκοι του ρυζιού έχουν την ίδια μάζα. Το λάθος της μέτρησής μας θα εντοπίζεται στο λάθος της μέτρησης του βάρους των 100 κόκκων και του 1 κιλού καθώς και στο λάθος της υπόθεσής μας ότι όλοι οι κόκκοι έχουν την ίδια μάζα.
Εδώ είναι μια ευκαιρία να εισάγουμε την έννοια του ειδικού βάρους και να δείξουμε τη χρησιμότητά της. Μπορούμε να εισάγουμε και την έννοια της επιφανειακής πυκνότητας, αφού μπορούμε να σχεδιάσουμε ένα ακανόνιστο σχήμα σε ένα χοντρό χαρτόνι και να ζητήσουμε τη μέτρηση του εμβαδού του. Ένας τρόπος είναι να κόψουμε το χαρτόνι στα όρια του σχήματος και να το ζυγίσουμε. Στη συνέχεια ζωγραφίζουμε ένα ορθογώνιο με γνωστές διαστάσεις άρα και εμβαδόν, στο χαρτόνι, το κόβουμε και το ζυγίζουμε. Από την αναλογία βαρών των δύο κομματιών από το χαρτόνι που είναι και αναλογία εμβαδών, βρίσκουμε το άγνωστο εμβαδόν του ακανόνιστου σχήματος.

3. Ογκομέτρηση

Εδώ μπορούμε να δείξουμε στους μαθητές μας ποία είναι η αξία των τύπων. Με τη βοήθεια των τύπων μπορούμε να βρούμε τον όγκο ενός κύβου, ενός παραλληλεπιπέδου καθώς και μιας σφαίρας.
Για τα υγρά η μέτρηση του όγκου είναι πολύ πιο εύκολη με τη βοήθεια των ογκομετρικών σωλήνων, αφού το υγρό παίρνει πάντα το σχήμα του δοχείου στο οποίο το τοποθετούμε. Τώρα μπορούμε ν’ αναπτύξουμε τη μεγαλοφυή μέθοδο του Αρχιμήδη, με την οποία μπορούμε να μετρήσουμε τον όγκο ενός οποιοδήποτε σχήματος στερεού. Αναφέρουμε και τη συγκεκριμένη ιστορία με το βασιλικό στέμμα που προσπαθούσε να βρει αν είναι όλο από χρυσάφι ή αν είναι νοθευμένο με ασήμι. Αυτό που έκανε ήταν τελικά να μετρήσει το ειδικό βάρος του στέμματος και να το συγκρίνει με τα ειδικά βάρη του χρυσαφιού και του ασημιού. Για τη μέτρηση του ειδικού βάρους δυσκολεύτηκε στη μέτρηση του όγκου του στέμματος. Εμπνεύστηκε όμως από το ξεχείλισμα του νερού της μπανιέρας του, αφού τότε σκέφθηκε ότι ξεχείλισε τόσο νερό όσο και ο όγκος του σώματός του. Έτσι χαρούμενος βγήκε γυμνός στο δρόμο και φώναζε το γνωστό «Εύρηκα, Εύρηκα».
Μπορούμε στη συνέχεια να μετρήσουμε τον όγκο διαφόρων μικρών σφαιρών και να διαπιστώσουμε αν οι δύο τρόποι μέτρησης, μέσω του τύπου του όγκου της σφαίρας και μέσω ογκομέτρησης με τη βοήθεια ογκομετρικού σωλήνα ταυτίζονται.

4. Μέτρηση του πάχους μιας τρίχας

Μπορούμε να μετρήσουμε το πάχος μιας τρίχας με τη βοήθεια ενός απλού διαφανούς χάρακα, ενός άλλου χάρακα και ενός επιδιασκόπιου. Τοποθετούμε τη τρίχα πάνω στο επιδιασκόπιο καθώς και το διαφανή χάρακα και το πάμε όσο πιο μακριά γίνεται από την οθόνη. Εστιάζουμε στην οθόνη και μετράμε με τη βοήθεια του δεύτερου χάρακα το μήκος του 1cm. Έτσι βρίσκουμε τη μεγέθυνση που έχουμε. Στη συνέχεια μετράμε το πάχος της τρίχας πάνω στην οθόνη και το διαιρούμε με την μεγέθυνση που βρήκαμε προηγούμενα.
Εδώ μπορούμε ν' αναφέρουμε ότι η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από το Θαλή το Μηλήσιο, όταν οι ιερείς της Αιγύπτου, για να διαπιστώσουν αν η φήμη που τον ακολουθούσε ως ένα από τους 7 σοφούς της Ελλάδας ανταποκρινόταν και στη πραγματικότητα, του ζήτησαν να μετρήσει το ύψος της πυραμίδας του Χέοπα. Ο Θαλής τη μέτρησε με τη βοήθεια του μπαστουνιού του και ενός μέτρου. Μια ηλιόλουστη ημέρα, μέτρησε την ίδια ώρα τη σκιά που αφήνει η πυραμίδα καθώς και τη σκιά του μπαστουνιού του. Στη συνέχεια μέτρησε το ύψος του μπαστουνιού του. Μετά με απλές αναλογίες βρήκε το ύψος της πυραμίδας, αφού η σκιά που αφήνει ένα αντικείμενο είναι ανάλογη του ύψους του.
Πάντως με την παραπάνω μέτρηση μπορούμε να καταλάβουμε ότι όργανα όπως ένα επιδιασκόπιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως πειραματικές συσκευές.

5. Μέτρηση του πάχους της στρώσης μιας μολυβιάς

Ίσως να φαίνεται αδύνατο να υπολογίσουμε το πάχος μιας μολυβιάς σ' ένα φύλλο χαρτί και όμως όπως θα αναπτύξουμε παρακάτω είναι δυνατό, στηριζόμενοι στις αρχές που αναπτύξαμε παραπάνω και στις ηλεκτρικές ιδιότητες του μολυβιού.
Μ' ένα μολύβι μηχανικό των 0,5mm φτιάχνουμε σ' ένα φύλλο χαρτί ένα παραλληλόγραμμο όπως στο σχήμα

Μετράμε τις διαστάσεις του. Στο δικό μας πείραμα μετρήσαμε μήκος 5cm και πάχος 2,6mm. Με ένα ωμόμετρο μετρήσαμε την αντίσταση της μολυβιάς και τη βρήκαμε 650 ΚΩ. Στη συνέχεια βγάλαμε τη μύτη από το μολύβι και μετρήσαμε ότι το μήκος του μολυβιού των 5cm παρουσιάζει ωμική αντίσταση 3Ω. Αν υποθέσουμε ότι το συμπαγές μολύβι έχει ίδια ειδική αντίσταση με τη μολυβιά στο χαρτί, μια υπόθεση πολύ λογική, και καλέσουμε με χ το πάχος της μολυβιάς, θα έχουμε :

$$R_1 = \rho \frac{\ell_1}{\frac{\pi\Delta^2}{4}} \quad \text{και} \quad R_2 = \rho \frac{\ell_2}{x \cdot d}$$

$$\rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{4\ell_1 x \cdot d}{\pi\Delta^2 \ell_2} \rightarrow x = \frac{R_1 \pi\Delta^2 \ell_2}{R_2 4\ell_1 d}$$

Άρα $\chi = 3.5\ 10^{-7}$ mm

Μπορεί η τιμή που βρήκαμε να απέχει πολύ από την πραγματικότητα, αλλά με τη μέθοδο αυτή δίνουμε στο μαθητή μια ιδέα του πόσο έξυπνη μπορεί να είναι μια μέτρηση και του πως είναι δυνατό να μετράμε τόσο πολύ μικρά ή τόσο πολύ μεγάλα πράγματα.

Ένας δεύτερος τρόπος μέτρησης του πάχους της μολυβιάς είναι ο εξής:

Παίρνουμε μια μύτη ενός μηχανικού μολυβιού διαμέτρου 0,5mm και μετράμε το μήκος του. Στο δικό μας πείραμα μετρήσαμε το μήκος της μύτης ίσο με L_1=3,37cm. Στη συνέχεια ζωγραφίζουμε στο τετράδιό μας ένα τετράγωνο πλευράς 5cm και το καλύπτουμε όσο το δυνατό ισοπαχώς με το μολύβι μας. Στη συνέχεια βγάζουμε τη μύτη του μολυβιού μας και μετράμε ξανά το μήκος της. Το βρήκαμε ίσο με L_2=3,05cm. Από την αρχή διατήρησης της μάζας του μολυβιού θα πρέπει και ο όγκος του μολυβιού να παραμένει ο ίδιος. Έτσι ο όγκος του κυλίνδρου που ελαττώθηκε, είναι ίσος με τον όγκο του παραλληλεπιπέδου που σχηματίστηκε στο χαρτί μας. Άρα:

$$\frac{\pi D^2}{4}(L_1 - L_2) = x \cdot a^2 \rightarrow x = \frac{\pi D^2((L_1 - L_2)}{4a^2} = \frac{3{,}14 \cdot (0{,}05)^2(3{,}37 - 3{,}05)}{4 \cdot 25} cm \cong 25 \cdot 10^{-6} cm$$

Εδώ αναφέρουμε ότι η θεωρία της σχετικότητας ίσως να περνούσε απαρατήρητη, αν δεν δημοσιευόταν από τον Eistein σε κάποιο επιστημονικό περιοδικό της εποχής, μαζί με μια εργασία του γύρω από τη κίνηση Brawn. Η κίνηση αυτή είναι η άτακτη κίνηση που κάνουν οι κόκκοι γύρης αν τους ρίξουμε σ' ένα ποτήρι νερό. Ο νεαρός τότε Eistein μελετώντας τα στατιστικά χαρακτηριστικά αυτής της κίνησης μπόρεσε να υπολογίσει πόσο μεγαλύτεροι είναι οι κόκκοι γύρης από τα μόρια του νερού. Έτσι μπόρεσε έμμεσα να υπολογίσει το μέγεθος των μορίων του νερού, άρα και τον τεράστιο αριθμό του Avogadro που ισούται με τον αριθμό των μορίων του νερού που βρίσκονται σε μια κουταλιά νερού των 18 gr. Μέχρι τότε ο αριθμός αυτός είχε βρεθεί μόνο με χημικές μεθόδους και από πολλούς φυσικούς είχε αμφισβητηθεί. Τελικά ο Eistein πήρε το βραβείο Νόμπελ, όχι για τη θεωρία σχετικότητας για την οποία έχει μείνει στην ιστορία, αλλά για την εξήγηση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Αυτό συνέβη γιατί η θεωρία σχετικότητας δεν είχε ακόμη πειραματικά επαληθευτεί.

6. Πως μπορούμε να μετρήσουμε την εσωτερική αντίσταση της Δ.Ε.Η του σπιτιού μας.

ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΠΟΥ ΚΑΝΟΥΜΕ:

Με τη βοήθεια ενός βολτομέτρου μετράμε τη τάση σε μια πρίζα του σπιτιού μας.

ΠΡΟΣΟΧΗ!☠. Η μέτρηση αυτή πρέπει να γίνει από τον καθηγητή. Πριν τη μέτρηση έχουμε φροντίσει να θέσουμε όλες τις συσκευές ισχύος (ηλεκτρικά σίδερα, κουζίνα, θερμοσίφωνα κτλ) εκτός λειτουργίας. Στη συνέχεια ανάβουμε το θερμοσίφωνα και ξαναμετράμε την τάση μιας πρίζας. Η τιμή που θα βρούμε είναι διαφορετική λόγω του γεγονότος ότι το δίκτυο της Δ.Ε.Η παρουσιάζει εσωτερική αντίσταση. Στη συνέχεια διαβάζουμε τις χαρακτηριστικές τιμές λειτουργίας τάσης και ισχύος που αναγράφονται πάνω σε οποιοδήποτε θερμοσίφωνα. Από όλες αυτές τις μετρήσεις μπορούμε να βρούμε την εσωτερική αντίσταση της Δ.Ε.Η.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:

Στη δική μας περίπτωση, μετρήσαμε την τάση σε μια πρίζα του σπιτιού μας 234V, όταν στο σπίτι ήταν αναμένα μόνο τα φώτα. Αυτό μας δείχνει ότι η τάση δεν είναι 220V όπως μας υπόσχεται η Δ.Ε.Η , αλλά υπάρχει μια απόκλιση ~10%. Δηλαδή η τάση ανάλογα με την ημέρα και ώρα μπορεί να αλλάζει από 200V-240V. Ανάβοντας το θερμοσίφωνα ξαναμετρήσαμε τη τάση και τη βρήκαμε 230V. Τα χαρακτηριστικά του θερμοσίφωνα ήταν $V_{λειτ}$=220V, $P_{λειτ}$=3000W.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ:

Από τα χαρακτηριστικά του θερμοσίφωνα βρίσκουμε την αντίσταση του θερμοσίφωνα.

$$P_{\theta\varepsilon\rho\mu}=\frac{V_{\theta\varepsilon\rho\mu}^{\;2}}{R}\rightarrow R=\frac{V_{\theta\varepsilon\rho\mu}^{\;2}}{P_{\theta\varepsilon\rho\mu}}=\frac{220^2}{3000}\Omega=16{,}13\Omega$$

Εφαρμόζοντας το δεύτερο κανόνα του Kirchhoff στο κύκλωμα έχουμε:

$$E=I(R+r)\rightarrow I=\frac{E}{R+r}. \qquad (1)$$

Από το νόμο του Ωμ σε μια αντίσταση έχουμε:

$$V_{\pi\cdot'}=fR \qquad (2)$$

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε :

$$r=\frac{E-V_{\pi\cdot'}}{V_{\pi\cdot'}}R=\frac{234-230}{230}16{,}13\Omega$$

Άρα $r = 0{,}28\Omega$

Εδώ πρέπει να συγκρίνουμε τη τιμή αυτή με τη τιμή της τάξεως των 2Ω που έχει μια απλή μπαταρία. Βλέπουμε δηλαδή ότι η πρίζα του σπιτιού μας είναι μια πηγή αρκετά ιδανική. Η μέγιστη ισχύς που μπορεί να δώσει στο εξωτερικό κύκλωμα είναι όπως αποδεικνύεται, όταν η αντίσταση του κυκλώματος γίνει ίση με την εσωτερική αντίσταση της πηγής. Έτσι το μέγιστο ρεύμα θα είναι:

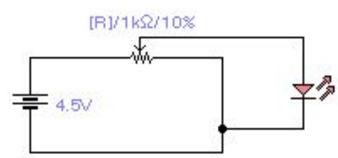
$$I=\frac{E}{2r}=\frac{234}{2\cdot 0{,}28}A=417A.$$

Για λόγους ασφαλείας (μη υπερθέρμανση των καλωδίων με συνέπεια την πρόκληση πυρκαγιών) το μέγιστο ρεύμα που παρέχει η Δ.Ε.Η ανά κατοικία είναι 35A, ένα αρκετά μεγάλο ρεύμα για να καλύψει όλες τις ανάγκες ενός νοικοκυριού.

7. Μέτρηση της σταθεράς h του Plank

Υλικά που θα χρειαστούν:

1. Μια φωτοδίοδος (Led) κόκκινη
2. Μια μπαταρία 1,5 V ή 4,5 V
3. Ένα ποντεσιόμετρο 1ΚΩ
4. Ένα πολύμετρο ή βολτόμετρο



Πραγματοποιούμε τη συνδεσμολογία της διάταξης. Ρυθμίζουμε το ποντεσιόμετρο ώστε ίσα - ίσα η δίοδος να φωτοβολεί. Μετράμε τη τάση στα άκρα της διόδου. Τη μετρήσαμε και τη βρήκαμε 1,72V. Με τη μέτρηση αυτή μπορούμε να υπολογίσουμε τη σταθερά του Plank.

Υπολογισμοί:

Πριν προχωρήσουμε στους υπολογισμούς θα πρέπει να αναφέρουμε λίγα πράγματα για τη λειτουργία της φωτοδιόδου. Η φωτοδίοδος αποτελείται από δύο περιοχές. Στη μία περιοχή επικρατούν ως φορείς ηλεκτρισμού οι οπές ενώ στην άλλη τα ηλεκτρόνια. Όταν μια οπή ενωθεί με ένα ηλεκτρόνιο απελευθερώνεται ενέργεια χαρακτηριστική από το υλικό που είναι κατασκευασμένη η δίοδος. Για να μπορέσει όμως ένα ηλεκτρόνιο να περάσει από τη περιοχή που βρίσκονται τα ηλεκτρόνια (περιοχή n) στη περιοχή που βρίσκονται οι οπές (περιοχή p) πρέπει να του προσφερθεί ενέργεια μέσω εξωτερικού ηλεκτρικού πεδίου. Η ενέργεια που προσφέρεται σε ένα ηλεκτρόνιο είναι:

$E_{ηλ} = e \cdot V$ (1)

Η ενέργεια αυτή τελικά αφού το ηλεκτρόνιο ενώνεται με μια οπή, μετατρέπεται σε φωτεινή, με την εκπομπή ενός φωτονίου. Η ενέργεια του φωτονίου δίνεται από τη σχέση:

$E_{φωτ} = h \cdot \nu$ (2)

Από τη θεμελιώδη εξίσωση των κυμάτων έχουμε:

$c = \lambda \cdot \nu$ (3) όπου c η ταχύτητα του φωτός.

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (1), (2) και (3) έχουμε:

$$h = \frac{e \cdot V \cdot \lambda}{c}$$

Τοποθετώντας τις τιμές για το φορτίο του ηλεκτρονίου $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Cb

Τη τάση που μετρήσαμε V=1,72V

Το μήκος κύματος του κόκκινου χρώματος $\lambda=700nm=700 \cdot 10^{-9}$ m

Την ταχύτητα του φωτός $c=3 \cdot 10^{8}$ m/s

Βρίσκουμε: $h = 6,42 \cdot 10^{-34}$ J s είναι καταπληκτικό πόσο κοντά είναι στη πειραματική τιμή.

$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s Σφάλμα μέτρησης 3% !!!!!!!!!!

8. Μέτρηση του μαγνητικού πεδίου της Γης

Υλικά που θα χρειαστούν:

1. Ένα πολύμετρο
2. Μια πυξίδα
3. Μια μπαταρία των 1,5V
4. Καλώδιο περίπου 2m που να καταλήγει σε δύο κροκοδειλάκια.
5. 8 καρφιά 45ρια
6. Ένα κομμάτι κόντρα πλακέ διαστάσεων 20x20cm

Κατασκευή:

Παίρνουμε ένα κομμάτι κόντρα πλακέ διαστάσεων 20x20cm και ζωγραφίζουμε πάνω του ένα κύκλο ακτίνας περίπου 12cm. Φτιάχνουμε στη συνέχεια ένα οκτάγωνο πάνω στον κύκλο και στις κορυφές του καρφώνουμε 8 καρφιά 40αρια ή 45ρια. Στο κέντρο του κόντρα - πλακέ ανοίγουμε μια τρύπα ώστε να τοποθετήσουμε την πυξίδα. Τυλίγουμε γύρω από τα καρφιά το σύρμα, σχηματίζοντας αρχικά μόνο μια σπείρα και στη συνέχεια περισσότερες. Τοποθετούμε σε σειρά το αμπερόμετρο και τροφοδοτούμε με τάση 1,5V.

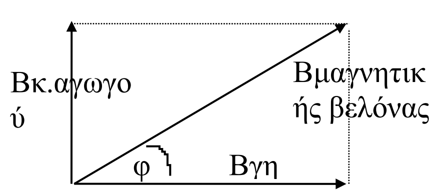
Μετρήσεις:

Ο τρόπος με τον οποίο θα μετρήσουμε το μαγνητικό πεδίο της γης είναι να το συγκρίνουμε με ένα γνωστής έντασης μαγνητικό πεδίο. Ένα γνωστής έντασης μαγνητικό πεδίο είναι αυτό που δημιουργείται στο κέντρο κυκλικού αγωγού γνωστής ακτίνας που διαρρέεται από γνωστό ρεύμα. Ο τύπος που δίνει την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού είναι : $B = K_m \dfrac{2 \cdot \pi \cdot I}{R} = 10^{-7} \dfrac{2 \cdot \pi \cdot I}{R}$

Για να κάνουμε την απαραίτητη σύγκριση τοποθετούμε τη πυξίδα στο κέντρο του αγωγού και βρίσκουμε τη διεύθυνση βορά - νότου. Στρέφουμε τον κυκλικό αγωγό έτσι ώστε το επίπεδό του να βρίσκεται πάνω στη διεύθυνση βορά - νότου. Στη συνέχεια τροφοδοτούμε τον αγωγό με ρεύμα εφαρμόζοντας τάση 1.5V. Η βελόνα της πυξίδας στρέφεται αφού το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται στο κέντρο του αγωγού, ως γνωστό έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του αγωγού. Η βελόνα ισορροπεί στη διεύθυνση της συνισταμένης των δύο εντάσεων. Όπως φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα των διανυσμάτων θα ισχύει η σχέση:

$B_{γης} = B_{κ.αγωγού} / εφφ$

άρα: $B_{γης} = K_m \dfrac{2 \cdot \pi \cdot I}{R \cdot εφφ}$



επειδή η μέτρηση της γωνίας γίνεται με μικρή ακρίβεια, γι' αυτό διπλασιάζουμε κάθε τόσο το ρεύμα αυξάνοντας τον αριθμό των σπειρών και μετράμε την αντίστοιχη γωνία. Στη συνέχεια βρίσκουμε την εφαπτομένη της γωνίας και κάνουμε τη γραφική παράσταση του ρεύματος σε συνάρτηση με την εφ της γωνίας. Η γραφική αυτή παράσταση είναι ευθεία που περνάει από την αρχή των αξόνων. Η κλίση αυτής της ευθείας, όπως μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε από τη παραπάνω σχέση ισούται με:

$$I = \frac{B_{γης} R}{2\pi K_m} εφφ$$

γνωρίζοντας πλέον τη κλίση της παραπάνω ευθείας μπορούμε να υπολογίσουμε την οριζόντια συνιστώσα του γήινου μαγνητικού πεδίου. Στο πείραμά μας πήραμε τις παρακάτω μετρήσεις.

Α/α	Αριθμός σπειρών	Γωνία εκτροπής φ	εφφ x 10^{-2}
1	1	10^0	17,6
2	2	20^0	36,4
3	3	30^0	57,7
4	4	38^0	78,1
5	5	45^0	100,0
6	6	50^0	119,2

Στις μετρήσεις μας μετρήσαμε το ρεύμα 360mA. Η ακτίνα του κυκλικού αγωγού μετρήθηκε και βρέθηκε 6cm.

Από τη κλίση της πειραματικής ευθείας και από τα παραπάνω πειραματικά δεδομένα υπολογίσθηκε η ένταση του μαγνητικού πεδίου της γης ίση με:
$B_{γης} = 2,14x10^{-5}T$
Στην Ελλάδα τα βιβλία γράφουν ότι η οριζόντια μαγνητική συνιστώσα είναι ίση με
$2,5\ x10^{-5}T$.
Άρα το πειραματικό σφάλμα μέτρησης είναι περίπου 13% ένα πολύ καλό πειραματικό αποτέλεσμα. Μήπως μπορείτε να εντοπίσετε τις πηγές αυτού του πειραματικού σφάλματος;

9. Και μια χημική μέτρηση της ταχύτητας

ΟΤΑΝ ΠΑΝΤΡΕΥΕΤΑΙ Η ΧΗΜΕΙΑ ΜΕ ΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ Η ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΕ ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ

ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ:

1. Ένα φύλλο χαλκού ή μια πλακέτα από αυτές που κάνουμε τα κυκλώματα 10X10 cm^2
2. Ένα φίλτρο του καφέ.
3. Λίγο χλωριούχο αμμώνιο NH_4Cl
4. Λίγο σιδηροκυανούχο κάλιο $K_4(Fe(CN)_6)$
5. Μία πηγή εναλλασσόμενης τάσης 6-8V. Δηλαδή έναν μετασχηματιστή 220-6
6. Δύο καλώδια με κροκοδειλάκια.
7. Ένα καρφί.

ΕΚΤΕΛΕΣΗ:

Σε ένα μικρό φλιτζάνι βάζουμε νερό, μια μικρή κουταλιά χλωριούχο αμμώνιο και μια μικρή κουταλιά σιδηροκυανούχο κάλιο. Ανακατεύουμε καλά. Παίρνουμε ένα φίλτρο του καφέ, το ανοίγουμε ώστε να σχηματιστεί μονό και το βάζουμε πάνω από το φύλλο χαλκού. Στη συνέχεια το βρέχουμε με το παραπάνω διάλυμα. Συνδέουμε το ένα άκρο του μετασχηματιστή με το φύλλο του χαλκού (με τη βοήθεια του καλωδίου) και το άλλο με ένα καρφί. Μετακινούμε με το χέρι μας πάνω στο φίλτρο του καφέ, το καρφί και παρατηρούμε ότι αφήνει μια διακεκομμένη γραμμή.

ΕΡΜΗΝΕΙΑ:

Όταν το καρφί είναι θετικό και η πλάκα του χαλκού αρνητικό, στο καρφί έρχονται ιόντα Cl^- που παράγονται από την ηλεκτρόλυση του NH_4Cl ($NH_4Cl \quad NH_4^+ + Cl^-$)
έτσι στο καρφί δημιουργείται $FeCl_3$. Ο τριχλωριούχος σίδηρος αντιδρά με το σιδηροκυανιούχο κάλιο και δημιουργεί το κυανούν του Βερολίνου ($Fe_4(Fe(CN)_6)_3$) που αφήνει ένα σημάδι.

$$4FeCl_3 + 3K_4(Fe(CN)_6) \qquad Fe_4(Fe(CN)_6)_3 + 12KCl$$

αν αντίθετα το καρφί είναι αρνητικό και ο χαλκός θετικός, στο χαλκό δεν δημιουργείται τριχλωριούχος σίδηρος και κατά συνέπεια ούτε κυανούν του Βερολίνου και έτσι δεν αφήνει σημάδι.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ:

Μετράμε σε μια ορισμένη απόσταση τις κουκίδες στο χαρτί. Εμείς μετρήσαμε 13 σημάδια στα 3cm. Γνωρίζουμε ότι η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης του σπιτιού μας είναι γύρω στα 50Hz. Άρα η περίοδος είναι 0,02s. Έτσι ο χρόνος που διαγράφει το καρφί τα 3cm είναι 13 0,02s=0,26s. Άρα η ταχύτητα του καρφιού θα είναι:
V=3/0,26cm/s=11,5cm/s

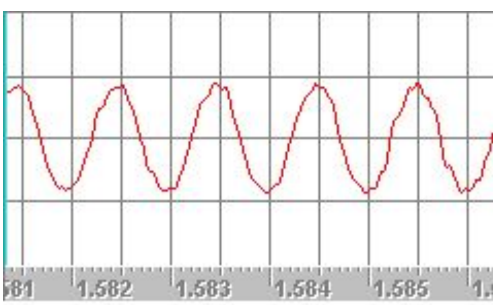
10 Μέτρηση της ταχύτητας του ήχου

Υλικά που απαιτούνται:

1. Ένας Η/Υ εφοδιασμένος με κάρτα ήχου και μικρόφωνο
2. Το πρόγραμμα Goldwave
3. Ένα καπάκι από θερμόμετρο ή ένας δοκιμαστικός σωλήνας μικρός
4. Ένας χάρακας

Εκτέλεση:

Μετράμε το μήκος του δοκιμαστικού σωλήνα ή το μήκος από το καπάκι του θερμομέτρου. Στη δική μας περίπτωση βρέθηκε ίσο με 8,5cm.
Φυσάμε από την άκρη του σωλήνα οπότε παράγεται ένας ήχος αρμονικός κάποιας συχνότητας. Η συχνότητα αυτή μπορεί να μετρηθεί. Για τη μέτρησή της ηχογραφούμε τον ήχο οπότε βλέπουμε τη κυματομορφή του ως εξής:



Από την παραπάνω κυματομορφή μπορούμε εύκολα να βρούμε τη περίοδο του ήχου άρα και τη συχνότητά του. Η περίοδος βρέθηκε 0,001s άρα η συχνότητα ν=1000Hz.

Υπολογισμοί:

Επειδή ο σωλήνας είναι κλειστός γι' αυτό στη θέση που φυσάμε δημιουργείται κοιλία ενώ στην άλλη άκρη δημιουργείται δεσμός. Έτσι το μήκος του σωλήνα για τη μικρότερη συχνότητα για την οποία συντονίζεται, ισούται με λ/4. Αν φυσήξουμε δυνατότερα, μπορούμε να πετύχουμε και τη δεύτερη συχνότητα συντονισμού, που είναι η 3λ/4. Οπότε το μήκος κύματος του ήχου για τη πρώτη συχνότητα συντονισμού είναι.

$\lambda/4=8{,}5$cm άρα $\lambda=34$cm.

Έτσι η ταχύτητα του ήχου θα είναι:

$c=\lambda.\nu$ άρα $c=34000$cm/s$=340$m/s

Μπορούμε να γεμίσουμε λίγο νερό το καπάκι και έτσι να αλλάξουμε το μήκος του σωλήνα. Μετρώντας στη συνέχεια για διαφορετικά μήκη σωλήνα τη ταχύτητα του ήχου, να πάρουμε το μέσο όρο. Πολύ καλύτερα γίνεται το πείραμα, αν διαθέτουμε έναν μικρό δοκιμαστικό σωλήνα.

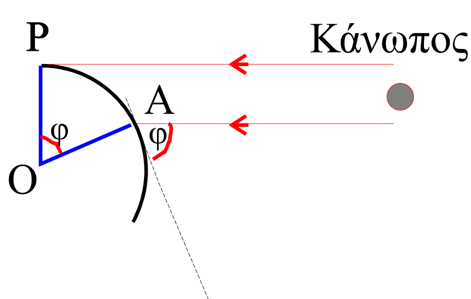
ΚΑΙ ΜΕΡΙΚΕΣ ΕΞΩΓΗΙΝΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Μέχρι τώρα μετρήσαμε πολύ μικρά πράγματα όπως το πάχος μιας τρίχας ή το πάχος της στρώσης μιας μολυβιάς ή τη σταθερά του Plank. Τώρα θα μετρήσουμε πολύ μεγάλα πράγματα, όπως η ακτίνα της Γης, η ακτίνα της Σελήνης, η απόσταση Γης - Σελήνης , η απόσταση Γης - Ηλίου καθώς και η ακτίνα του Ηλίου. Ας αρχίσουμε με τη μέτρηση της ακτίνας της Γης η οποία παρουσιάζει πολύ μεγάλο επιστημονικό αλλά και ιστορικό ενδιαφέρον.

1. Μέτρηση της ακτίνας της Γης.

Ερατοσθένης ο Κυρηναίος ή ο Πένταθλος

Ο Ερατοσθένης γεννήθηκε (275πχ-194πχ) στη Κυρήνη, όπου έμαθε και τα πρώτα του γράμματα. Πήγε στην Αλεξάνδρεια και έγινε μαθητής του Καλλίμαχου και του Κυρηναίου Λυσανία. Αργότερα πήγε στην Αθήνα και συνέχισε τις σπουδές του κοντά στον Αφκεσίλαο και τον Αρίστονα. Το 235πχ επιστρέφει στην Αλεξάνδρεια όπου διορίστηκε από τον Πτολεμαίο τον Β! 3ος βιβλιοθηκάριος της περίφημης βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας, διαδεχόμενος τον Καλλίμαχο.
Υπήρξε ο πιο πλατιά μορφωμένος επιστήμονας της εποχής του, αφού ασχολήθηκε με τα Μαθηματικά, την Αστρονομία τη Γραμματική τη Ποίηση, τη Γεωγραφία τη Φιλοσοφία, τη Ρητορική και τη Γεωδαισία. Ονομάσθηκε «Πένταθλος» γιατί διακρινόταν σε όλα τα πνευματικά αγωνίσματα. Ονομάσθηκε όμως και «Βήτα» δηλαδή δεύτερος, γιατί πουθενά δεν αναδείχθηκε πρώτος. Ο Αρχιμήδης τον εκτιμούσε πολύ και συνεργάστηκε μαζί του αφ' ότου ανέλαβε την διεύθυνση της βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας. Κατά τη παράδοση πρώτος ο Ερατοσθένης ασχολήθηκε με το περίφημο «Βοεικό πρόβλημα» του Αρχιμήδη.



Επίσης έλυσε με πρωτότυπο τρόπο και γενίκευσε το «Δήλιο πρόβλημα» δηλαδή το πρόβλημα του διπλασιασμού του κύβου, με τη βοήθεια ενός οργάνου δικής του επινόησης, του «Μεσολάβου».
Επινόησε έναν τρόπο για την εύρεση των πρώτων αριθμών, γνωστή ως « κόσκινο του Ερατοσθένους». Στο τομέα της αστρονομίας έγραψε τα έργα: «Ερμής» Αστρονομικό έπος από το οποίο σώθηκε μεγάλο απόσπασμα και περιγράφει τη γέννηση του θεού, τους νεανικούς του άθλους και το ταξίδι του στους πλανήτες. Ένα απόσπασμα του «Ερμή» μιλά για τις 5 ζώνες της γης «Καταστερισμοί» μύθοι για τ' αστέρια και τους αστερισμούς, απ' όπου φαίνεται έμμεσα η Πλατωνική πίστη του, ότι η ψυχή κατάγεται από τις αστρικές σφαίρες.
«Γεωγραφικά». Το αποτελούσαν 3 βιβλία όπου εξέταζε κριτικά τη γεωγραφία (Μαθηματική - Φυσική - Πολιτική - Γεωδαισιακή) από τον Όμηρο μέχρι τους διαδόχους του Μ. Αλεξάνδρου. Για να γράψει αυτό το έργο, ταξίδεψε σε πολλά μέρη και μελέτησε όλους τους προηγούμενους γεωγράφους. Εκείνο όμως που δίνει λάμψη στο έργο του, είναι ο σωστός υπολογισμός του μεγέθους της γης μ' έναν πολύ απλό και έξυπνο τρόπο που περιγράφει στα γεωγραφικά του, και θα δούμε παρακάτω. Τέλος υποστηρίζεται ότι είχε γράψει και ιστορία της φιλοσοφίας, όπου κατέκρινε τους παλιούς φιλοσόφους, που χώριζαν τους ανθρώπους σε Έλληνες και Βαρβάρους, λέγοντας ότι οι άνθρωποι χωρίζονται από την αρετή και όχι από την εθνικότητά τους. Έλαβε επίσης μέρος στη προσπάθεια αλλαγής του ημερολογίου, πράγμα που

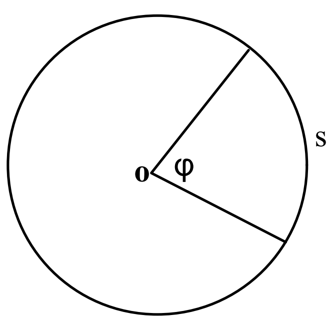
μαρτυρεί το βάθος των αστρονομικών του γνώσεων. Δικαίως θεωρείται ο πρώτος Γεωδαίτης που αναφέρει η ιστορία.
Η ακρίβεια μέτρησης του Ερατοσθένη είναι εκπληκτική. Ο σύγχρονός του Ποσειδώνιος (135-51 πχ) στωικός φιλόσοφος και διευθυντής της σχολής της Ρόδου, έκανε έναν ανάλογο υπολογισμό της ακτίνας της γης με τη βοήθεια του αστεριού Κάνωπου που είναι το αστέρι -α Καρίνας φαινομένου μεγέθους -0,7 ένα από τα λαμπρότερα αστέρια του ουρανού, μη ορατό από το γεωγραφικό μας πλάτος. Από τη Ρόδο όμως που έχει γεωγραφικό πλάτος $36,0^0$ φαίνεται μόλις στον ορίζοντα. Ο Ποσειδώνιος παρατήρησε τον Κάνωπο από τη Ρόδο, σε διεύθυνση εφαπτόμενη του ορίζοντα, ενώ την ίδια μέρα στην Αλεξάνδρεια, σχημάτιζε γωνία φ με τον ορίζοντα. Τη γωνία φ την υπολόγισε ότι ήταν το 1/48 της πλήρους, δηλαδή $\sim 7,5^0$. Η γωνία αυτή είναι ίση με την επίκεντρη γωνία $A\hat{O}P$ που αντιστοιχεί στο τόξο $\overset{\frown}{PA}$ της περιμέτρου της γης, δηλαδή της απόστασης Ρόδου - Αλεξάνδρειας=5000 στάδια.
Έτσι έχουμε:
σε $7,5^0$ αντιστοιχούν 5000 στάδια
σε 360^0 πόσα αντιστοιχούν; χ

χ = 240.000 στάδια = 37.800 Km

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

Ο Ερατοσθένης μπόρεσε το 250πχ με μια μεγαλοφυή μέθοδο, να μετρήσει την ακτίνα της γης. Η μεγαλοφυΐα της μεθόδου βρίσκεται στο γεγονός, ότι για το προσδιορισμό της ακτίνας της γης, αυτό που χρησιμοποίησε μόνο, ήταν ένα πηγάδι και ένα μέτρο!

Πριν εξηγήσουμε τη μέθοδο, θα πούμε μερικές από τις ιδιότητες του κύκλου. Η περίμετρος οποιουδήποτε κύκλου είναι 6,28 φορές μεγαλύτερη από την ακτίνα του.
ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ= $2\pi R$

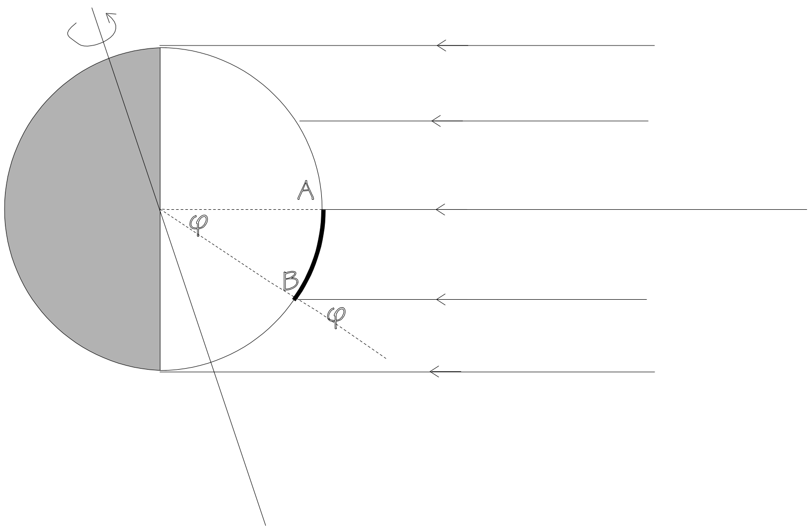


Επίσης σε κάθε κύκλο, η επίκεντρη γωνία είναι ανάλογη του μήκους του τόξου στο οποίο βλέπει (επίκεντρο γωνία ονομάζουμε τη γωνία που έχει τη κορυφή της στο κέντρο του κύκλου). Τέλος ένας κύκλος έχει 360^0 μοίρες.

Δύο μεγέθη λέγονται ανάλογα, όταν έχουν σταθερό πηλίκο. Άρα $\frac{s}{\varphi} = \sigma\tau\alpha\theta$ αν αυτή τη σχέση την εφαρμόσουμε για ολόκληρο το κύκλο, θα έχουμε:

$$\frac{s}{\varphi} = \frac{2\pi R}{360^0} \rightarrow R = \frac{s}{\varphi} \cdot \frac{360^0}{2\pi} \qquad (1)$$

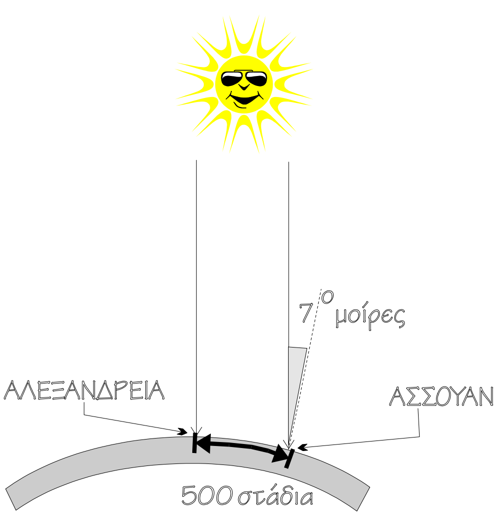
Έτσι σύμφωνα με τη σχέση (1) για να βρούμε την ακτίνα του κύκλου, (της γης στη προκειμένη περίπτωση), αρκεί να μετρήσουμε μια επίκεντρη γωνία φ και το μήκος του τόξου στο οποίο βλέπει αυτή η γωνία και να τα αντικαταστήσουμε στη σχέση (1).



Οι ακτίνες του ήλιου που πέφτουν στη γη είναι παράλληλες ευθείες, γιατί η γωνία με την οποία φαίνεται η γη από τον ήλιο είναι πάρα πολύ μικρή.
Σε κάθε τόπο, μια φορά το χρόνο, ο ήλιος είναι ακριβώς πάνω από το κεφάλι μας. Αυτό συμβαίνει όταν οι ακτίνες του ήλιου πέσουν κατακόρυφα στο τόπο αυτό που είμαστε, δηλαδή, όταν κατευθύνονται προς το κέντρο της γης. Την ημερομηνία αυτή μπορούμε να τη βρούμε, παρατηρώντας τον πυθμένα ενός αρκετά βαθιού πηγαδιού. Γιατί μόνο το μεσημέρι εκείνης της ημέρας θα δούμε το είδωλο του ήλιου να καθρεπτίζεται στο πυθμένα του πηγαδιού. Αυτό παρατήρησε ο Ερατοσθένης ότι συνέβαινε στην πόλη Αλεξάνδρεια κάποια ημερομηνία στις αρχές του καλοκαιριού. Την ίδια ημέρα, σε μια άλλη πόλη την Συήνη (σημερινό Ασσουάν) που απέχει περίπου 800Km νοτιότερα της Αλεξάνδρειας, όταν ο ήλιος θα φθάσει στο ζενίθ, θα σχηματίζει μια γωνία φ με τη κατακόρυφο, όπως φαίνεται και στο σχήμα (2). Αυτή τη γωνία μπορούμε να τη βρούμε, μετρώντας το μικρότερο μήκος της σκιάς ενός μπαστουνιού μήκους 1m. Και λέμε το μικρότερο μήκος της σκιάς, ώστε να εξασφαλίσουμε τη θέση του ήλιου στο ζενίθ. Το μικρότερο μήκος της σκιάς το μέτρησε λοιπόν στη πόλη Συήνη ο Ερατοσθένης, την ίδια ημερομηνία που ο ήλιος καθρεπτιζόταν στους πυθμένες των πηγαδιών της Αλεξάνδρειας και το βρήκε περίπου 12,5 cm.

Άρα εφφ=0,1256 οπότε $\varphi \sim 7^0$ οπότε:

$$R=\frac{800}{7}\cdot\frac{360}{6{,}28}\text{Km}\approx 6550\text{Km}$$



Όλες οι αναφορές που έχουμε για τη μέτρηση της περιμέτρου της γης μέχρι τον Πτολεμαίο είναι οι παρακάτω:

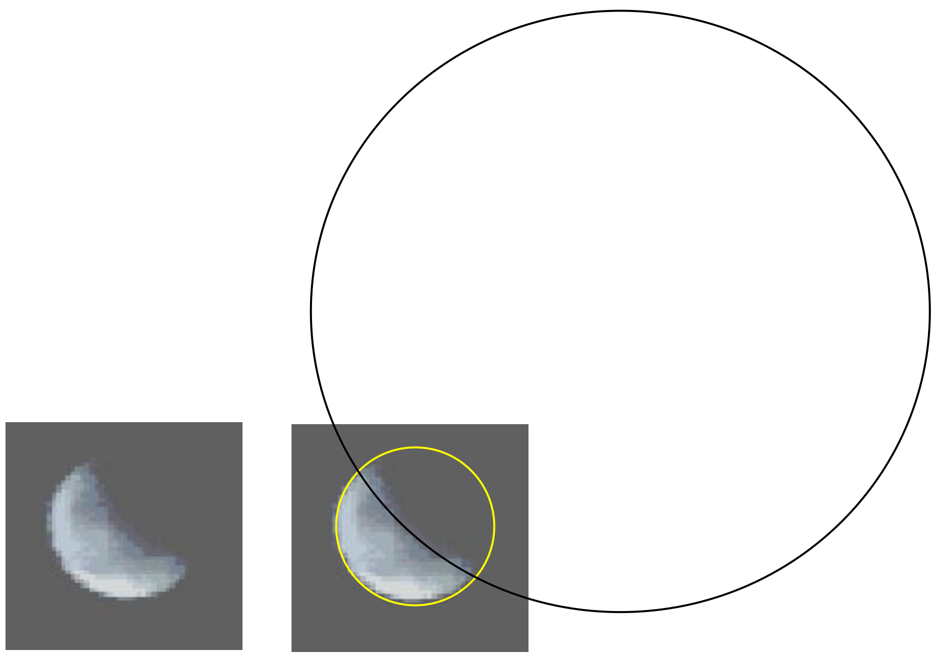
ΟΝΟΜΑ	ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΣΕ ΣΤΑΔΙΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΣΕ ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΑ
Αριστοτέλης	384-322 πχ	400.000	63.000
Αρχιμήδης	287-212 πχ	300.000	47.250
Ερατοσθένης	276-194 πχ	252.000	39.690
Ίππαρχος	190-120 πχ	278.000	43.785
Ποσειδώνιος	135-51 πχ	240.000	37.800
Διονυσόδωρος	2^{ος}-1^{ος} αιώνας πχ	252.000	39.690
Μαρίνος	80 μχ	180.000	28.350
Πτολεμαίος	100-178 μχ	180.000	28.350

Η περίμετρος της γης είναι 40.009 Km
Ένα στάδιο είναι 157,5 μέτρα

Τέλος ας σημειώσουμε ότι η Δυτική Ευρώπη, το 1000μχ θεωρούσε τη γη επίπεδη, ενώ καλύτερη προσέγγιση της περιμέτρου της γης από αυτή που βρήκε ο Ερατοσθένης, αναφέρεται μετά τον 17^{ο} αιώνα μχ ! περίπου 2000 χρόνια μετά τον Ερατοσθένης. Αυτό ήταν το έργο ενός «βήτα»!!!

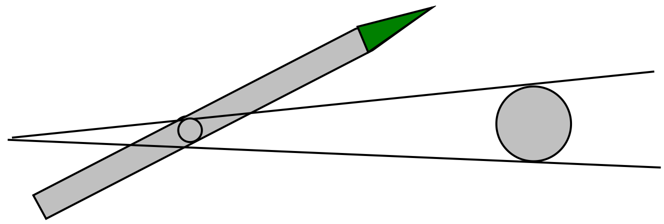
1. Μέτρηση της ακτίνας της Σελήνης

Την ακτίνα της Σελήνης μπορούμε να τη μετρήσουμε, συγκρίνοντάς την με την ακτίνα της Γης, αφού με τη μέθοδο του Ερατοσθένη για παράδειγμα, μετρήσαμε την ακτίνα της Γης. Για να κάνουμε την παραπάνω σύγκριση, εκμεταλλευόμαστε μια έκλειψη της Σελήνης, η οποία συμβαίνει, όταν έχουμε πανσέληνο και τύχει η Σελήνη να βρεθεί στη σκιά της Γης. Επειδή οι ακτίνες του ήλιου έρχονται σχεδόν παράλληλες (και αυτό γιατί η απόσταση Γης -Ηλίου είναι πολύ μεγαλύτερη από την ακτίνα της Γης) η σκιά της Γης πάνω στην επιφάνεια της Σελήνης θα έχει μέγεθος όσο ακριβώς και η Γη. Έτσι φτιάχνοντας έναν κύκλο που να ταιριάζει με τη σκιά της Γης, και έναν άλλο κύκλο που να ταιριάζει με τη Σελήνη, συγκρίνοντας τις δύο ακτίνες των δύο κύκλων μπορούμε χοντρικά να βρούμε πόσες φορές είναι μικρότερη η ακτίνα της Σελήνης, από την ακτίνα της Γης.



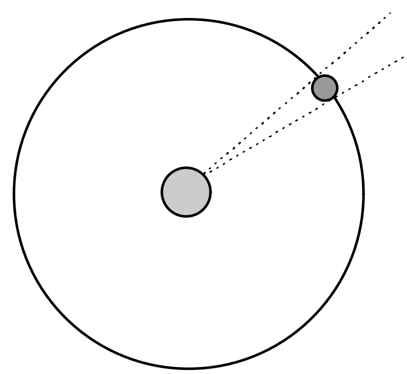
3. Μέτρηση απόστασης Γης-Σελήνης

Μπορούμε εύκολα να μετρήσουμε την απόσταση Γης - Σελήνης, αν προκαλέσουμε μια τεχνική έκλειψη της Σελήνης! Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε μια βραδιά με πανσέληνο, κρατώντας ένα μολύβι. Μετακινούμε το μολύβι μπρος πίσω, έως ότου καλύψει πλήρως το δίσκο της Σελήνης. Στη συνέχεια μετράμε την απόσταση του μολυβιού από το μάτι μας. Για μεγαλύτερη ακρίβεια, μπορούμε να έχουμε μία ράβδο μήκους μεγάλου μήκους μεγαλύτερου από 1,5 μέτρα πάνω στην οποία μετακινούμε το μολύβι. Το μολύβι που χρησιμοποιήσαμε εμείς, είχε πάχος 0,6cm. Η απόσταση που το τοποθετήσαμε από τα μάτια μας ώστε να καλύψει πλήρως το δίσκο της Σελήνης, ήταν περίπου 60cm. Άρα ο λόγος πάχους του μολυβιού προς την απόσταση ματιών μολυβιού ήταν 1/100. Λόγω της ομοιότητας των τριγώνων, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, ο λόγος της απόστασης της Γης - Σελήνης προς τη διάμετρο της Σελήνης, θα είναι περίπου 1/100. Οπότε επειδή η διάμετρος της Σελήνης με τη προηγούμενη μέθοδο βρέθηκε 3400Km η απόσταση Γης - Σελήνης υπολογίζεται περίπου 340.000Km.



Μια δεύτερη μέθοδος είναι η παρακάτω.

Μια πλήρη περιστροφή της Σελήνης γύρω από τη Γη διαρκεί περίπου 27 ημέρες. Τόσος είναι δηλαδή ο χρόνος ανάμεσα σε δύο Πανσέληνες. Έτσι σε αυτό το χρονικό διάστημα η Σελήνη διαγράφει 360^0 αφού τόσες μοίρες έχει ένας κύκλος. Έτσι σε μία ώρα θα έχει καλύψει γωνία $360^0/27.24=0.55^0$. Αν φωτογραφήσουμε την Πανσέληνο με διαφορά μιας ώρας, θα δούμε ότι έχει προχωρήσει όσο ακριβώς μια διάμετρος της. Αυτό το διαπιστώνουμε μετρώντας τη θέση της Σελήνης σε σχέση με ένα συγκεκριμένο άστρο της φωτογραφίας. Επειδή η περίμετρος ενός κύκλου είναι 2πr και επειδή το μήκος του τόξου είναι ανάλογο της επίκεντρης γωνίας που βλέπει σ' αυτό , θα έχουμε:



$$\frac{360}{0{,}55} = \frac{6{,}28d}{2R} \rightarrow d \approx 200R$$

Επειδή $R_{Σελ}$ = 1700Km άρα η απόσταση Γης - Σελήνης υπολογίζεται σε d=340.000Km

4. Μέτρηση της απόστασης Γης- Ηλίου

Η μέτρηση αυτής της απόστασης γίνεται ως εξής. Παρατηρούμε κάποια μέρα κατά τη διάρκεια του μήνα στην οποία η Σελήνη να φαίνεται φωτισμένη ακριβώς η μισή. Αυτό συμβαίνει όπως φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα, όταν η γωνία ΗΣΓ είναι ακριβώς 90^0. Στη συνέχεια μετράμε τη γωνία ΗΓΣ. Η μέτρηση της γωνίας αυτής μπορεί να γίνει κατά το δειλινό, ώστε να μπορούμε να σημαδέψουμε το δίσκο του Ήλιου. Έτσι με τη βοήθεια ενός σχολικού διαβήτη, σημαδεύουμε το δίσκο του Ήλιου και το δίσκο της Ημισέληνου. Η γωνία αυτή εάν κάνουμε μια ακριβή και προσεκτική μέτρηση βρίσκεται κοντά στις 89^0. (Ο Αρίσταρχος αυτή τη γωνία τη μέτρησε 87^0 ενώ η πραγματική της τιμή είναι $89{,}85^0$). Άρα η γωνία ΣΗΓ θα είναι περίπου 1^0. Επομένως η απόσταση Γης - Ηλίου θα είναι περίπου 60 φορές την απόσταση Γης-Σελήνης, δηλαδή 20εκατομύρια Km. Η πραγματική τιμή είναι 150εκατομύρια Km. Παρατηρήστε ότι ένα πολύ μικρό λάθος στη γωνία φέρνει πολύ μεγάλη μεταβολή στην απόσταση. Εδώ αξίζει κάποιος να μιλήσει λίγο για τη θεωρία σφαλμάτων.

5. Μέτρηση της ακτίνας του Ήλιου.

Είναι καθαρά συμπτωματικό το γεγονός ότι το φαινόμενο μέγεθος του δίσκου της Σελήνης, είναι το ίδιο με το μέγεθος του δίσκου του Ήλιου. Αυτό μπορούμε να το διαπιστώσουμε αν βγάλουμε μια φωτογραφία ένα ηλιοβασίλεμα και μια πανσέληνο και συγκρίνουμε τα μεγέθη των δύο δίσκων. Αυτό όμως σημαίνει ότι ο λόγος της απόστασης Γης-Σελήνης προς την διάμετρο της Σελήνης, που είναι όπως είπαμε περίπου 100, είναι ο ίδιος με το λόγο της απόστασης Γης-Ηλίου προς τη διάμετρο του Ηλίου. Έτσι μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τη διάμετρο του Ηλίου η οποία είναι περίπου 1,5 εκατομμύρια Km.

2

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΑΠΛΑ ΜΕΣΑ

Η ΒΑΣΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Η βασική χρήση του εργαστηρίου, κατά τη γνώμη μας, είναι η ενασχόληση των μαθητών με κάποιες πειραματικές δραστηριότητες. Έτσι οι μαθητές διδάσκονται από τη διαδικασία του πειράματος αφού καλούνται οι ίδιοι να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα μέτρησης, κατασκευής, επεξεργασίας των δεδομένων, ερμηνείας κτλ. Η χρήση του εργαστηρίου ως χώρος πειραμάτων επίδειξης από τον καθηγητή, μόνο περιστασιακά πρέπει να χρησιμοποιείται, αφού το μόνο πλεονέκτημα σ’ αυτή τη περίπτωση είναι το να προκαλέσουμε την προσοχή και τον θαυμασμό των μαθητών μας. Για να γίνει αυτό θα πρέπει το πείραμα που κάνουμε να είναι αρκετά εντυπωσιακό, άρα θα πρέπει να διαθέτουμε έναν πλούσιο εξοπλισμό και αρκετή ώρα για τη σωστή προετοιμασία του. Η εκπαιδευτική του όμως αξία θα παραμένει πάντα περιορισμένη.
Αντίθετα όταν οι ίδιοι μαθητές ασχολούνται με το πείραμα, θα καταλάβουν τις διαδικασίες του πειράματος και οι ίδιοι με τη καθοδήγηση του καθηγητού τους θα καταλήξουν σε κάτι, νιώθοντας έτσι τη χαρά της δημιουργίας που νοιώθει κάθε επιστήμονας όταν αισθάνεται ότι καταλαβαίνει λίγο καλύτερα τη φύση που τον περιβάλει. Σ’ αυτή τη περίπτωση και τα μέσα που διαθέτουμε δεν είναι ανάγκη να είναι ακριβά και πολύπλοκα. Με απλά μέσα και με αρκετή φαντασία μπορούμε πράγματι να στρώσουμε τους μαθητές μας στη δουλειά. Για του λόγου το αληθές θα προτείνουμε διάφορες πειραματικές δραστηριότητες με όσο το δυνατό πιο απλά μέσα.

Αρχίζουμε με κάποιες απλές εργαστηριακές ασκήσεις μηχανικής οι οποίες παρουσιάζουν και τη μεγαλύτερη δυσκολία, η οποία βρίσκεται στο μεγάλο πρόβλημα μέτρησης της ταχύτητας και της επιτάχυνσης. Η δυσκολία αυτή προέρχεται από τη δυσκολία μέτρησης πολύ μικρών χρονικών διαστημάτων. Ένας τρόπος μέτρησης της ταχύτητας ή της επιτάχυνσης είναι η μέθοδος της φωτογράφησης. Τέτοιες έτοιμες φωτογραφίες μπορούμε να πάρουμε από διάφορα βιβλία ή προγράμματα προσομοίωσης.

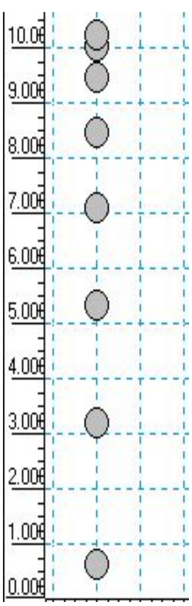
ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Ξεκινάμε με την ελεύθερη πτώση.

Ε.Κ.Φ.Ε ΚΕΡΚΥΡΑΣ

Εργαστηριακή άσκηση πάνω στη πτώση των σωμάτων

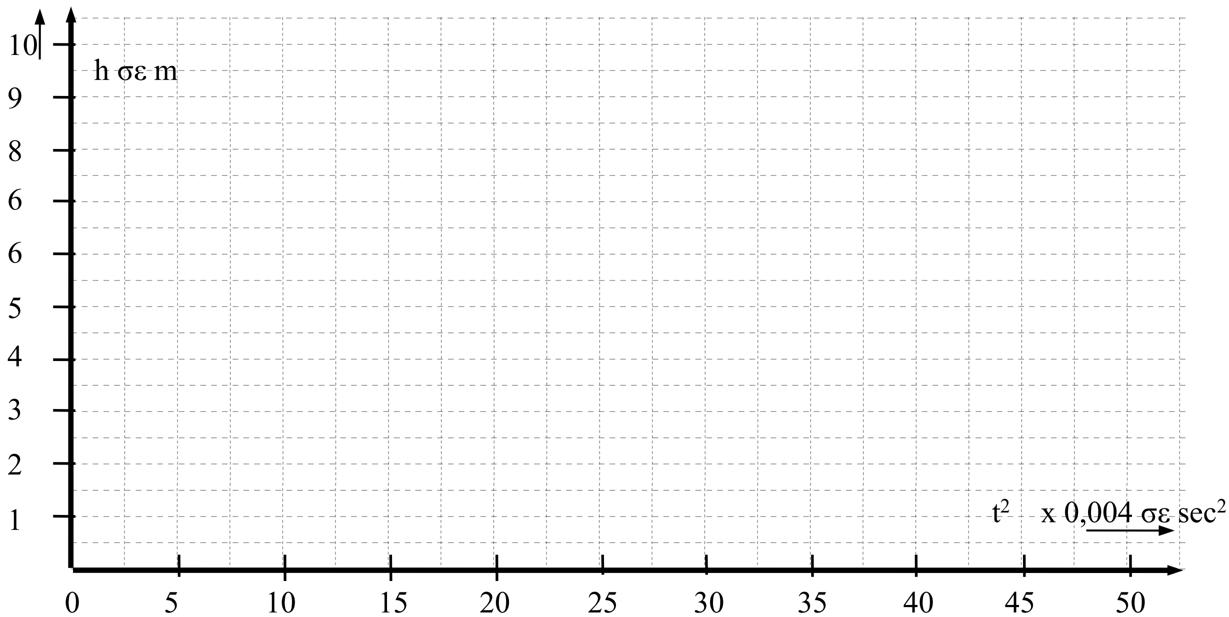
Ονοματεπώνυμο μαθητή :...
Τμήμα: ....



Μια φωτογραφία με μεγάλο χρόνο έκθεσης όπου διαγράφονται με ανεπάλληλους φωτισμούς κάθε 0,2s οι διαδοχικές θέσεις μιας σφαίρας που αφήνεται να πέσει από ύψος h=10m από το έδαφος.

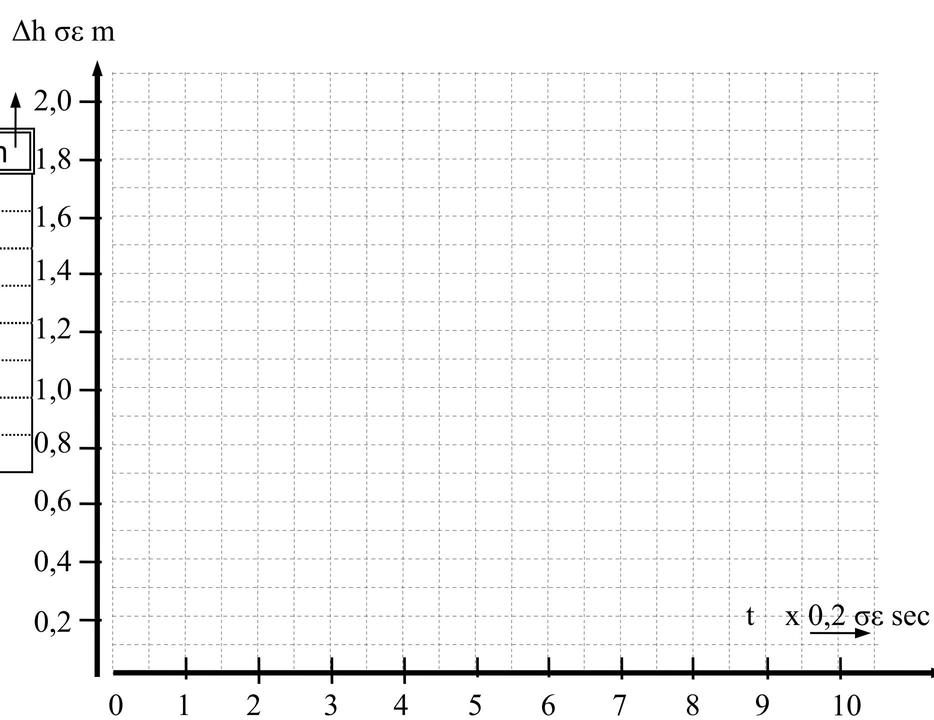
1. Να βρείτε το χρόνο που έκανε να φθάσει το σώμα στο έδαφος, με τη βοήθεια της φωτογραφίας, και να υπολογίσετε τη τιμή του g από τη σχέση : $h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$
2. Συμπληρώστε τον πίνακα με τη βοήθεια της παρακάτω φωτογραφίας υπολογίζοντας κάθε φορά το ύψος h που απέχει το σώμα από τη θέση από την οποία το αφήσαμε να πέσει:

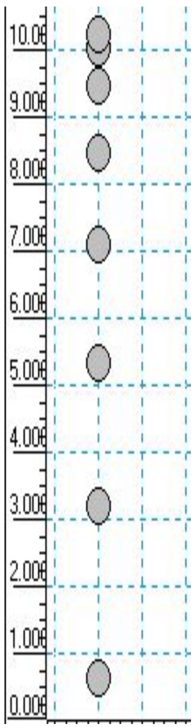
ΧΡΟΝΟΣ (t x 0,2 σε sec)	ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ (t^2 x 0,004 σε sec^2	ΤΕΓΑΓΜΈΝΗ (h σε m)
1	1	
2	4	
3	9	
4	16	
5	25	
6	36	
7	49	



3. Τι παρατηρείτε από τη παραπάνω γραφική παράσταση; Τι σχέση υπάρχει ανάμεσα στο h και στο t^2 ;
4. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τις τιμές του Δh όπου το κάθε Δh είναι η απόσταση ανάμεσα σε δύο διαδοχικές θέσεις της σφαίρας. Στη συνέχεια, κάντε τη γραφική παράσταση του Δh σε συνάρτηση με το χρόνο. Τι παρατηρείτε για τη μορφή αυτής της γραφικής παράστασης;. Προσπαθήστε να εξηγήσετε γιατί το μέγεθος Δh είναι ανάλογο της ταχύτητας του σώματος.

t x 0,2 σε sec	Δh σε m
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	





Ανάλυση:

....

....

....

....

....

....

....

....

....

Παρατηρήσεις:

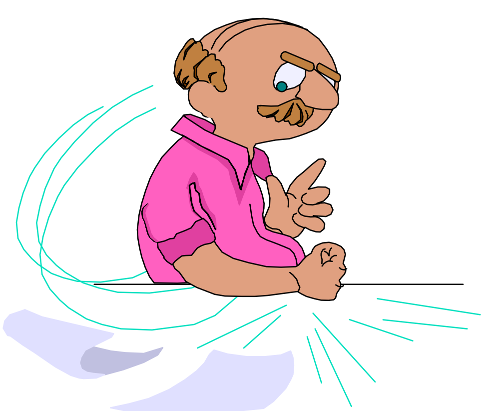
....

....

....

....

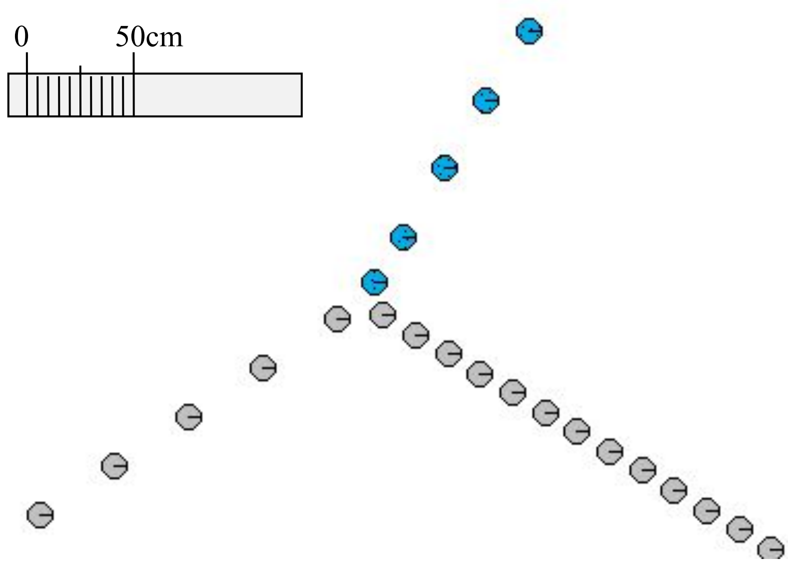
....



Πείραμα ελαστικής μη μετωπικής κρούσης

Ένα πείραμα που μπορούμε να κάνουμε με αρκετά μεγάλη επιτυχία ώστε να εξακριβώσουμε πειραματικά εάν σε μια ελαστική μη μετωπική κρούση ισχύει η Αρχή Διατήρησης της Ορμής καθώς και η Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας είναι το παρακάτω.
Από τη κορυφή κεκλιμένου επιπέδου ρίχνουμε μια μεταλλική σφαίρα διαμέτρου περίπου 2cm. (Ένα πολύ καλό κεκλιμένο επίπεδο μπορούμε να φτιάξουμε με πλαίσιο αλουμινίου το οποίο έχει αυλάκι στη μέση και χρησιμοποιείται από τους τεχνίτες που τοποθετούν μοκέτες. Πουλιέται σε μαγαζιά που πουλάνε μοκέτες.) Στη βάση του κεκλιμένου το οποίο όμως έχει κάποια κλίση και γίνεται οριζόντιο, έχουμε τοποθετήσει μια άλλη ίδια σφαίρα, στο ίδιο ακριβώς ύψος, αλλά όχι ακριβώς στην ίδια κατεύθυνση. Η κρούση που συμβαίνει είναι ελαστική λόγω του ότι οι σφαίρες είναι φτιαγμένες από χάλυβα, μη μετωπική αφού δεν έχουν την ίδια ακριβώς διεύθυνση. Στο πάτωμα έχουμε τοποθετήσει φύλλα με ριζόχαρτο και από πάνω καρμπόν, ή ακόμη καλύτερα ένα τελάρο σαν αυτό που ψήνουμε τα ψωμιά, γεμάτο με άμμο πάχους 3-4 cm. Από το σημείο της οριζόντια βολής κρεμάμε μια κλωστή με ένα βάρος.
Αφού σημειώσουμε τα δύο σημεία που έπεσαν οι σφαίρες, μετράμε τις αποστάσεις τους από τη κατακόρυφη καθώς και τη γωνία που σχηματίζουν μεταξύ τους. Στη συνέχεια αφήνουμε από το ίδιο σημείο τη μία μόνο σφαίρα και μετράμε την απόστασή που πέφτει από τη κατακόρυφο. Μεταφέρουμε αυτές τις αποστάσεις και γωνίες στο χαρτί υπό τη κατάλληλη βέβαια κλίμακα. Σχεδιάζουμε το παραλληλόγραμμο που σχηματίζουν οι δύο αποστάσεις και βρίσκουμε τη διαγώνιό του. Τη συγκρίνουμε με τη τρίτη απόσταση που μετρήσαμε όταν αφήσαμε τη σφαίρα μόνη της. Αν η αρχή διατήρησης της ορμής είναι σωστή θα πρέπει να ταυτίζονται αφού οι αποστάσεις είναι ανάλογες των ταχυτήτων και επειδή οι μάζες των σφαιρών είναι ίσες, θα είναι και ανάλογες των ορμών των σφαιρών.
Μπορούμε αν δεν διαθέτουμε το κεκλιμένο και τις σφαίρες να δουλέψουμε με μια φωτογραφία από μια κρούση σ' ένα μπιλιάρδο. Αφού εξηγήσουμε στους μαθητές πως πάρθηκε η φυτογραφία, τους αναφέρουμε ότι ο χρόνος που αναβόσβηνε το φλας ήταν 1/10sec και τους ζητάμε:

1. Να βρουν την κλίμακα σμίκρυνσης της φωτογραφίας
2. Τις ταχύτητες των σφαιρών πριν και μετά τη κρούση
3. Τις γωνίες των σφαιρών μετά τη κρούση σε σχέση με την αρχική διεύθυνση κίνησης
4. Να σχεδιάσουν τις ταχύτητες με κλίμακα σε χαρτί με τις σωστές γωνίες.
5. Να αποφανθούν με πόση ακρίβεια ισχύει η ΑΔΟ.
6. Να εκτιμήσουν αν αυτή η ακρίβεια είναι μέσα στα πειραματικά σφάλματα.



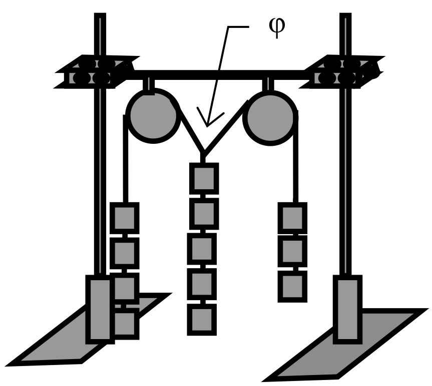
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΓΡΑΜΜΟΥ

ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ:

1. Δύο μεταλλικές βάσεις
2. δύο ράβδους μήκους 30cm
3. δύο ράβδους μήκους 10cm
4. τέσσερις συνδέσμους
5. 15 βαράκια των 50p

ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

Συναρμολογούμε τη διάταξη όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Τοποθετούμε τα διάφορα βαράκια δεξιά αριστερά και στο κέντρο και συμπληρώνουμε το παρακάτω πίνακα μετρώντας με ένα μοιρογνωμόνιο την γωνία φ.
Στη συνέχεια υπολογίζουμε τη θεωρητική τιμή της γωνίας φ από το νόμο του παραλληλόγραμμου.

$$F_{ολ}^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 συνφ \rightarrow συνφ = \frac{F_{ολ}^2 - F_1^2 - F_2^2}{2F_1F_2}$$

a/a	Αριστερό βάρος	Μεσο βάρος	Δεξιό βάρος	φ(πειραμ)	φ(θεωρητική)	σφάλμα
1	2	3	2	82	82,8	0,99%
2	2	4	3	76	75,5	0,63%
3	3	4	3	95	96,4	1,43%
4	3	5	3	69	67,1	2,81%
5	3	5	4	90	90,0	0,00%
6	3	6	4	65	62,7	3,63%
7	4	6	4	85	82,8	2,63%
8	4	7	4	59	57,9	1,88%
9	5	5	4	115	113,6	1,25%
10	5	6	4	97	97,2	0,19%
			Μέσο σφάλμα πειράματος			1,54%

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για τον αυτόματο υπολογισμό των θεωρητικών τιμών, το πρόγραμμα excel γράφοντας στη πρώτη στήλη της φ (θεωρητικής) τον τύπο:

=ACOS((C3^2-B3^2-D3^2)/(2*D3*B3))*(180/3,14157)

και στη συνέχεια αντιγράφοντάς τον μέχρι την τελευταία.
Ακόμη στο σφάλμα χρησιμοποιούμε το τύπο

=((F3-E3)/F3)

τον οποίο αντιγράφουμε μέχρι τη τελευταία στήλη.

Για την επιτυχία του πειράματος πρέπει να λαδώσετε καλά τις τροχαλίες ώστε να κινούνται εύκολα χωρίς τριβές και να μετρήσετε προσεκτικά με ένα μοιρογνωμόνιο χειρός τις γωνίες.

Το πείραμα μπορεί να τροποποιηθεί και να χρησιμοποιηθεί και στο γυμνάσιο εξετάζοντας μόνο, το πότε η γωνία φ γίνεται 90^0. Έτσι μπορούμε να έχουμε μια πειραματική επαλήθευση του θεωρήματος του Πυθαγόρα. Τα βάρη που θα βάλουμε για να γίνει γωνία 90^0 θα είναι 3,5,4 και 6,10,8. Εδώ είναι ευκαιρία να μιλήσουμε για πυθαγόρειες τριάδες αριθμών 3ν, 4ν, 5ν οπότε έχουμε τις τριάδες 3,4,5 και 6,8,10 και 9,12,15 κτλ.

ΑΣΚΗΣΗ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΓΡΑΜΜΟΥ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΑ ΜΑΘΗΤΩΝ:

1……………………………………………
2……………………………………………
3……………………………………………
4……………………………………………
5……………………………………………

Σκοπός της άσκησης είναι να διαπιστώσετε πειραματικά αν ισχύει ο νόμος του παραλληλογράμμου. Γι' αυτό πραγματοποιούμε αρχικά τη διάταξη του σχήματος, αν δεν είναι ήδη έτοιμη. Στη συνέχεια κρεμάμε αντίστοιχα τα βαράκια που αναγράφονται στον πίνακα και μετράμε προσεκτικά με ένα μοιρογνωμόνιο τη γωνία που σχηματίζουν τα νήματα που δεν είναι κατακόρυφα. Έτσι συμπληρώνουμε τη στήλη της φ(πείραμα)

Α/Α	Αριστερά B_1	Μέσο B_2	Δεξιά B_3	$(B_1)^2$	$(B_2)^2$	$(B_3)^2$	συνφ	φ(πειραματ)	φ(θεωρητική)	% σφάλμα
1	2	3	2	4	9	4	0,125			
2	2	4	3							
3	3	4	3							
4	3	5	3							
5	3	5	4							
6	3	6	4							
7	4	6	4							
8	4	7	4							
9	5	5	4							
10	5	6	4							

Στη συνέχεια για να συμπληρώσουμε τη στήλη της φ(θεωρητική) λύνουμε τη σχέση του νόμου του παραλληλογράμμου ως προς το συνφ και με τη βοήθεια ενός τριγωνομετρικού πίνακα, ή με ένα επιστημονικό κομπιουτεράκι, βρίσκουμε την αντίστοιχη γωνία που έχει το συν που βρήκαμε προηγούμενα.

$$B_2^2 = B_1^2 + B_3^2 + 2B_1B_3\sigma\upsilon\nu\phi \rightarrow \quad \sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{B_2^2 - B_1^2 - B_3^2}{2B_1B_3}$$

Στη συνέχεια βρίσκουμε το πειραματικό σφάλμα από τη σχέση

σφάλμα%=$(\varphi_{\theta\varepsilon\omega\rho}-\varphi_{\pi\varepsilon\iota\rho})/\varphi_{\theta\varepsilon\omega\rho}$ x 100

Τέλος βρίσκουμε το μέσο όρο του σφάλματος της άσκησης που εκτελέσαμε.

Μπορείτε να δικαιολογήσετε που οφείλεται το σφάλμα που βγάλατε και τι μπορείτε να κάνετε για να το βελτιώσετε;.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ g ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΗΤΗ

Ο ηλεκτρικός χρονομετρητής είναι μια συσκευή που παρουσιάζει όπως όλες εξ' άλλου οι συσκευές πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

<u>Τα πλεονεκτήματα της συσκευής είναι:</u>

1. Είναι αρκετά απλή στη κατασκευή και στο χειρισμό.
2. Στοιχίζει φθηνά και μπορεί ακόμη και να κατασκευασθεί αρκετά εύκολα.
3. Η επεξεργασία των μετρήσεων είναι αρκετά εύκολη και κατανοητή.

<u>Τα μειονεκτήματα είναι:</u>

1. Το βασικότερο μειονέκτημα της συσκευής είναι ότι δεν γνωρίζουμε το χρόνο ανάμεσα σε δύο τικ (σημάδια της χαρτοταινίας) αφού δεν γνωρίζουμε τη συχνότητα περιστροφής του κινητήρα.
2. Η συχνότητα περιστροφής του κινητήρα δεν είναι σταθερή, αφού όσο πέφτει η μπαταρία, τόσο πέφτουν και οι στροφές του κινητήρα.
3. Επηρεάζει λίγο την κίνηση του σώματος, λόγω των κτυπημάτων της ροδέλας πάνω στο καρμπόν και λόγω της κίνησης της χαρτοταινίας.

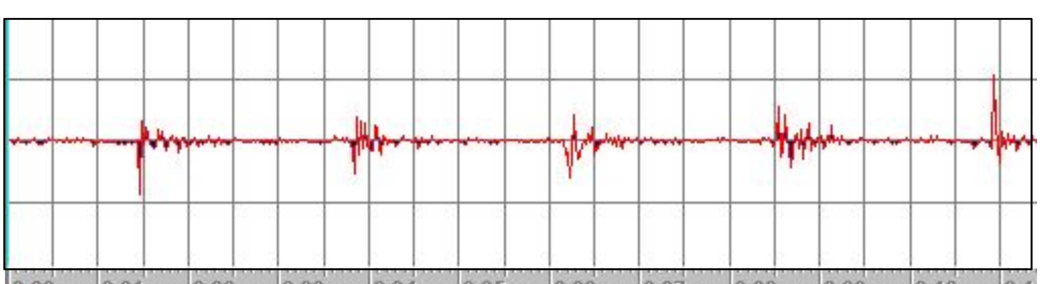
Για να μην επηρεάζει η ροδέλα τη κίνηση του σώματος, δεν θα πρέπει να βιδώνουμε σταθερά τη ροδέλα πάνω στον κινητήρα. Ακόμη και αν η ροδέλα είναι ελεύθερη να περιστραφεί, αφήνει σημάδια πάνω στη χαρτοταινία, λόγω αδράνειας. Τα σημάδια είναι τόσο πιο έντονα, όσο πιο γρήγορα περιστρέφεται ο κινητήρας, δηλαδή όσο πιο «φρέσκια» είναι η μπαταρία.

Το βασικό πρόβλημα μέτρησης της συχνότητας περιστροφής του κινητήρα, μπορεί να λυθεί με τη χρήση στροβοσκοπίου, ηλεκτρονικού ή χειροκίνητου. Το ηλεκτρονικό όμως δεν διατίθεται σε όλα τα σχολεία, το χειροκίνητο από την άλλη δεν μπορεί να δώσει ακριβείς μετρήσεις. Γι' αυτό θα προτείνουμε μια μέθοδο μέτρησης της συχνότητας του κινητήρα, αρκετά απλή και με πολύ μεγάλη ακρίβεια μέτρησης. Για τη μέτρηση της συχνότητας απαιτούνται:

1. Ηλεκτρονικός υπολογιστής εφοδιασμένος με κάρτα ήχου και μικρόφωνο.
2. Ένα shereware πρόγραμμα επεξεργασίας ήχου, όπως π.χ το Goldwave.

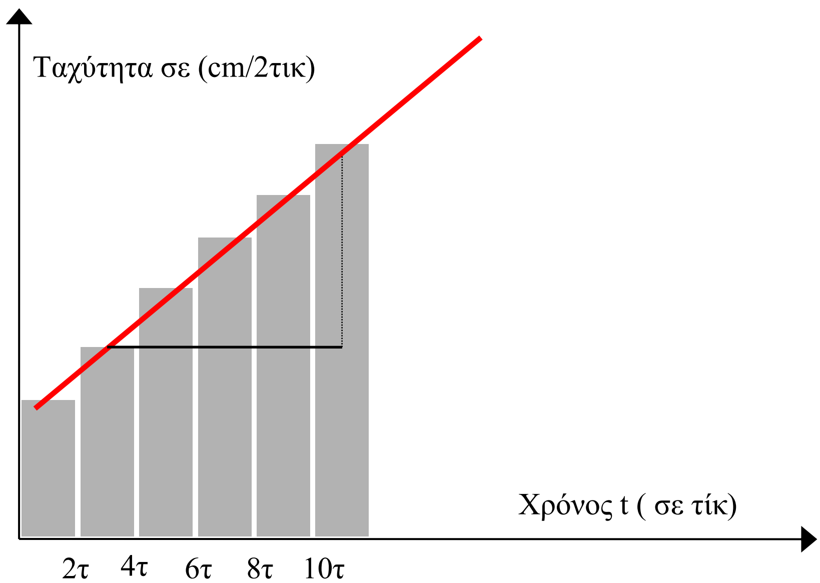
ΕΚΤΕΛΕΣΗ:

Ανοίγουμε τον υπολογιστή και τρέχουμε το πρόγραμμα Goldwave. Βάζουμε το χρονομετρητή σε λειτουργία, και δίπλα του το μικρόφωνο του Η/Υ. Αφού ηχογραφήσουμε τον ήχο του κινητήρα για μερικά δευτερόλεπτα, αναπαράγουμε τον ήχο και βλέπουμε στο μόνιτορ τη γραφική του παράσταση από την οποία μπορούμε εύκολα να μετρήσουμε την περίοδο, ανάμεσα σε δύο μέγιστα του ήχου, άρα και τη συχνότητα περιστροφής του κινητήρα. Στο παράδειγμά μας, όπως φαίνεται και από την παρακάτω γραφική παράσταση, μετρήσαμε την περίοδο του ήχου άρα και του κινητήρα σε T=0.023s οπότε ν 43Hz.



Πάμε τώρα στο θέμα μας που είναι η μέτρηση του g.

Περνάμε τη χαρτοταινία από τον ηλεκτρικό χρονομετρητή στερεώνουμε στην άκρη της ένα βαρίδι και αφού βάλουμε σε λειτουργία τη συσκευή, αφήνουμε να πέσει το βαρίδι από κάποιο ύψος 1,5m τοποθετώντας στο πάτωμα κάποιο αφρολέξ, χοντρό χαρτόνι, κομμάτι μοκέτας, ή μαξιλάρι.
Αφού πάρουμε τη χαρτοταινία τη κόβουμε αρχίζοντας αυθαίρετα από κάποιο σημείο ανά δύο τικ και κολλάμε τα κομμάτια χαρτιού σε μια σελίδα, δίπλα - δίπλα. Έτσι θα έχουμε περίπου την παρακάτω απεικόνιση.



Πρέπει να προσέξούμε τις μονάδες του κατακόρυφου άξονα. Ο κατακόρυφος άξονας παριστάνει το διάστημα σε cm που διανύει το σώμα σε χρόνο 2τικ. Άρα τελικά εκφράζει τη ταχύτητα του σώματος σε (cm/2τικ)
Μετρήθηκε η κλίση της ευθείας και βρέθηκε ίση με:

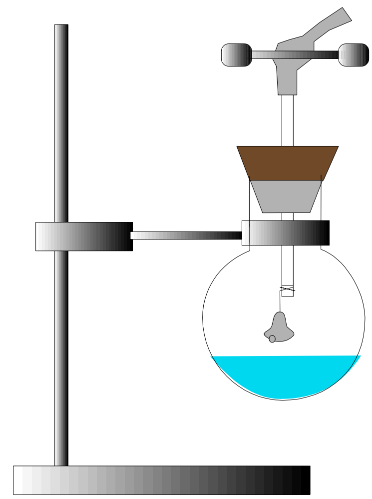
$$\varepsilon\varphi\omega = \frac{\frac{7{,}5cm}{2\tau\iota\kappa}}{8\tau\iota\kappa} \cong 0.47\frac{cm}{\tau\iota\kappa^2}$$

και επειδή 1τικ=1T=0,023s έχουμε: $\boxed{g=888\frac{cm}{s^2}}$

Ο ΗΧΟΣ ΔΕΝ ΜΕΤΑΔΙΔΕΤΑΙ ΣΤΟ ΚΕΝΟ

Το πείραμα αυτό χρονολογείται από τον $17^{ο}$ αιώνα.

ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ:
1. Μια βάση
2. Ένας ορθοστάτης
3. Μία σφαιρική φιάλη 250-300ml
4. Ένα ελαστικό πώμα.
5. Μια γωνία
6. Μια μεταλλική ράβδο με βάση για γυάλινη φιάλη
7. Ένας λεπτός γυάλινος σωλήνας 15-20cm.
8. Ένας λαστιχένιος σωλήνας
9. Ένας σφικτήρας.
10. Ένα μικρό κουδουνάκι



ΕΚΤΕΛΕΣΗ:
Συναρμολογούμε τη διάταξη όπως φαίνεται στο παραπλεύρως σχήμα. Προσθέτουμε στη φιάλη 20-25 ml νερό αφού αφαιρέσουμε το πώμα. Προσθέτουμε το πώμα, αφαιρούμε τον σφικτήρα και θερμαίνουμε τη φιάλη με ηλεκτρικό μάτι, ή με γκαζάκι χρησιμοποιώντας όμως βάση αμιάντου. Αν χρησιμοποιήσουμε λύχνο οινοπνεύματος, πρέπει να προσέξουμε να μην ακουμπήσει το φυτίλι πάνω στη φιάλη, γιατί το γυαλί μπορεί να σπάσει. Αφού βράσει το νερό για 3 λεπτά, λυγίζουμε την άκρη του λαστιχένιου σωλήνα και τη δένουμε σφικτά με σπάγκο ή χρησιμοποιούμε αν έχουμε σφικτήρα. Έτσι η φιάλη σφραγίζεται. Αφήνουμε τη φιάλη να ψυχθεί σε θερμοκρασία δωματίου. Αν τώρα αναταράξουμε τη φιάλη θα ακούσουμε τον ήχο από το κουδούνι πολύ αδύνατα. Το σχετικό «κενό» που δημιουργήθηκε στη φιάλη με αυτή τη διαδικασία, λόγω της συμπύκνωσης των υδρατμών εμποδίζει τη διάδοση του ήχου. Αν απελευθερώσουμε την άκρη του λαστιχένιου σωλήνα, θα ακούσουμε το κουδούνι σαφώς δυνατότερα.

Για να συνεχίσουμε το πείραμα, μπορούμε να αδειάσουμε το νερό και να το αντικαταστήσουμε με 20-25 ml άνυδρης γλυκερίνης ή γλυκόλης. Αν επαναλάβουμε ακριβώς τα ίδια, επειδή σε θερμοκρασία δωματίου η πυκνότητα των ατμών αυτών των ουσιών είναι αρκετά μικρότερη από την πυκνότητα των υδρατμών, το κενό που θα δημιουργηθεί θα είναι υψηλότερο από εκείνου του προηγούμενου πειράματος και έτσι θα παρατηρήσουμε ότι από απόσταση ενός μέτρου, ο ήχος από το κουδούνι, δεν ακούγεται σχεδόν καθόλου.

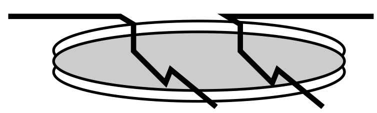
Βεβαίως το πείραμα αυτό έχει μεγαλύτερη επιτυχία αν διαθέτουμε αντλία κενού. Συσκευή που λίγα σχολεία την διαθέτουν.

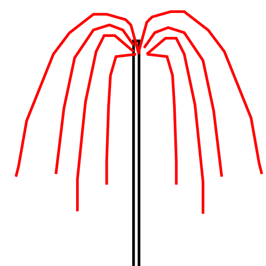
ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ

Ζωγραφίζοντας ένα πεδίο

Μπορούμε να δούμε τις δυναμικές γραμμές ενός ηλεκτρικού πεδίου με τη βοήθεια μιας γεννήτριας Wimshurst και μερικών πολύ απλών πραγμάτων όπως:

1. Ένα μικρό δοχείο - λεκανάκι με επίπεδο πάτο και πολύ λίγο καστορέλαιο και κόκκους από **ψιλό σιμιγδάλι.**
2. Δύο φούντες καλλωπιστικές που βάζουμε στα παγωτά το καλοκαίρι όπως στο σχήμα.
3. Ένα καλαμάκι που στη κορυφή του έχουμε δέσει διάφορες κλωστές.





Συνδέουμε τους δύο πόλους της γεννήτριας με δύο σύρματα με κροκοδειλάκια η άκρη των οποίων καταλήγει σε δύο σημεία μέσα στο δοχείο και θέτουμε τη γεννήτρια σε λειτουργία περιστρέφοντας την. Γρήγορα θα διαπιστώσουμε ότι οι κόκκοι του σιμιγδαλιού δημιουργούν τις δυναμικές γραμμές ενός ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από δυο σημειακά φορτία ετερώνυμα φορτισμένα. Επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα, αλλά συνδέουμε τα δύο κροκοδειλάκια με τον έναν πόλο της γεννήτριας. Θα δούμε να σχηματίζονται οι δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από δύο ομώνυμα σημειακά φορτία. Για να σχηματίσουμε τις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου, αρκεί να πάρουμε δύο χάλκινα σύρματα μήκους 10cm και πάχους 2-3mm και να τους δώσουμε το κατάλληλο σύρμα και να τα συνδέσουμε με τους δύο πόλους της γεννήτριας.

Οι δυναμικές γραμμές ενός μαγνητικού πεδίου μπορεί εύκολα να πραγματοποιηθούν ως εξής. Παίρνουμε μια θήκη πλαστική από CD σαν κι' αυτές που πουλιούνται μαζί με τα περιοδικά για υπολογιστές, βγάζουμε το καπάκι, και στη συνέχεια ρίχνουμε λίγο γλυκερίνη που πουλάνε τα φαρμακεία ανάμεσα στο καπάκι. Προσθέτουμε και λίγα ρινίσματα σιδήρου. Μετά βάζουμε από πάνω το καπάκι ώστε τα δύο πλαστικά να εφάπτονται και περιστρέφουμε λίγο τα πλαστικά ώστε να εξαπλωθούν ομοιόμορφα τα ρινίσματα σιδήρου. Αν πλησιάσουμε έναν ή δύο μαγνήτες πάνω από την επιφάνεια των δύο πλαστικών, θα δούμε να δημιουργούνται πάρα πολύ όμορφα, οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. απομακρύνοντας τους μαγνήτες και μετακινώντας λίγο τα πλαστικά εξαπλώνουμε πάλι ομοιόμορφα τα ρινίσματα σιδήρου και είμαστε έτοιμοι για νέα απεικόνιση των δυναμικών γραμμών.

Πειράματα μ' ένα δοκιμαστικό κατσαβίδι.

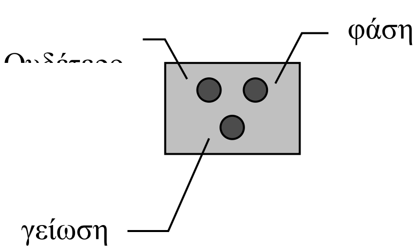
Ίσως να μην έχετε σκεφθεί πόσα πειράματα μπορούμε να κάνουμε μ' ένα δοκιμαστικό κατσαβίδι. Μπορούμε να κάνουμε τα παρακάτω και όχι μόνο.

1. Να κατανοήσουμε την έννοια του κλειστού κυκλώματος και της γείωσης.
2. Να βρούμε ποια σώματα είναι αγωγοί και ποια μονωτές.
3. Να εφαρμόσουμε πειραματικά το νόμο του Ωμ.
4. Να φτιάξουμε συνδεσμολογίες αντιστάσεων σε σειρά, παράλληλα, ή μικτές.
5. Να βρούμε την αντίσταση του σώματός μας.
6. Να κατανοήσουμε τη συμπεριφορά του πυκνωτή στο εναλλασσόμενο.
7. Να κατανοήσουμε την έννοια της φάσης και του ουδέτερου ή επιστροφής.

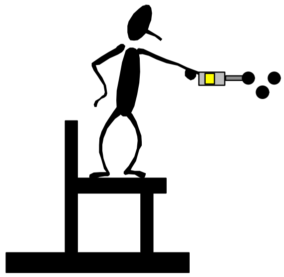
Ας αρχίσουμε από την έννοια του κυκλώματος. Η πρίζα του σπιτιού μας έχει τρία σημεία. Το ένα είναι το ουδέτερο ή επιστροφή όπως λέγεται. Αν βάλουμε σ' αυτό το σημείο το κατσαβίδι δεν θ' ανάβει. Το σημείο αυτό είναι συνήθως συνδεδεμένο με τη γη, άρα έχει δυναμικό μηδέν. Το δεύτερο σημείο είναι η φάση. Το σημείο αυτό έχει διαφορά δυναμικού ή τάση σε σχέση με το ουδέτερο, που κυμαίνεται από -311V έως +311V. Ο χρόνος για να πάει η τάση από τα -311V έως +311V είναι το μισό της περιόδου, δηλαδή 0,01sec. Αυτό το σημείο το βρίσκουμε εύκολα, γιατί αν βάλουμε εκεί το δοκιμαστικό θ' ανάβει.

ΠΡΟΣΟΧΗ! *Αν σ' αυτό το σημείο συνδέσουμε οτιδήποτε άλλο εκτός από δοκιμαστικό κατσαβίδι, υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.*

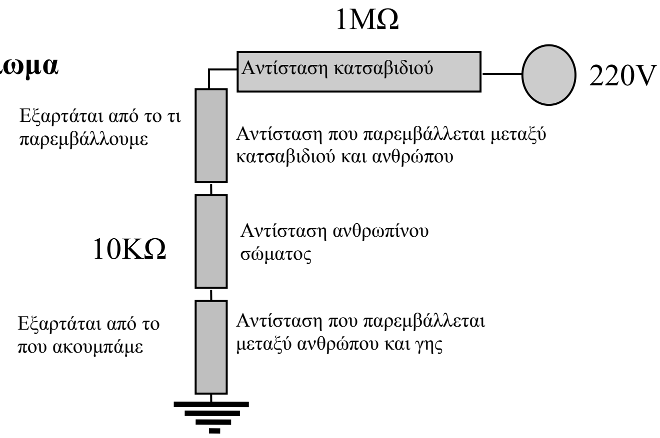
Το τρίτο σημείο είναι το κάτω, και είναι η γείωση. Αυτό το σημείο έχει δυναμικό μηδέν όπως και το ουδέτερο.



Για να κλείσει το κύκλωμα, θα πρέπει να βάλουμε το δοκιμαστικό στη φάση και με το άλλο χέρι μας, να πιάσουμε ένα σημείο που να έχει δυναμικό μηδέν. Αυτό είναι όπως είπαμε η γείωση, ή οποιοσδήποτε σωλήνας του νερού ή του καλοριφέρ του σπιτιού μας, αρκεί να μην είναι βαμμένος. Αυτό συμβαίνει γιατί οι σωλήνες του νερού και του καλοριφέρ, καταλήγουν στο εσωτερικό της γης, και γι' αυτό χρησιμοποιούνται από τους ηλεκτρολόγους σαν σημεία γείωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης του σπιτιού μας.
Αν τοποθετήσουμε το δοκιμαστικό στη φάση και φοράμε ελαστικά παπούτσια και είμαστε και ανεβασμένοι σε μια ξύλινη καρέκλα, τότε το λαμπάκι του δοκιμαστικού θ' ανάβει πολύ αμυδρά, αφού η αντίσταση που παρεμβάλλεται ανάμεσα στο κατσαβίδι και τη γείωση είναι πολύ μεγάλη, άρα το ρεύμα που διαρρέει το δοκιμαστικό, πολύ μικρό.



Ισοδύναμο κύκλωμα



Επειδή το δοκιμαστικό κατσαβίδι (πιο συγκεκριμένα το λαμπάκι του που είναι ένα λαμπάκι αίγλης) έχει πολύ μεγάλη αντίσταση, 1MΩ, αρκετά μεγαλύτερη από την αντίσταση του σώματός μας που είναι το πολύ 10KΩ, γι' αυτό και η τάση που εφαρμόζεται στο σώμα μας είναι πολύ μικρή και γι' αυτό δεν μας κτυπάει το ρεύμα. Πράγματι εφαρμόζοντας το νόμο του Ωμ έχουμε:

$$I = \frac{V_{ολ}}{R_{ολ}} = \frac{V_{ολ}}{R_1 + R_2} = \frac{220V}{1{,}1M\Omega} = 200\mu A \rightarrow V_{ανθρ} = I \cdot R_{ανθρ} = 200\mu A \cdot 10K\Omega = 2V!!$$

Για να βρούμε ποια σώματα είναι αγωγοί και ποια μονωτές, αρκεί με το ένα χέρι μας να πιάσουμε μια καλή γείωση, παρεμβάλλοντας όμως το σώμα που θέλουμε να βρούμε τη κατηγορία στην οποία ανήκει όπως έχουμε προαναφέρει και με το άλλο να τοποθετήσουμε το δοκιμαστικό στη φάση. Έτσι θα διαπιστώσουμε ότι αν παρεμβάλουμε οποιοδήποτε μέταλλο ανάμεσα στο χέρι μας και στη γείωση, ή το εσωτερικό μολυβιού (γραφίτη δηλαδή) ή διάλυμα οξέος βάσεως ή άλατος, το δοκιμαστικό ανάβει κανονικά. Αν όμως παρεμβάλουμε πλαστικό στυλό ή κάποιο κεραμικό σώμα ή γυαλί ή λάστιχο κτλ το δοκιμαστικό δεν ανάβει σχεδόν καθόλου, ή ανάβει πολύ αμυδρά.

Για να εφαρμόσουμε το νόμο του Ωμ αρκεί να διαθέτουμε ένα φθηνό πολύμετρο με δυνατότητα μέτρησης μA στο εναλλασσόμενο. Βάζουμε το δοκιμαστικό κατσαβίδι στη φάση και από την άλλη μεριά με ένα σύρμα το γειώνουμε. Παρεμβάλουμε το πολύμετρο το οποίο το έχουμε τοποθετήσει στη χαμηλότερη δυνατή κλίμακα μέτρησης **εναλλασσόμενου ρεύματος** και μετράμε το ρεύμα. Το πηλίκο: $R_{ολική} = R_{δοκιμ} + R_{σωματ}$

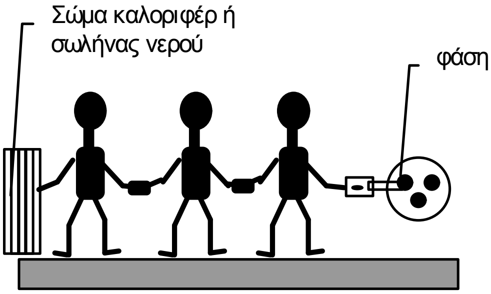
$$\frac{220V}{ένδειξη\ αμπερομέτρου(A)} = αντίσταση\ δοκιμαστικού \quad (\Omega)$$

Η αντίσταση του δοκιμαστικού θα βρεθεί περίπου 1MΩ.

Αν τώρα παρεμβάλουμε το σώμα μας, μπορούμε να ξαναμετρήσουμε το ρεύμα και θα δούμε ότι βγαίνει λιγότερο. Το καινούργιο πηλίκο που θα βρούμε εκφράζει την ολική αντίσταση του δοκιμαστικού μαζί με την αντίσταση του σώματός μας, οπότε :

$R_{ολική} = R_{δοκιμ} + R_{σωματ}$

Κάνοντας τις μετρήσεις σε διάφορους μαθητές, με βρεγμένα χέρια, συνδέοντας τη γείωση σε διαφορετικά σημεία του σώματός μας κλπ, διαπιστώνουμε ότι ο κάθε μαθητής έχει διαφορετική αντίσταση, ότι η αντίσταση του σώματος εξαρτάται από την υγρασία των χεριών, από τα δύο σημεία του σώματος που διέρχεται το ρεύμα, από τη ψυχική μας διάθεση κτλ. Για τη βεβαίωση του νόμου του Ωμ μπορούμε να μετρήσουμε την αντίσταση του σώματός μας, κατευθείαν με το Ωμόμετρο του οργάνου μας.



Μια εντυπωσιακή συνδεσμολογία σε σειρά είναι μια σειρά από μαθητές, οι οποίοι κάθονται σε ξύλινες ή πλαστικές καρέκλες, και πιάνονται χέρι - χέρι. Ο πρώτος μαθητής τοποθετεί το δοκιμαστικό στη φάση. Το δοκιμαστικό ανάβει πολύ αμυδρά αφού δεν κλείνει καλά το κύκλωμα. αν ο τελευταίος μαθητής πιάσει μια γείωση, πχ εκεί που γίνεται ο εξαερισμός ενός καλοριφέρ ή ένα σωλήνα του νερού, τότε παρατηρούμε ότι το δοκιμαστικό ανάβει πολύ έντονα. Αν τώρα κάποιος μαθητής από το σύνολο αφήσει το χέρι του με το διπλανό του, αμέσως το λαμπάκι του δοκιμαστικού ανάβει πολύ αμυδρά, σχεδόν σβήνει, αφού έτσι άνοιξε το κύκλωμα. Αν τοποθετήσουμε το αμπερόμετρο ανάμεσα σε δύο οποιουσδήποτε μαθητές, θα παρατηρήσουμε ότι θα δείχνει την ίδια ένδειξη, πράγμα που πιστοποιεί την σε σειρά σύνδεση των μαθητών. Μπορούμε ακόμη γνωρίζοντας από προηγούμενα τις αντιστάσεις των μαθητών, να επιβεβαιώσουμε πειραματικά τη σχέση των αντιστάσεων που ισχύει στην σε σειρά σύνδεση:

$$R_{ολική} = R_1 + R_2 + R_3$$

Μπορούμε ακόμη να πραγματοποιήσουμε μια παράλληλη συνδεσμολογία με το να πιαστούν και με τα δύο τους χέρια οι μαθητές και κάποιος από αυτούς να βάλει το δοκιμαστικό στη φάση και με το άλλο χέρι σε μια γείωση. Τότε μ' ένα βολτόμετρο μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι όλοι οι μαθητές έχουν την ίδια τάση, περίπου 2V, ενώ αν μετρήσουμε το ρεύμα που περνάει από τον καθένα και το ολικό ρεύμα, να διαπιστώσουμε πειραματικά τον πρώτο κανόνα του Kirchhoff.

$$I_{ολ} = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots$$

Τώρα μπορούμε να μελετήσουμε τη συμπεριφορά του πυκνωτή στο εναλλασσόμενο. Παίρνουμε ένα πυκνωτή φακής 1nF οπότε η εμπέδησή του θα είναι Zc = 1/ωC 3MΩ. Αν τον παρεμβάλουμε ανάμεσα στο χέρι μας και στο δοκιμαστικό, θα διαπιστώσουμε ότι το δοκιμαστικό εξακολουθεί να ανάβει έντονα, μολονότι παρεμβάλαμε τον πυκνωτή. Με τη μέτρηση του ρεύματος και τη προηγούμενη γνώση της αντίστασης του δοκιμαστικού μπορούμε να επαληθεύσουμε πειραματικά το τύπο της εμπέδησης Zc = 1/ωC. Παρεμβάλλοντας τον πυκνωτή σ' ένα κύκλωμα σταθερής τάσης, διαπιστώνουμε εύκολα ότι τότε λειτουργεί ως διακόπτης.
Αυτή τη διαφορά δεν μπορούμε να την επεκτείνουμε και για το πηνίο, αφού δεν είναι εύκολο να βρούμε ή να φτιάξουμε πηνίο τόσο μεγάλης αυτεπαγωγής ώστε να έχει επαγωγική εμπέδηση πολύ μεγαλύτερη του 1MΩ του δοκιμαστικού, ώστε παρεμβάλλοντας το πηνίο στο εναλλασσόμενο το λαμπάκι του δοκιμαστικού να σβήνει, ενώ στο σταθερό ρεύμα να διαπιστώνουμε ότι το πηνίο δεν παρουσιάζει καμία αντίσταση.
Αυτά και πολλά άλλα μπορούν να γίνουν μ' ένα δοκιμαστικό κατσαβίδι και ένα πολύμετρο. Αυτό δείχνει ότι τα πειράματα δεν απαιτούν πολύπλοκες συσκευές και διατάξεις. Απαιτούν όμως

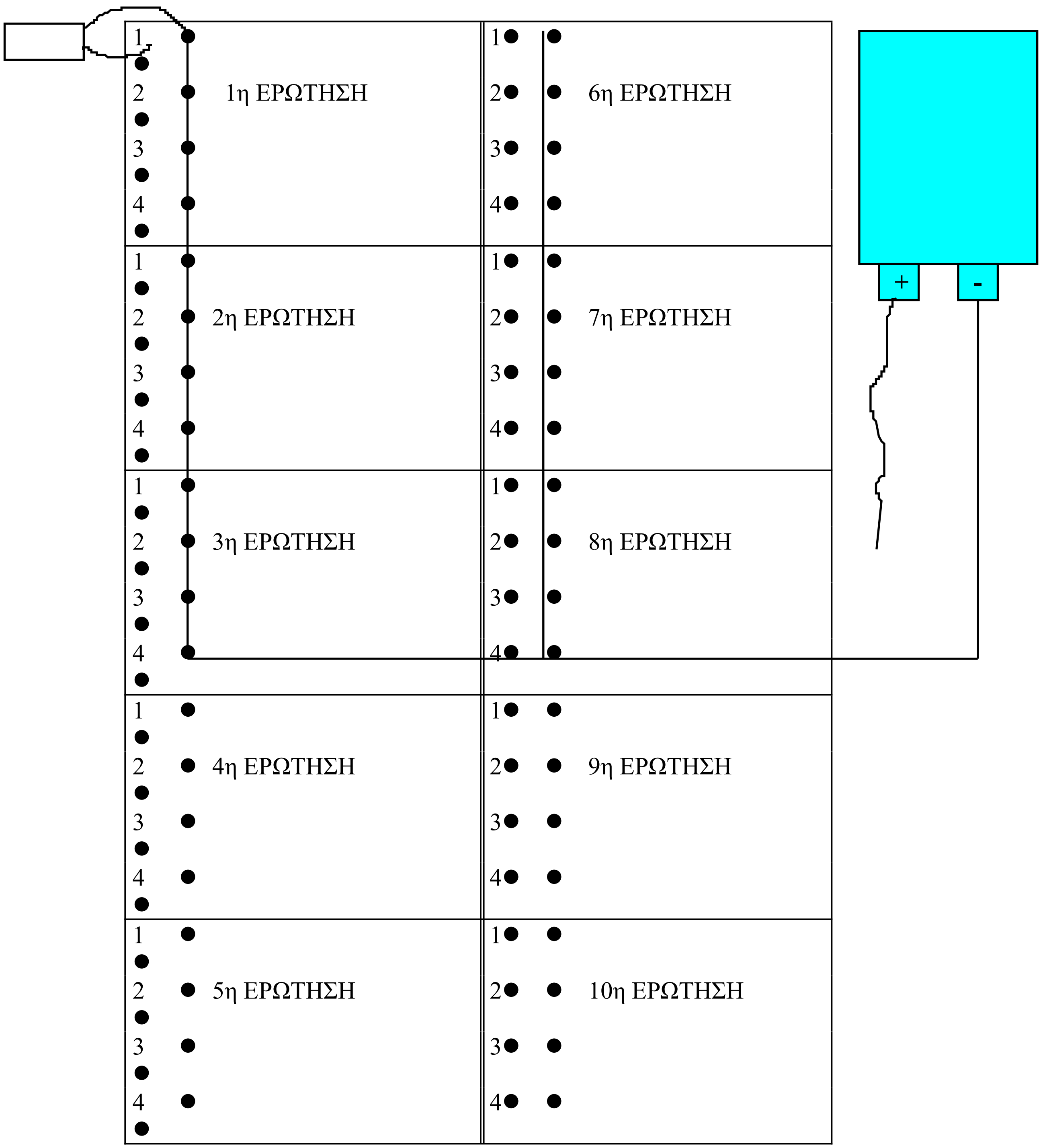
. **προσοχή!** και φαντασία.

Στον ηλεκτρισμό συνεχίζουμε με τη φόρτιση εκφόρτιση πυκνωτή.

Χρησιμοποιούμε έναν ηλεκτρολυτικό πυκνωτή 4700μF.

1. Τον πυκνωτή αυτό τον φορτίζουμε με τάση 9V από μια απλή μπαταρία. Τότε, βραχυκυκλώνοντας με ένα καλώδιο τα άκρα του παρατηρούμε έναν έντονο σπινθήρα που δημιουργείται από την ακαριαία εκφόρτιση του πυκνωτή.
2. Αν στα άκρα του πυκνωτή συνδέσουμε λαμπάκι 4,5V παρατηρούμε ότι ανάβει έντονα για λίγο έως ότου εκφορτιστεί ο πυκνωτής. Μπορεί το λαμπάκι ακόμη και να καεί.
3. Αν συνδέσουμε στα άκρα του πυκνωτή αντίσταση 1000Ω τότε η σταθερά χρόνου του κυκλώματος θα είναι $RC=4700x1000x10^{-6}$ s =4,7 s. Έτσι ο πυκνωτής θα εκφορτιστεί πρακτικά σε 5 RC ≅ 23 s. Αυτό το θεωρητικό γεγονός μπορούμε να το επιβεβαιώσουμε αν διαθέτουμε ένα πολύμετρο, ή βολτόμετρο ή αμπερόμετρο και ένα ρόλοι χεριού. Το ίδιο πείραμα και μετρήσεις μπορούμε να επαναλάβουμε και με τη φόρτιση του πυκνωτή.
4. Συνεχίζοντας τα πειράματα με τον πυκνωτή μπορούμε να διαπιστώσουμε την διαφορετική του συμπεριφορά στο συνεχές και στο εναλλασσόμενο αν παρεμβάλλουμε τον παραπάνω πυκνωτή σε κύκλωμα που περιλαμβάνει το λαμπάκι των και μια πηγή πλακέ των 4,5V αφ' ενός και μια πηγή εναλλασσόμενη των 4,5V. Την εναλλασσόμενη πηγή μπορούμε εύκολα να την κατασκευάσουμε χρησιμοποιώντας έναν μετασχηματιστή 220-4,5. Για την ασφάλεια των μαθητών ο μετασχηματιστής πρέπει να τοποθετηθεί σε κουτί και στο πρωτεύων σε σειρά να τοποθετηθεί ασφάλεια των 0,5Α. Έτοιμη τέτοια κατασκευή μπορούμε να βρούμε αγοράζοντας ένα φθηνό τροφοδοτικό 220-4,5 ανοίγοντάς το και βραχυκυκλώνοντας την ανορθωτική γέφυρα όπως φαίνεται στο σχήμα και αφαιρώντας τον πυκνωτή εξομάλυνσης, έτσι ώστε τελικά να έχουμε έναν απλό μετασχηματιστή. Στο συνεχές θα παρατηρήσουμε μια γρήγορη αναλαμπή από το λαμπάκι όσο διαρκεί η φόρτιση του πυκνωτή και στη συνέχεια το λαμπάκι θα παραμένει συνεχώς σβηστό, αφού ο πυκνωτής στο συνεχές λειτουργεί ως διακόπτης. Στο εναλλασσόμενο το λαμπάκι θα ανάβει κανονικά, αφού η εμπέδηση του πυκνωτή είναι
$$Z_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314 \cdot 4700 \cdot 10^{-6}}\Omega = 0{,}677\Omega$$
Ενώ αντίθετα η αντίσταση που έχει το λαμπάκι είναι
$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{4{,}5^2}{2}\Omega \cong 10\Omega$$
πολύ μεγαλύτερη από την εμπέδηση που παρουσιάζει ο πυκνωτής. Έτσι ο πυκνωτής στο εναλλασσόμενο συμπεριφέρεται ως βραχυκύκλωμα. (Ειδικά αν έχει μεγάλη χωρητικότητα)
5. Μπορούμε να συνεχίσουμε την ενασχόλησή μας με τον πυκνωτή, μετρώντας την χωρητικότητά του. Γι' αυτή τη μέτρηση απαιτείται μια πηγή εναλλασσόμενης τάσης και ένα πολύμετρο. Τροφοδοτούμε τον πυκνωτή με την παραπάνω εναλλασσόμενη τάση και μετράμε τη τάση και το ρεύμα που διαρρέουν τον πυκνωτή. Από το πηλίκο αυτών των δύο τιμών βρίσκουμε την εμπέδηση του πυκνωτή, και από τον τύπο της εμπέδησης $Z_c = \frac{1}{\omega C}$ βρίσκουμε το C αφού ως γνωστό η κυκλική συχνότητα του δικτύου της ΔΕΗ είναι ω=314rad/s.
6. Μπορούμε ακόμη, να συνδυάσουμε τη φυσική με την πληροφορική κατασκευάζοντας μια μνήμη 1Byte. Παίρνουμε 8 πυκνωτές των 47 μF και τους βάζουμε στη σειρά συνδέοντας όλους τους αρνητικούς οπλισμούς μαζί. Με τη βοήθεια τώρα του πίνακα Ascii μπορούμε φορτίζοντας τους κατάλληλους πυκνωτές με τη βοήθεια μιας μπαταρίας 4,5 ή 9 V να αποθηκεύσουμε στο σύστημα έναν οποιοδήποτε αριθμό, ή γράμμα της ελληνικής ή της αγγλικής, ή οποιοδήποτε σύμβολο. Στη συνέχεια με τη βοήθεια ενός βολτομέτρου, ή αν δεν διαθέτουμε με μια δίοδο λεντ, μπορούμε να ανιχνεύσουμε ποιοί πυκνωτές είναι φορτισμένοι και ποιοι όχι, οπότε και να βρούμε τον αριθμό ή το γράμμα που είναι αποθηκευμένο. Τον κάθε φορτισμένο πυκνωτή τον αντιστοιχούμε με το 1 και τον κάθε αφόρτιστο με το 0. Τέλος μπορούμε να εκφορτίσουμε όλους τους πυκνωτές βραχυκυκλώνοντάς τους διαδοχικά, καθαρίζοντας τη μνήμη και επαναφέροντας το σύστημα στη κατάσταση 00000000.

7. Μπορούμε να δώσουμε μια εφαρμογή της φόρτισης των πυκνωτών φτιάχνοντας μια πλακέτα απαντήσεων κάποιου τεστ πολλαπλών επιλογών. Αν το τεστ αποτελείται από 10 ερωτήσεις που η κάθε μια έχει 4 πιθανές απαντήσεις, θα χρειαστούμε 40 πυκνωτές των 47 μF που θα τους τοποθετήσουμε στη πλακέτα όπως στο σχήμα. Χρησιμοποιούμε πάλι μια μπαταρία 4,5 ή 9 V . Συνδέουμε όλους τους αρνητικούς πόλους της μπαταρίας με τον αρνητικό πόλο της πηγής και ένα καλώδιο συνδεδεμένο στο θετικό της μπαταρίας, Μπορούμε τώρα να επιλέξουμε τη σωστή απάντηση κάποιας ερώτησης ακουμπώντας στιγμιαία το καλώδιο που είναι συνδεδεμένο στον θετικό πόλο της μπαταρίας, στον θετικό οπλισμό του κατάλληλου πυκνωτή. Για να σβήσουμε μια απάντηση αρκεί να βραχυκυκλώσουμε τον αντίστοιχο πυκνωτή. Το διάβασμα των απαντήσεων γίνεται πάλι με ένα βολτόμετρο ή πολύμετρο ή μια δίοδο λεντ.



ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ - ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΩΜ

Η πιο απλή μελέτη του νόμου του Ωμ μπορεί να γίνει με τη βοήθεια ενός μολυβιού και ενός ωμόμετρου. Όταν χαράξουμε στο τετράδιο μια μολυβιά μπορούμε με τη βοήθεια του οργάνου να διαπιστώσουμε πειραματικά, ότι όταν διπλασιάζεται το μήκος της μολυβιάς η αντίσταση διπλασιάζεται ενώ αντιθέτως, όταν διπλασιάζουμε το πάχος της μολυβιάς η αντίσταση υποδιπλασιάζεται. Για να έχουμε μεγάλη επιτυχία του πειράματος, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μαλακό μολύβι 2B ώστε να έχουμε μικρότερες αντιστάσεις και το σπουδαιότερο πρέπει να φροντίσουμε η μολυβιά μας να είναι όσο το δυνατό ομοιόμορφη.

Πιο ακριβές πείραμα μπορούμε να κάνουμε με ομογενές σύρμα από χρωμονικελίνη. Αν δεν διαθέτουμε τέτοιο σύρμα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σύρμα που χρησιμοποιούμε ως αντιστάσεις στα ηλεκτρικά σίδερα ή ηλεκτρικές θερμάστρες κτλ που πουλιέται σε όλα τ α μαγαζιά ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. Αν θέλουμε να μελετήσουμε τη μεταβολή της αντίστασης με τη θερμοκρασία, τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτό το σύρμα, βάζοντάς το σε ένα δοχείο πυρέξ νερό και ζεσταίνοντας το νερό. Θα πρέπει το σύρμα να το βάψουμε με βερνίκι, ώστε να απομονωθεί από το νερό. Θα πρέπει ακόμη να διαθέτουμε θερμόμετρο -10 έως 100 βαθμούς Κελσίου.

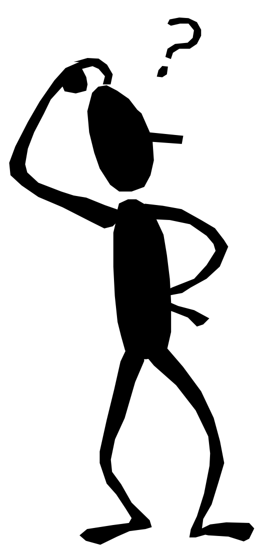
Η επαλήθευση του νόμου της αντίστασης $R = \rho \frac{\ell}{s}$ προσφέρεται πολύ καλά για την εξάσκηση της χρήσης του παχύμετρου, καθώς και για την υπενθύμιση τύπων που δίνουν το εμβαδόν κύκλου κτλ. Καλύτερα σε τέτοιες ασκήσεις να δίνεται ένα λεπτό και αρκετά μεγάλο κομμάτι σύρμα, και να ζητείται ο υπολογισμός της ειδικής αντίστασης του σύρματος.

Συνεχίζουμε με την κατασκευή και τη μελέτη του πηνίου.

Εδώ μπορούμε να δείξουμε ότι οποιοδήποτε σύρμα όταν διαρρέεται από ρεύμα δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο. Το πόσο ισχυρό όμως μαγνητικό πεδίο δημιουργεί ένα σύρμα, εξαρτάται από το σχήμα του σύρματος. Εάν το σύρμα το βάλουμε διπλό, τότε το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται είναι μηδέν. Αυτή είναι μια ωραία ερώτηση που μπορούμε να θέσουμε στους μαθητές μας. Δηλαδή πιο πρέπει να είναι το σχήμα ενός σύρματος ώστε να μην δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο. Αντιθέτως το πηνίο έχει τέτοιο σχήμα ώστε να δημιουργεί ένα πολύ ισχυρό μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του, αφού η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του είναι το άθροισμα όλων των εντάσεων των μαγνητικών πεδίων των κυκλικών αγωγών από τους οποίους αποτελείται το πηνίο. Έτσι καταλαβαίνουμε ότι όσο πιο πολλές σπείρες έχει ένα πηνίο τόσο ισχυρότερο μαγνητικό πεδίο δημιουργεί. Εάν το πηνίο διαθέτει και πυρήνα από σίδηρο, τότε το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί αυξάνεται πάνω από 5000 φορές, όσο δηλαδή είναι η μαγνητική διαπερατότητα του σιδήρου.

Για τη κατασκευή ενός πηνίου παίρνουμε ένα καρφί 45 αρι και το τυλίγουμε με σύρμα για πηνία με όσο το δυνατό περισσότερες σπείρες. Εξηγούμε στους μαθητές τι το ξεχωριστό έχει ένα τέτοιο σύρμα, αφού αυτό είναι βαμμένο με βερνίκι έτσι ώστε να είναι εξωτερικά μονωμένο. Με το πηνίο που φτιάξαμε μπορούμε πολύ εύκολα να παρατηρήσουμε τις μαγνητικές ιδιότητες του. Είναι δύσκολο όμως να βρούμε την εμπέδησή του, αφού αυτή είναι γενικά πολύ μικρή. Ο συντελεστής αυτεπαγωγής ενός τέτοιου πηνίου είναι πολύ μικρός.

Εάν χρησιμοποιήσουμε σωληνοειδές πηνίο που διατίθεται στο εργαστήριο και το συνδέσουμε με λαμπάκι 4,5V και πηγή εναλλασσόμενη 6V τότε με την εισαγωγή του πυρήνα παρατηρούμε εμφανώς τη μείωση της ακτινοβολίας από το λαμπάκι. Μπορούμε στο λύκειο να συνεχίσουμε και με μετρήσεις εφ’ όσον διαθέτουμε ένα πολύμετρο και να βρούμε την ωμική και επαγωγική εμπέδηση του πηνίου χωρίς και με πυρήνα. Θα παρατηρήσουμε ότι χωρίς πυρήνα η επαγωγική εμπέδηση είναι περίπου μηδέν ενώ η ωμική είναι μερικά Ωμ. Αντίθετα με τον πυρήνα η επαγωγική εμπέδηση γίνεται σαφώς μεγαλύτερη της ωμικής.



Μια επίδειξη του κλωβού Faraday και του νόμου της αμοιβαίας επαγωγής.

Υλικά που θα χρειαστούμε:

- Ένα τρανζίστορ
- Μια μπαταρία των 4,5V
- Αλουμινόχαρτο ή Κατσαρόλα

Εκτέλεση:

Ως γνωστό το ηλεκτρικό πεδίο μηδενίζεται μέσα σε ένα κλειστό μεταλλικό δοχείο με συμπαγή τοιχώματα ή και κάγκελα σαν κλουβί. Επειδή στο στατικό ηλεκτρισμό είναι δύσκολο να επιδείξουμε πειραματικά αυτό το γεγονός, μπορούμε πάρα πολύ εύκολα να χρησιμοποιήσουμε ένα ραδιοφωνάκι με μπαταρία (τρανζίστορ) και να πιάσουμε πολύ καθαρά έναν σταθμό, έχοντας όσο δυνατό κατεβασμένη τη κεραία του ραδιοφώνου. Αν το ραδιόφωνο το τυλίξουμε σε αλουμινόχαρτο ή το βάλουμε μέσα σε μια κατσαρόλα, τότε θα διαπιστώσουμε ότι δεν θα ακούγεται τίποτε, αφού το ηλεκτρικό πεδίο μηδενίζεται. Το αξιοπερίεργο είναι ότι αν τοποθετηθεί στη κατσαρόλα, ακόμη και ανοικτό να είναι το καπάκι, το ραδιοφωνάκι δεν θα πιάνει κανέναν σταθμό, επαληθεύοντας έτσι το νόμο του Gauss συνέπεια του οποίου είναι ο κλωβός Faraday.
Μπορούμε ακόμη να επιδείξουμε αρκετά εύκολα το νόμο της αμοιβαίας επαγωγής ως εξής. Επιλέγουμε με το ραδιοφωνάκι μια περιοχή ώστε να μην πιάνουμε κανένα σταθμό. Στη συνέχεια αν αναβοσβήσουμε τα φώτα, ακόμη και διπλανού δωματίου, ή αν βραχυκυκλώσουμε μια μπαταρία 4,5V ή 9V, θα ακούσουμε αρκετά δυνατά να δημιουργούνται παράσιτα στο ραδιοφωνάκι. Έτσι εάν γνωρίζαμε τον κώδικα μορς θα μπορούσαμε να μεταδώσουμε ένα μήνυμα αρκετά μακριά χωρίς τη χρήση καλωδίου

Ηλεκτρόλυση

ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ:

1. Μετασχηματιστής 220-6 V
2. Μία ή δύο μπαταρίες των 4,5V
3. Σιδερένια πλακίδια 6x3 cm που μπορούμε να κόψουμε από μια τενεκεδένια κονσέρβα.
4. Ένα αλουμινένιο πλακίδιο ίδιων διαστάσεων
5. Μικρή ποσότητα χλωριούχου νατρίου (μαγειρικό αλάτι)
6. Μικρή ποσότητα δισανθρακικού νατρίου (μαγειρική σόδα)
7. Καλώδια με κροκοδειλάκια

ΕΚΤΕΛΕΣΗ:

Δραστηριότητα 1.
Γεμίσουμε ένα ποτήρι ως τη μέση με διάλυμα δισανθρακικού νατρίου 3% κατά βάρος και βυθίζουμε μέσα του τα δύο σιδερένια πλακίδια. Τα πλακίδια πρέπει να είναι παράλληλα μεταξύ και κατακόρυφα. Συνδέουμε τα ηλεκτρόδια με τη συστοιχία των δύο μπαταριών. Η ηλεκτρόλυση θα ξεκινήσει αμέσως:
$2H_20 \rightarrow 2H_2+O_2$
Μπορούμε εύκολα να προσδιορίσουμε την άνοδο και τη κάθοδο, αφού στη κάθοδο θα παράγεται η διπλάσια ποσότητα αερίου, όπως φαίνεται από τη παραπάνω αντίδραση. Επίσης στη κάθοδο ένα αναμένο σπίρτο καίει το υδρογόνο παράγοντας έναν ξερό κρότο, ενώ στην άνοδο η φλόγα γίνεται πιο λαμπρή λόγω της παρουσίας του οξυγόνου.

Δραστηριότητα 2.
Στη συνέχεια βυθίζουμε το τρίτο ηλεκτρόδιο, ανάμεσα στην άνοδο και στην κάθοδο, φροντίζοντας πάντοτε να είναι κατακόρυφο και παράλληλο προς τα άλλα ηλεκτρόδια. Παραδόξως θα παραχθούν αέρια και σ’ αυτό το ηλεκτρόδιο και μάλιστα και προς τις δύο πλευρές του. Με τον ίδιο τρόπο όπως και προηγούμενα, διαπιστώνουμε ότι οξυγόνο ελευθερώνεται από τη πλευρά του μεσαίου ηλεκτροδίου που «κοιτάζει» προς τη κάθοδο, και υδρογόνο σ’ αυτή που «κοιτάζει» προς την άνοδο. Παράγεται περισσότερο όμως κατ’ όγκο αέριο στα τρία ηλεκτρόδια απ’ ό,τι στα δύο;

Δραστηριότητα 3.
Βυθίζουμε τώρα και το τέταρτο ηλεκτρόδιο στον ηλεκτρολύτη. Τότε θα παρατηρήσουμε ότι τωρα δεν απελευθερώνεται καθόλου αέριο! Αν συνδέσουμε ένα αμπερόμετρο με το κύκλωμα θα διαπιστώσουμε ότι περνάει ελάχιστο ρεύμα από το κύκλωμα. Πως όμως ένα ηλεκτρόδιο από σίδηρο με πολύ μικρή αντίσταση μπορεί να διακόψει εντελώς το ρεύμα στο κύκλωμα;
Αυτό συμβαίνει γιατί το κάθε στοιχείο που δημιουργείται από τα δύο ηλεκτρόδια χαρακτηρίζεται από μια αντιηλεκτρεγερτική δύναμη Ε’. Έτσι στη πρώτη δραστηριότητα είχαμε για το κύκλωμα $E-E'=I_1R_{ολ}$, στη δεύτερη δραστηριότητα $E-2E'=I_2R_{ολ}$ και στη τρίτη δραστηριότητα θα είχαμε $E-3E'=I_3R_{ολ}$ εφόσον δημιουργούνται πλέον τρία στοιχεία. Επειδή όμως $E-3E'<0$ γι’ αυτό θα έχουμε $I_3=0$ και έτσι δε θα παράγεται καθόλου αέριο.

Δραστηριότητα 4.

Επαναλαμβάνουμε τη δραστηριότητα 2 χρησιμοποιώντας ως μεσαίο ηλεκτρόδιο το αλουμινένιο πλακίδιο αντί το σιδερένιο. Επιπλέον συνδέουμε σε σειρά με τη μπαταρία ένα λαμπάκι. Παρατηρούμε ότι το λαμπάκι φωτοβολεί όλο και πιο αμυδρά και μετά από 10-15 λεπτά σβήνει εντελώς. Βγάζοντας το αλουμινένιο ηλεκτρόδιο, παρατηρούμε το λαμπάκι ν' ανάβει κανονικά. Μήπως πρέπει να υποθέσουμε ότι το αλουμινένιο πλακίδιο που είναι εξαίρετος αγωγός εδώ λειτουργεί ως μονωτής;. Αν αντικαταστήσουμε τη σταθερή πηγή με εναλλασσόμενη και βάλουμε πάλι το αλουμινένιο πλακίδιο, θα παρατηρήσουμε το λαμπάκι ν' ανάβει συνεχώς και όσο και να περιμένουμε δεν θα σβήνει. Αν αντικαταστήσουμε τώρα τη πηγή με πηγή σταθερής τάσης και αντιστρέψουμε το ηλεκτρόδιο από αλουμίνιο, τότε θα παρατηρήσουμε όπως και προηγούμενα το λαμπάκι ν' ανάβει για 10-15 λεπτά και μετά να σβήνει. Αν τώρα αντικαταστήσουμε τη πηγή με εναλλασσόμενη, παρατηρούμε ότι το λαμπάκι δεν ανάβει πλέον καθόλου. Πως εξηγούνται όλα αυτά;
όταν το αλουμινένιο ηλεκτρόδιο διαρρέεται από συνεχές ρεύμα στην επιφάνειά του συμβαίνουν οι εξής αντιδράσεις:

(-) $2H^{+}+2e^{-} \rightarrow H_2$

(+) $4OH^{-}+2e^{-} \rightarrow O_2+2H_2O$

$4Al+3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$

με άλλα λόγια ολόκληρη η «θετική» πλευρά του ηλεκτροδίου μετατρέπεται σε διηλεκτρικό και το κύκλωμα διακόπτεται. Η «αρνητική» πλευρά όμως του ηλεκτροδίου διατηρεί την αγωγιμότητά της, και γι' αυτό όταν συνδέουμε το σύστημα με εναλλασσόμενο, το ρεύμα ρέει μόνο προς τη μία κατεύθυνση. Άρα το πλακίδιο που έχει οξειδωθεί μόνο προς τη μία πλευρά του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανορθωτής ρεύματος. Όταν γυρίσαμε το ηλεκτρόδιο και από την άλλη πλευρά τότε οξειδώθηκε και από τις δύο πλευρές, με αποτέλεσμα να μετατραπεί σε μονωτή. Το ηλεκτρόδιο που είναι καλυμμένο με μια λεπτή επίστρωση οξειδίου του αλουμινίου και από τις δύο πλευρές του λειτουργεί πλέον ως μονωτής.

Αν αντικαταστήσουμε το διάλυμα του δισανθρακικού νατρίου με διάλυμα χλωριούχου νατρίου, τότε θα συμβούν διαφορετικές αντιδράσεις στο ηλεκτρόδιο από αλουμίνιο και έτσι θα παρατηρήσουμε διαφορετικά πράγματα. Τώρα δεν θα δημιουργείται το στρώμα από οξείδιο του αλουμινίου και δεν θα λειτουργεί ως μονωτής από τη μία ή και τις δύο κατευθύνσεις του ρεύματος.

3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΕΠΙΔΕΙΞΗΣ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΕΠΙΔΕΙΞΗΣ

Τα πειράματα επίδειξης έχουν τα εξής πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

1. Είναι αρκετά εντυπωσιακά με αποτέλεσμα να προσελκύσουν αμέσως το ενδιαφέρον των μαθητών.
2. Είναι πιο κοντά σε πρακτικές εφαρμογές της φυσικής στη καθημερινή ζωή, με αποτέλεσμα να γίνεται πιο φανερή η σύνδεση της επιστήμης με τις πρακτικές εφαρμογές.
3. Εκτελούνται μόνο από τον καθηγητή, με αποτέλεσμα να είναι πετυχημένα και να υπάρχει και αρκετός χρόνος ερμηνείας τους από τη μεριά του καθηγητή.
4. Δεν απαιτείται να έχουμε μια συσκευή πολλές φορές αφού η εκτέλεση γίνεται μόνο από έναν.
5. Μπορούμε να εκτελέσουμε πάνω από ένα πειράματα σε μια διδακτική ώρα.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Απαιτείται ακριβός εργαστηριακός εξοπλισμός και αρκετή ώρα για το στήσιμο του πειράματος, αφού αυτό είναι αρκετά πολύπλοκο
2. Δεν ασχολούνται οι ίδιοι μαθητές με το πείραμα γι' αυτό δεν είναι εύκολο να εντοπίσουν τις δυσκολίες μιας μέτρησης ή του στησίματος μιας πειραματικής διάταξης.
3. Δεν αισθάνονται τη χαρά της δημιουργίας που προσφέρει μια προσωπική ενασχόληση και λύσιμο ενός προβλήματος.
4. Δεν είναι δυνατό να αντιληφθούν όλοι οι μαθητές τα συμπεράσματα από την εκτέλεση του πειράματος αφού δεν έχουν όλοι την ίδια θεωρητική κατάρτιση.
5. Είναι αρκετά εύκολο κάποιοι μαθητές που δεν καταλαβαίνουν τη σκοπιμότητα του πειράματος να χάσουν το ενδιαφέρον τους και να δημιουργήσουν προβλήματα στον καθηγητή.

Πρέπει να τονίσουμε ότι ο σκοπός ενός εργαστηρίου δεν πρέπει με κανένα τρόπο να εντοπίζεται στην παρουσίαση πειραμάτων επίδειξης, αφού ο σκοπός του εργαστηρίου είναι οι ίδιοι οι μαθητές να ασχοληθούν με το στήσιμο των πειραματικών διατάξεων, τη λήψη των πειραματικών δεδομένων και τη διεξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων, όπως προκύπτουν από την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων. Όλα αυτά είναι προφανές ότι δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν με τη διεξαγωγή πειραμάτων επίδειξης.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1ο

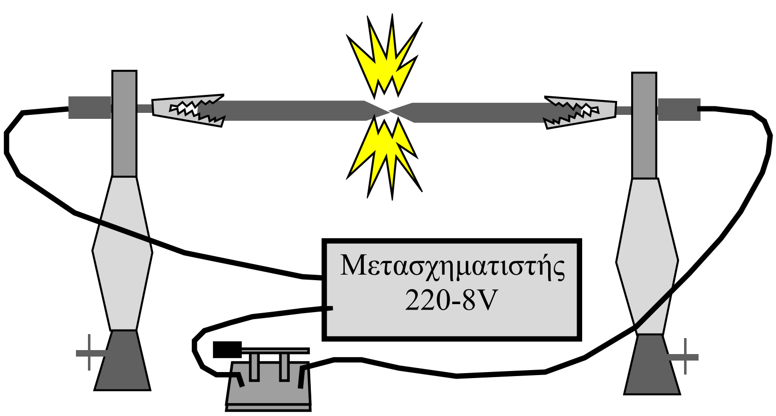
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΤΟΞΟΥ

Όργανα και υλικά που απαιτούνται:

- Μετασχηματιστής 220-8V
- Δύο βάσεις μονωτικές
- Δύο καρβουνάκια
- Καλώδια
- Κορκοδειλάκια και μπανάνες.

Εκτέλεση:

Ανοίγουμε με τη βοήθεια μιας πένσας δύο μικρές μπαταρίες (άχρηστες) των 1,5V και αφαιρούμε προσεκτικά τα καρβουνάκια χωρίς να τα σπάσουμε. Τα πλένουμε καλά με σαπούνι και αφαιρούμε με οινόπνευμα ή ασετόν τη πίσσα που περιέχουν. Τέλος τα ξύνουμε με μια ξύστρα ώστε να γίνουν μυτερά. Στη συνέχεια τα στηρίζουμε οριζόντια στις δύο μονωτικές βάσεις με τη βοήθεια δύο μπανανών και με δύο κροκοδειλάκια. Τα φέρνουμε σε τέτοια θέση ώστε ίσα να ακουμπάνε οι μύτες τους και τα τροφοδοτούμε με το δευτερεύον του μετασχηματιστή. Τότε θα παρατηρήσουμε μια πολύ έντονη λάμψη να παράγεται στο σημείο επαφής από τα δύο καρβουνάκια.



Ερμηνεία:

Η ερμηνεία που δίνεται ότι η λάμψη αυτή προέρχεται από τη καύση του άνθρακα δεν είναι σωστή, αφού αν με τη βοήθεια ενός αναπτήρα βάλουμε φωτιά στα καρβουνάκια, τότε σε καμιά περίπτωση δεν θα παραχθεί τόσο έντονη φωτοβολία.

Η τόσο έντονη φωτοβολία προέρχεται από τη μεγάλη θερμοκρασία που αναπτύσσεται στην επαφή από τα δύο καρβουνάκια. Πράγματι η αντίσταση που παρουσιάζεται στην επαφή είναι αρκετά μικρή, ώστε σύμφωνα με το νόμο του Joule $Q=V^2 t/R$ να είναι αρκετά μεγάλη, όχι όμως τόσο μεγάλη ώστε το ρεύμα να ξεπερνά τα 20A στο πρωτεύων και έτσι να ρίχνεται η ασφάλεια του εργαστηρίου. Λόγω της μεγάλης θερμότητας που αναπτύσσεται αυξάνεται αρκετά και η θερμοκρασία στην επαφή, με αποτέλεσμα να έχουμε ιονισμό καθώς και διέγερση των ατόμων του C. Λόγω όμως της μεγάλης θερμοκρασίας έχουμε και οξείδωση του άνθρακα. Γι' αυτό χρειάζεται μετά από κάποια ώρα τα ξαναξήσουμε τις μύτες, αφού μαζεύονται άκαυστες ουσίες (στάχτη) και ελαττώνεται η ακτινοβολία.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2ο

Το Λιώσιμο Ενός Καρφιού Με Τη Βοήθεια Του Ηλεκτρισμού

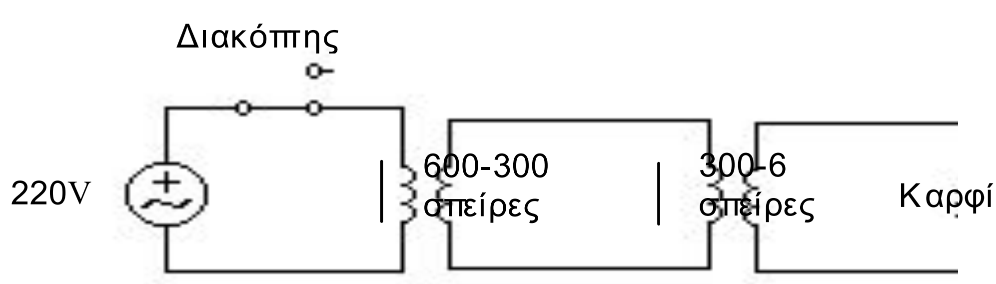
Όργανα και υλικά που απαιτούνται:

- Μετασχηματιστής 220-110V ή δύο πηνία 300 και 600 σπειρών με κοινό πυρήνα και βάση.
- Πηνίο 300 σπειρών
- Πηνίο 6 σπειρών
- Βάση λυόμενου μετασχηματιστή
- Πυρήνας σχήματος U
- Διακόπτης μπουτόν
- Ένα καρφί
- Καλώδια
- Κροκοδειλάκια και μπανάνες.

Εκτέλεση:

Εάν δεν διαθέτουμε μετασχηματιστή 220-110V μπορούμε να φτιάξουμε με δύο πηνία 600 και 300 σπειρών και με πυρήνα σχήματος U.

Συναρμολογούμε τη παρακάτω διάταξη και τη τροφοδοτούμε με ρεύμα. Σε πολύ λίγο χρονικό διάστημα παρατηρούμε το καρφί να ερυθροπυρώνεται και στη συνέχεια να λιώνει και το κύκλωμα να διακόπτεται. Τα θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος εμφανίζονται εδώ με τον πιο εντυπωσιακό τρόπο.



Ερμηνεία:

Λόγω του μεγάλου λόγου μετασχηματισμού, έχουμε τελικά στο καρφί να εμφανίζεται στα άκρα του μικρή τάση της τάξεως μερικών Volt ενώ αντίθετα το ρεύμα που το διαρρέει είναι αρκετά μεγάλο, τόσο ώστε να προκαλέσει αυτά τα θερμικά αποτελέσματα. Αντίθετα το ρεύμα στο πρωτεύων δεν ξεπερνάει τα 20Α γι’ αυτό δεν πέφτει και η ασφάλεια.

ΠΕΙΡΑΜΑ 3ο

Πως μπορούμε ν' ακούσουμε το εναλλασσόμενο ρεύμα, ή να δούμε τη φωνή μας.

Όργανα και υλικά που απαιτούνται:

- Γεννήτρια ακουστικών συχνοτήτων.
- Παλμογράφος.
- Μικρόφωνο ή μεγάφωνο.
- Καλώδια.

Εκτέλεση:

Συνδέουμε τη γεννήτρια ακουστικών συχνοτήτων με τον παλμογράφο. Στη συνέχεια μεταβάλλουμε το πλάτος και τη συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης και βλέπουμε στον παλμογράφο τις μεταβολές που υφίστανται οι κυματομορφές. Έτσι καταλαβαίνουμε την εξάρτηση της έντασης του ήχου από το πλάτος της συνάρτησης, καθώς και την εξάρτηση του τόνου του ήχου από τη συχνότητα της συνάρτησης. Αν δεν διαθέτουμε γεννήτρια και παλμογράφο, μπορούμε με έναν υπολογιστή που είναι εφοδιασμένος με κάρτα ήχου και μικρόφωνο, να εκτελέσουμε το ίδιο πείραμα αφού διαθέτουμε από πλευράς λογισμικού ένα sheraware πρόγραμμα ήχου όπως το goldwave. Σ' αυτή τη περίπτωση αρκεί να γράψουμε τη συνάρτηση sin(1000*t) οπότε στη συνέχεια μπορούμε να τη δούμε και να την ακούσουμε. Το ίδιο μπορούμε να κάνουμε με τη φωνή μας, αφού τη μαγνητοφωνήσουμε.

ΠΕΙΡΑΜΑ 4ο

Συντονισμός σε κύκλωμα R-L-C

Πως μπορούμε να μεταβάλλουμε τη φωτεινότητα από ένα λαμπάκι κουνώντας απλώς ένα σιδερένιο πυρήνα.

Όργανα και υλικά που απαιτούνται:

- Μετασχηματιστής 220-4 V ή ο μετ/στής ΗΛ 460.0 ή ο ΗΛ 465.0 ή ο 465.1.
- Πηνίο σχολικό 600 σπειρών ΗΛ 360.0.
- Μακρύς πυρήνας ΗΛ 400.0.
- Πυκνωτής εμπορίου 220μF - 16V Ηλεκτρολυτικός
- Λαμπάκι του εμπορίου 4,8V - 0,5A
- Καλώδια με κροκοδειλάκια.

Εκτέλεση:

Πραγματοποιούμε το κύκλωμα του σχήματος. Στη συνέχεια μετακινώντας τον πυρήνα, θα παρατηρήσουμε ότι υπάρχει όταν ο πυρήνας είναι έξω από το πηνίο το λαμπάκι ανάβει αμυδρά. Βάζοντας σιγά - σιγά τον πυρήνα μέσα στο πηνίο παρατηρούμε το λαμπάκι να ανάβει όλο και πιο έντονα, έως κάποια συγκεκριμένη θέση. Στη συνέχεια εισάγοντας ακόμη περισσότερο τον πυρήνα στο πηνίο, παρατηρούμε ότι η φωτοβολία από το λαμπάκι αρχίζει να μειώνεται. Όταν ο πυρήνας μπει όλος μέσα στο πηνίο, το λαμπάκι ανάβει πάλι αμυδρά.

Εξήγηση:

Η δυσκολία της επιτυχίας του πειράματος ήταν στο να προσδιορίσουμε τη κατάλληλη χωρητικότητα πυκνωτή, ώστε να έχουμε συντονισμό σε κάποια ενδιάμεση θέση του πυρήνα στο πηνίο. Αν χρησιμοποιούσαμε άλλης χωρητικότητας πυκνωτή, τότε θα παρατηρούσαμε το λαμπάκι να ανάβει εντονότερα όταν έμπαινε ο πυρήνας ή και το ανάποδο. Στη θέση που ανάβει έντονα το λαμπάκι έχουμε συντονισμό, δηλαδή τη μικρότερη εμπέδηση στο κύκλωμα. Και αυτό συμβαίνει όταν

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{4\pi^2 \nu^2 C} = 144mH$$

Για την επαλήθευση της παραπάνω σχέσης, μπορούμε να μετρήσουμε τη τάση στα άκρα του πηνίου καθώς και το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα, οπότε να βρούμε την εμπέδησή του. Στη συνέχεια να μετρήσουμε την ωμική αντίσταση με ένα ωμόμετρο, ή μετρώντας πάλι το πηλίκο της τάσης προς το ρεύμα, αφαιρώντας τον πυκνωτή και τροφοδοτώντας το κύκλωμα με σταθερή τάση. Από τη σχέση:

$$Z_L = \sqrt{R^2 + (2\pi\nu L)^2} = \frac{V_{\pi\eta\nu}}{I_{\pi\eta\nu}}$$

Μπορούμε πάλι να προσδιορίσουμε τον συντελεστή αυτεπαγωγής του πηνίου στο συντονισμό και να τον συγκρίνουμε με τη προηγούμενη τιμή.

ΠΕΙΡΑΜΑ 5ο

Διακρότημα

Πως μπορούμε να δούμε και ν' ακούσουμε ένα διακρότημα .

Όργανα και υλικά που απαιτούνται:

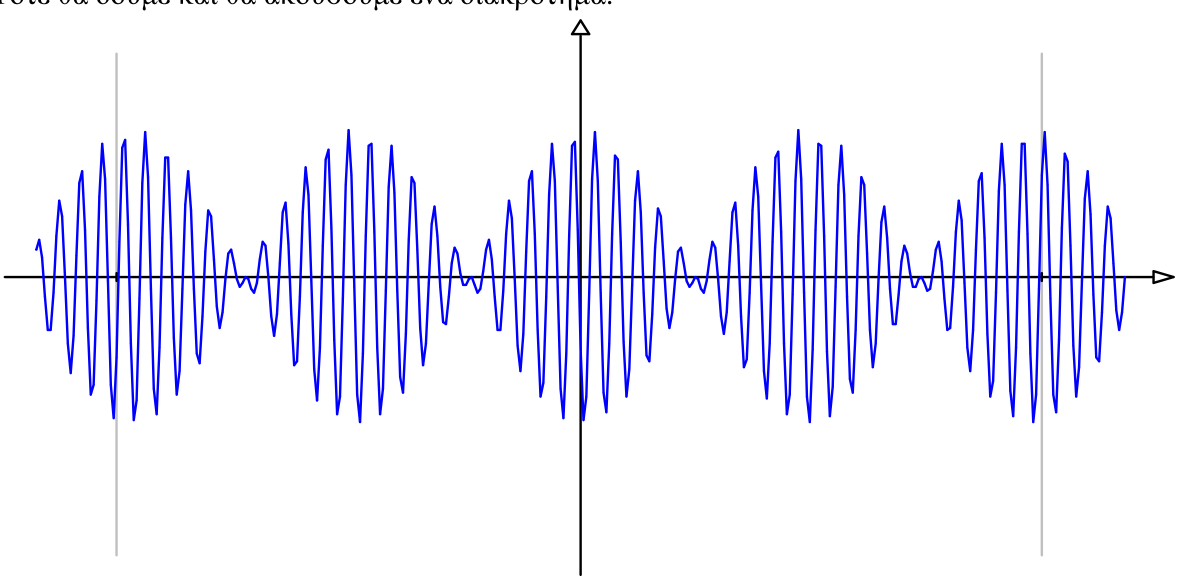
- Δύο γεννήτριες ακουστικών συχνοτήτων.
- Παλμογράφος διπλής ή απλής δέσμης.
- Μεγάφωνο.
- Ενισχυτής ακουστικών συχνοτήτων (προαιρετικά)
- Καλώδια με μπανάνες και προμπ για τον παλμογράφο

Εκτέλεση:

Θέτουμε τις γεννήτριες σε λειτουργία και ρυθμίζουμε την έξοδό τους έτσι ώστε να έχουν την ίδια τάση και με παραπλήσιες συχνότητες. Συνδέουμε τις εξόδους των γεννητριών σε σειρά όπως στο σχήμα και τοποθετούμε και τον παλμογράφο. Τότε θα παρατηρήσουμε στην οθόνη του παλμογράφου την χαρακτηριστική καμπύλη του διακροτήματος όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αν τοποθετήσουμε παράλληλα με την είσοδο του παλμογράφου και ένα μεγαφωνάκι, τότε θα ακούμε συγχρόνως και τον ήχο του διακροτήματος. Μπορείτε να τοποθετείστε τις συχνότητες των γεννητριών στα 1600Hz και 1700 Hz. Αν η μέγιστη τάση που βγάζουν οι γεννήτριες είναι αρκετά μικρή, τότε θα πρέπει ή να τοποθετήσετε κρυσταλλικό μεγαφωνάκι μικρής ισχύος ή κάποιον ακουστικό ενισχυτή.
Αν δεν διαθέτουμε γεννήτριες και ηλεκτρονικό παλμογράφο μπορούμε να εκτελέσουμε το πείραμα, αν διαθέτουμε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή εφοδιασμένο με κάρτα ήχου και το shareware πρόγραμμα goldwave. Αρκεί να γράψουμε την εξίσωση του διακροτήματος:

0.3*sin(10000*t)+ 0.3*sin(10001*t)

Τότε θα δούμε και θα ακούσουμε ένα διακρότημα.



ΠΕΙΡΑΜΑ 6ο

Αναπηδώντες δακτύλιοι

Μηδενίζοντας τις τριβές

Όργανα και υλικά που απαιτούνται:

- Τροφοδοτικό με τάση σταθερή ή εναλλασσόμενη από 30V έως 110V. Όσο πιο μεγάλη τάση διαθέτουμε τόσο εντυπωσιακότερο γίνεται το πείραμα.
- Πηνίο 300 σπειρών.
- Πυρήνας μακρύς για το παραπάνω πηνίο
- Διακόπτης.
- Δακτύλιος από αλουμίνιο.
- Καλώδια σύνδεσης με μπανάνες ή κροκοδειλάκια.

Εκτέλεση:

Τροφοδοτούμε το πηνίο των 300 σπειρών με τάση 110V εναλλασσόμενη μέσω μετασχηματιστή και ενός διακόπτη. Βάζουμε το δακτυλίδι από το αλουμίνιο και κλείνουμε το διακόπτη. Παρατηρούμε ότι κλείνοντας το διακόπτη, το δακτυλίδι πετάγεται τουλάχιστον 30cm πάνω από το πηνίο. Μπορούμε στη συνέχεια να βάλουμε στο πηνίο ένα κυλινδρικό χαρτόνι (το εσωτερικό από τα χαρτιά κουζίνας) το οποίο είναι λίγο μικρότερο από τη διάμετρο του αλουμινένιου δακτυλίου. Τότε παρατηρούμε ότι αν τροφοδοτήσουμε με εναλλασσόμενη τάση της τάξης των 50V το πηνίο, ο δακτύλιος αιωρείται !!! Το εντυπωσιακό είναι ότι μετά από λίγη ώρα αιώρησης, ο δακτύλιος λόγω των επαγωγικών ρευμάτων έχει θερμανθεί αρκετά. Η θεωρητική ερμηνεία της αιώρησης του δακτυλίου είναι αρκετά δύσκολη και αναφέρεται στο τέλος των σημειώσεων, αφού αυτή κρύβει κάποιες εκπλήξεις.

4 ΕΚΠΛΗΞΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΩΣ ΧΩΡΟΣ ΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Φέτος για πρώτη φορά λειτούργησε στο νομό μας ΕΚΦΕ. Η ενασχόλησή μας με το εργαστήριο, μας απέδειξε για άλλη μια φορά τον μεγάλο ρόλο που παίζουν οι πειραματικές διαδικασίες στην εκμάθηση των φυσικών επιστημών. Και αυτό γιατί και σε μας τους ίδιους δημιουργήθηκαν από τη πρώτη στιγμή ερωτήματα που μας βασάνισαν λίγο ή πολύ και που μας έκαναν για μια ακόμη φορά να καταλάβουμε ότι η φυσική ποτέ δεν μαθαίνεται και πάντα κάτι θα υπάρχει που να δημιουργεί την έκπληξη.

Η ΠΡΩΤΗ ΕΚΠΛΗΞΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΠΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Το φαινόμενο της πτώσης των σωμάτων είναι ένα πάρα πολύ σύνηθες - τετριμμένο φαινόμενο, το οποίο από πρώτη άποψη ίσως και να μην θεωρείται τόσο σημαντικό να μελετηθεί. Είναι όμως εντυπωσιακό, ότι η μελέτη και ερμηνεία ενός τόσο απλού φαινομένου κρύβει πίσω της όλο το οικοδόμημα της κλασικής μηχανικής, που ερμήνευσε άλλα πολύ πιο σύνθετα φαινόμενα, όπως τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, την άμπωτη και την παλίρροια και τόσα άλλα.
Ο πρώτος που μελέτησε πειραματικά την πτώση των σωμάτων ήταν ο Γαλιλαίος. Και ο πρώτος που ερμήνευσε σωστά αυτή τη πτώση, ήταν ο Νεύτωνας. Αλλά γιατί άργησε τόσο πολύ η ανθρωπότητα για να μελετήσει ένα τόσο απλό "φαινόμενο" ;
Το συμπέρασμα από αυτό το γεγονός είναι ότι «απλά» φαινομενικά γεγονότα, κρύβουν τεράστιες πολυπλοκότητες και δυσκολίες μελέτης και ερμηνείας. Ας θυμηθούμε αντίστοιχα, πόσο άργησε η ανθρωπότητα να ερμηνεύσει τη παρατήρηση του Θαλή με το κεχριμπάρι. Η πειραματική δυσκολία της μελέτης της πτώσης των σωμάτων έγκειται βασικά στη δυσκολία μέτρησης του χρόνου. Φανταστείτε ότι η πτώση ενός σώματος από ύψος 2m διαρκεί περίπου 0,7sec.
Στην ερώτηση ποια σώματα πέφτουν πιο γρήγορα, η συνηθισμένη απάντηση των μαθητών είναι «μα φυσικά τα πιο βαριά». Το πείραμα όμως του φύλου του τετραδίου που το αφήνουμε να πέσει μαζί με ένα άλλο φύλο το οποίο όμως το έχουμε τσαλακώσει και του έχουμε δώσει το σχήμα της σφαίρας, φέρνει σε αμηχανία τους μαθητές. Δύο σώματα που προφανώς έχουν το ίδιο βάρος δεν πέφτουν ταυτόχρονα. Τελικά ποια σώματα πέφτουν πιο γρήγορα; Από τι τέλος πάντων εξαρτάται ο χρόνος πτώσης των σωμάτων; Την απάντηση θα τη δώσουμε αν εξετάσουμε σε βάθος την πτώση των σωμάτων στον αέρα.

Αν αφήσουμε να πέσει ένα σώμα, στο σώμα ασκούνται δύο δυνάμεις εφ' όσον την άνωση μπορούμε να τη θεωρήσουμε αμελητέα. Το βάρος του και η αντίσταση του αέρα. Αν η ταχύτητα του σώματος είναι μικρή, τόση ώστε να μη δημιουργούνται στρόβιλοι, η αντίσταση του αέρα δίνεται από τη σχέση:

$$F_{αν} = Kηu \qquad (1)$$

Ο συντελεστής K εξαρτάται από το σχήμα του σώματος. Για παράδειγμα, αν έχουμε σφαίρα ακτίνας R, μετά από κοπιώδεις υπολογισμούς βρίσκουμε

$$K = 6πR \qquad (2)$$

Η σχέση (1) λέγεται ***νόμος του Stokes***

Η σταθερά « η » λέγεται συντελεστής ιξώδους και μετριέται σε $Nm^{-2}s$ = Pas. Η τιμή αυτής της σταθεράς στον αέρα εξαρτάται από τη θερμοκρασία του αέρα και είναι :

αέρας 0^0C	$1{,}71 \times 10^{-5}$ Pas
αέρας 20^0C	$1{,}81 \times 10^{-5}$ Pas
αέρας 40^0C	$1{,}90 \times 10^{-5}$ Pas

Έτσι ο θεμελιώδης νόμος της μηχανικής γράφεται:

$$mg - 6πRηu = ma \qquad a = g - \frac{6πRηu}{m} \qquad (3)$$

$$a = g - \frac{9ηu}{2dR^2}$$

Από τη παραπάνω σχέση παρατηρούμε ότι η επιτάχυνση, άρα και ο χρόνος πτώσης, για μια σφαιρική μάζα, εξαρτάται τόσο από τη μάζα, όσο και από την ακτίνα της σφαίρας. Για να πέφτει το σώμα με επιτάχυνση όσο δυνατό μεγαλύτερη, θα πρέπει να έχει όσο δυνατό μικρότερη ακτίνα και όσο δυνατό μεγαλύτερη μάζα. Αν δηλαδή αφήσουμε δύο σφαίρες με την ίδια ακτίνα, θα πέσει γρηγορότερα η σφαίρα με τη μεγαλύτερη μάζα, ενώ αν αφήσουμε δύο σφαίρες ίδιας μάζας, θα πέσει γρηγορότερα αυτή που έχει μικρότερη ακτίνα.

Αλλά για μια στιγμή! Είναι όντως έτσι τα πράγματα; για να κάνουμε μια εκτίμηση των μεγεθών. Ας πούμε ότι αφήνουμε μια σφαίρα από ύψος 10m. Η ταχύτητα που θα αποκτήσει η σφαίρα με ελεύθερη εκτίμηση (αν δεν λάβουμε υπ' όψη μας την αντίσταση του αέρα) είναι της τάξεως του:

$$u = \sqrt{2gh} = 14\frac{m}{s}$$

Άρα αν αφήσουμε μια σφαίρα ακτίνας 1cm από ύψος περίπου 10m η οποία έχει πυκνότητα:

$d = 11{,}3 \quad 10^3\ Kg/m^3$

άρα $\dfrac{9ηu}{2dR^{2}} = \dfrac{9 \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-5} \cdot 14}{2 \cdot 11{,}3 \cdot 10^{3} 10^{-4}}$ m/s^2 $\qquad 10^{-3}\ m/s^2 \ll g$

Άρα παρατηρούμε ότι πρακτικά οι σφαίρες θα πέφτουν ταυτόχρονα με επιτάχυνση g ανεξάρτητα της μάζας και της ακτίνας τους. Αυτό το συμπέρασμα μπορούμε να το επιβεβαιώσουμε αφήνοντας ταυτόχρονα από κάποιο ύψος μια μπάλα του μπάσκετ, έναν βόλο ξύλινο και έναν βόλο σιδερένιο ή μολύβδινο. Αν οι υπολογισμοί μας είναι σωστοί, θα πρέπει να πέσουν ταυτόχρονα!!!

Αν όμως το σχήμα του σώματος δεν είναι σφαιρικό, τότε η σταθερά K δεν είναι ίση με 6πR και το πρόβλημα γίνεται αρκετά πιο πολύπλοκο, αφού μπορεί να δημιουργούνται και στρόβιλοι και έτσι ο νόμος της τριβής του Stokes να μην ισχύει. Αν ακόμη αφήσουμε τις σφαίρες από πολύ μεγάλο ύψος, τότε πάλι η ροή από στρωτή γίνεται τυρβώδης και έτσι ο νόμος του Stokes παύει να ισχύει. Τότε η τριβή γίνεται ανάλογη του τετραγώνου ή και του κύβου της ταχύτητας. Άρα ο ισχυρισμός ότι όλα τα σώματα πέφτουν ταυτόχρονα είναι εν' μέρει σωστός και ισχύει αρκεί τα σώματα να είναι σφαιρικά και ν' αφήνονται από μικρά σχετικά ύψη.

Συνεχίζοντας τη μελέτη μας, θα μελετήσουμε τη πτώση των σωμάτων όταν η αντίσταση του αέρα είναι της μορφής $A=ku^2$. Αυτό συμβαίνει όταν η ροή του αέρα γύρω από το σώμα είναι τυρβώδης. Δηλαδή όταν σχηματίζονται στρόβιλοι. Τότε ο νόμος του Νεύτωνα για το σώμα γράφεται:

$$ma = mg - ku^2 \rightarrow m\frac{du}{dt} = mg - ku^2 \rightarrow \frac{mdu}{mg-ku^2} = dt \rightarrow \frac{m}{(\sqrt{mg})^2-(\sqrt{k}u)^2}du = dt \rightarrow$$

$$\frac{(\sqrt{mg}-u\sqrt{k})+(\sqrt{mg}+u\sqrt{k})}{(\sqrt{mg}-u\sqrt{k})(\sqrt{mg}+u\sqrt{k})}\cdot\frac{1}{2}\sqrt{\frac{m}{g}} = dt \rightarrow \left[\frac{1}{(\sqrt{mg}-u\sqrt{k})}+\frac{1}{(\sqrt{mg}+u\sqrt{k})}\right]\cdot\frac{1}{2}\sqrt{\frac{m}{g}} = dt$$

ολοκληρώνοντας τη παραπάνω ισότητα έχουμε:

$$\frac{1}{2}\cdot\sqrt{\frac{m}{g}}\left[\int\frac{du}{\sqrt{mg}+u\sqrt{k}}+\int\frac{du}{\sqrt{mg}-u\sqrt{k}}\right] = t+c \rightarrow \frac{1}{2}\cdot\sqrt{\frac{m}{g}}\frac{1}{\sqrt{k}}\ln\frac{\sqrt{mg}+u\sqrt{k}}{\sqrt{mg}-u\sqrt{k}} = t+c \rightarrow$$

$$\rightarrow \ln\frac{\sqrt{mg}+u\sqrt{k}}{\sqrt{mg}-u\sqrt{k}} = 2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t + 2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot c \rightarrow \frac{\sqrt{mg}+u\sqrt{k}}{\sqrt{mg}-u\sqrt{k}} = e^{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t}\cdot e^{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot c} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{\sqrt{mg}+u\sqrt{k}}{\sqrt{mg}-u\sqrt{k}} = c_1 e^{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t} \rightarrow$$

$$u = \sqrt{\frac{mg}{k}}\cdot\frac{c_1 e^{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t}-1}{c_1 e^{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t}+1}$$

επειδή για $t=0$ έχουμε $u=0$ η σταθερά $c_1=1$ οπότε ο τελικός τύπος γίνεται:

$$\boxed{u = \sqrt{\frac{mg}{k}}\cdot\frac{e^{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t}-1}{e^{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t}+1}}$$

Τώρα μπορούμε να βρούμε τη συνάρτηση του διανυόμενου διαστήματος με το χρόνο από τον ορισμό της ταχύτητας. Πριν κάνουμε αυτό μπορούμε να διερευνήσουμε λίγο τη παραπάνω σχέση και να δούμε πως μετατρέπεται όταν k 0.

Τότε από τη σχέση e^x 1+x όταν χ 0 έχουμε :

$$u=\sqrt{\frac{mg}{k}}\cdot\frac{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\,t+1-1}{2+2\sqrt{\frac{gk}{m}}\,t}\approx\sqrt{\frac{mg}{k}}\cdot\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t=gt$$

Που δεν είναι τίποτε άλλο από το γνωστό τύπο της ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης. Αυτό δείχνει ότι είμαστε στο σωστό δρόμο. Συνεχίζοντας λοιπόν έχουμε:

$$u=\frac{dh}{dt}\rightarrow dh=udt\rightarrow h=\int udt+c\rightarrow h=\int\sqrt{\frac{mg}{k}}\cdot\frac{e^{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t}-1}{e^{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t}+1}dt+c\rightarrow$$

$$\boxed{h=\frac{m}{k}\ln\left(\frac{e^{2\sqrt{\frac{gk}{m}}\cdot t}+1}{2}\right)-\sqrt{\frac{mg}{k}}\cdot t}$$

Μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε το σωστό του αποτελέσματος, παραγωγίζοντας τη παραπάνω σχέση και εξάγοντας τη προηγούμενη ταχύτητα. Για να έχουμε τώρα κάποια χειροπιαστά αποτελέσματα, πρέπει να βρούμε από τη βιβλιογραφία, κάποια τιμή για το k και μάλιστα για σφαιρικά σώματα.
Η θεωρία για τη τιμή του k δίνει τη σχέση:

$$k \quad C \quad S\,\frac{d}{2}$$

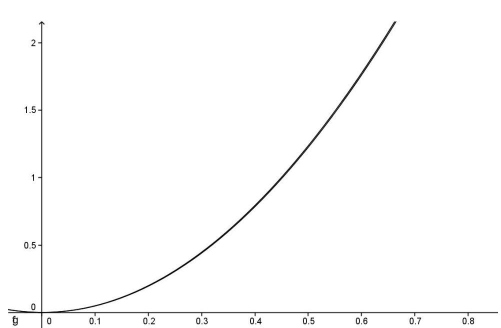
όπου:

$C_{αντ}$ = μια σταθερά που εξαρτάται από το σχήμα του σώματος.
S = το εμβαδόν της μετωπικής επιφάνειας του σώματος.
d = η πυκνότητα του αέρα.

Η πυκνότητα του αέρα είναι d = 1,25Kg/m^3

Για ένα σώμα σφαιρικού σχήματος το $C_{αντ}$ 0,2. Έτσι εμείς θα μελετήσουμε τη πτώση δύο σωμάτων, υποθέτοντας ότι η αντίσταση του αέρα μεταβάλλεται με τον ανωτέρω τρόπο. Το πρώτο σώμα είναι ένα μπαλάκι του πινγκ-πονγκ με m=2gr και Δ = 2cm και το άλλο μια μπάλα του μπάσκετ, με m=0,5Kgr και Δ = 30cm. Για το πρώτο σώμα βρίσκουμε σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο k 393 10^{-7} Ns^2/m^2 και για το δεύτερο k 884 10^{-5} Ns^2/m^2.

Κάνοντας τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις y=f(t) παρατηρούμε ότι ταυτίζονται, άρα βγάζουμε το συμπέρασμα ότι θεωρητικά περιμένουμε το μπαλάκι του πινγκ- πονγκ να πέφτει ταυτόχρονα με τη μπάλα του μπάσκετ. Αυτό που μένει είναι να κάνουμε το πείραμα και να δούμε αν επαληθεύεται ή όχι η θεωρία.



Η ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΚΠΛΗΞΗ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Η έκπληξη αυτή προήλθε από το πείραμα του Γαλιλαίου όταν αντικαταστήσαμε το κεκλιμένο με ένα σύστημα που είχε ένα αυλάκι το οποίο χρησιμοποιείται για τη τοποθέτηση των μοκετών. Τότε έκπληκτοι παρατηρήσαμε ότι ανεξαρτήτως της μάζας που είχανε οι σφαίρες, οι μικρότερες πήγαιναν πιο κοντά, δηλώνοντας εμφανώς ότι αποκτούσαν μικρότερη ταχύτητα. Μια λεπτομερέστερη ανάλυση της κίνησης κάθε σφαίρας, μας φανερώνει ότι η κάθε σφαίρα περιστρέφεται γύρω από τον στιγμιαίο άξονα περιστροφής χχ' που αποτελεί τον άξονα του χείλους της αύλακας. Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας για μια σφαίρα έχουμε:

$$mgH = \frac{1}{2} I_{\mathrm{XX'}} \omega^2 \rightarrow mgH = \frac{1}{2}(I_{\kappa\varepsilon\nu\tau\rho o\upsilon} + m(\mathrm{OB})^2)\frac{u^2}{(OB)^2}$$

Στη παραπάνω σχέση χρησιμοποιήσαμε το θεώρημα Steiner. Ως γνωστό η ροπή αδράνειας της σφαίρας ως προς το κέντρο της δίνεται από τη σχέση Θ=2/5 MR^2 οπότε η παραπάνω σχέση γράφεται:

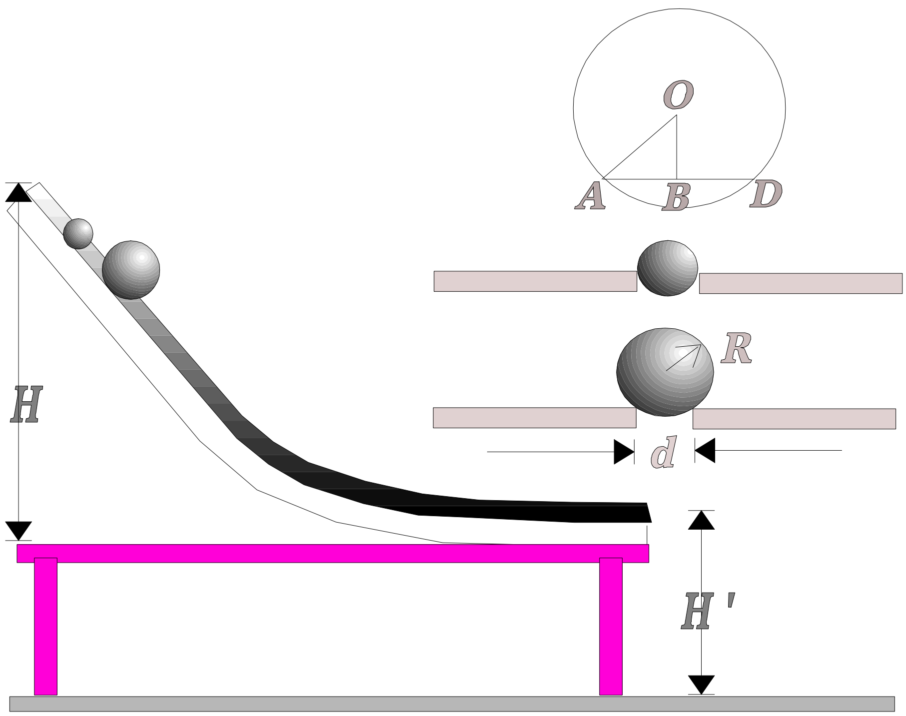
$$mgH = \frac{1}{2}[\frac{2}{5}mR^2 + m(OB)^2] \cdot \frac{u^2}{(OB)^2} = mu^2[\frac{1}{5}\frac{R^2}{(OB)^2} + \frac{1}{2}] = u^2[\frac{1}{5} \cdot \frac{R^2}{R^2 - (AB)^2} + \frac{1}{2}]$$

Συνεχίζοντας λίγο με τις πράξεις έχουμε:

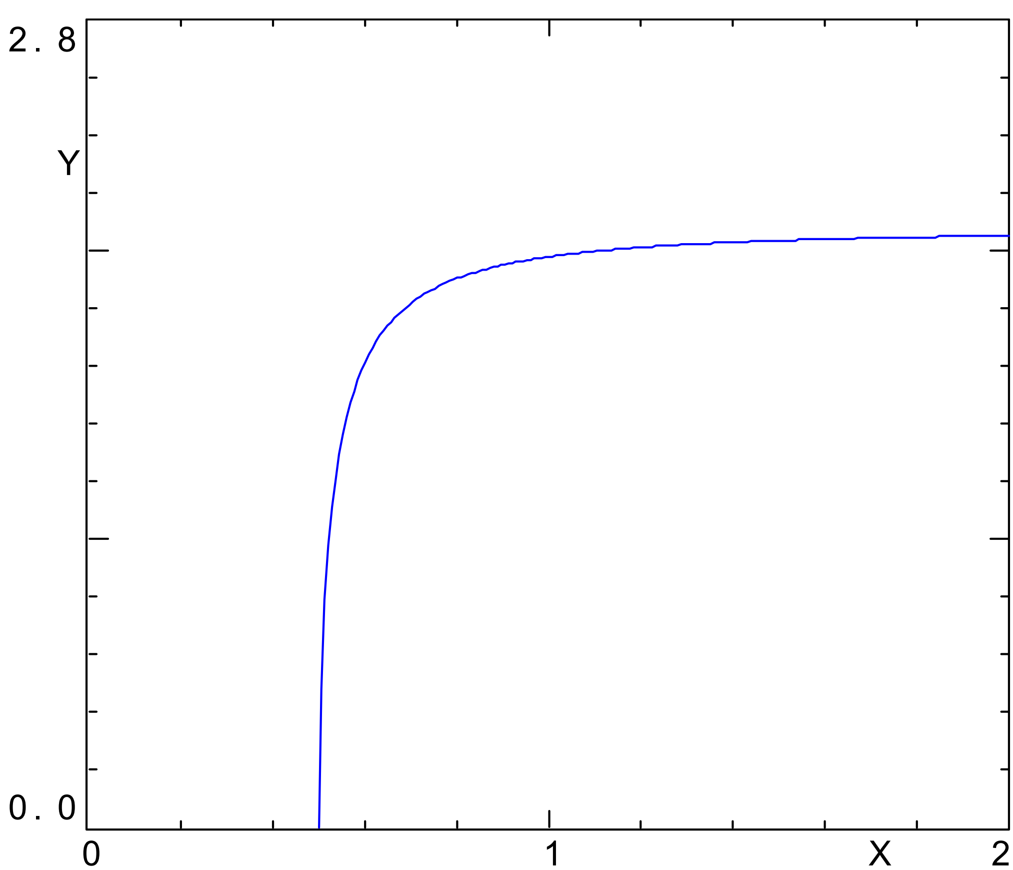
$$mgH = mu^2[\frac{7R^2 - 5(AD)^2/4}{10R^2 - 10(AD)^2/4}] = mu^2 \frac{28R^2 - 5(AD)^2}{40R^2 - 10(AD)^2} = mu^2 \frac{28x^2 - 5}{40x^2 - 10}$$

άρα τελικά έχουμε:

$$\boxed{u = \sqrt{gH\,\frac{40x^2 - 10}{28x^2 - 5}} \qquad \text{όπου } \chi = R/AD > 1/2}$$



Κάνοντας τη γραφική παράσταση της παραπάνω σχέσης με H=30 cm θα πάρουμε την παρακάτω γραφική παράσταση με χ > ½



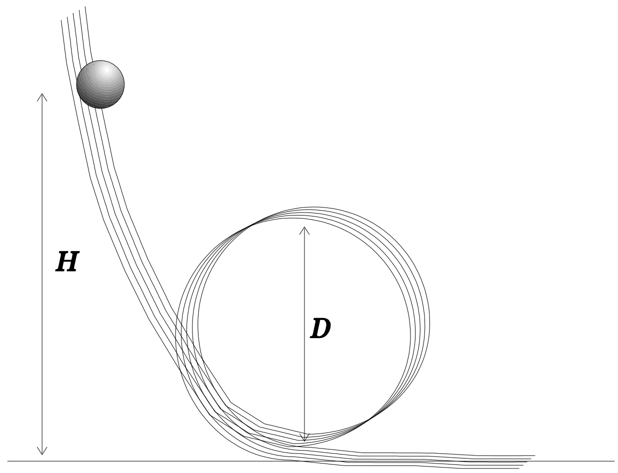
Από τη παραπάνω γραφική παράσταση φαίνεται ότι έχουμε μεγάλη αλλαγή στη ταχύτητα της σφαίρας όταν το χ μεταβάλλεται από το 1/2 έως το 1. Παίρνοντας τώρα το βεληνεκές της οριζόντιας βολής από τον τύπο $S = V \cdot \sqrt{\frac{2H'}{g}}$ Έχουμε:

1. για D<<R V=2,07m/s και S_1=71cm
2. για D=R V=1.97m/s και S_2=68cm
3. για D=1,4R V=1.82m/s και S_3=63cm

Τέτοιες ακριβώς μεταβολές στο βεληνεκές παρατηρήθηκαν και στο πείραμα, αφήνοντας διαδοχικά σφαίρες με μικρότερες συνεχώς ακτίνες.

Η τρίτη έκπληξη στη μηχανική

Πραγματοποιώντας το γνωστό πείραμα της ανακύκλωσης, μετρήσαμε D=18cm και H_{min}=25cm.



Οι μετρήσεις αυτές αποκλίνουν από τη σχέση που προβλέπει η θεωρία ότι H=5/2R=1,25D αφού Ή=1,25 18cm=22,5cm με ποσοστιαίο λάθος $x\% = \left|\frac{\mathrm{H} - \mathrm{H}'}{\mathrm{H}'}\right| \cdot 100 \rightarrow x = 11\%$

Σφάλμα το οποίο βρίσκεται έξω από τα πειραματικά σφάλματα. Έτσι είναι δύσκολο να ερμηνεύσουμε αυτό το σφάλμα, εκτός αν το σφάλμα δεν βρίσκεται στο πείραμα, αλλά στη θεωρία. Πράγματι η κίνηση της μπίλιας σαφώς φαίνεται ότι είναι κύλιση. Έτσι στο ανώτατο σημείο (2) θα έχει εκτός από την κινητική ενέργεια λόγω μεταφοράς και κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής. Έτσι εφαρμόζοντας την Α.Δ.Μ.Ε ανάμεσα στα σημεία (1) και (2) θα έχουμε:

$$mgH = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 + mg2R \rightarrow mgH = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{2}{5}mR^2\frac{V^2}{R^2} + mg2R$$

Άρα:

$$gH = \frac{1}{2}V^2 + \frac{1}{5}V^2 + g2R \qquad \text{οπότε} \qquad gH = \frac{7}{10}V^2 + g2R \quad (1)$$

Στο ανώτατο σημείο της τροχιάς έχουμε:

$$T + B = m\frac{V^2}{R} \rightarrow T = m\frac{V^2}{R} - mg > 0 \rightarrow V^2 > gR \qquad (2)$$

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε:

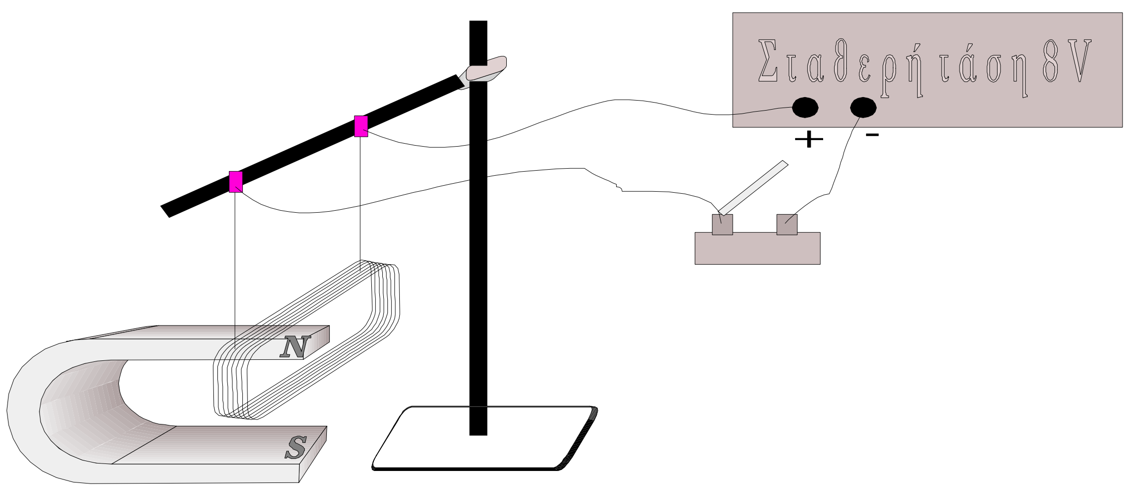
$$H > \frac{7}{10}R + 2R \rightarrow H > \frac{27}{10}R \rightarrow H > 1{,}35D$$

Οπότε H=1,35 18cm=24,3cm πολύ πιο κοντά στο πειραματικό αποτέλεσμα 25cm. Σφάλμα ~3%

ΕΚΠΛΗΞΕΙΣ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ

Η ΠΡΩΤΗ ΕΚΠΛΗΞΗ

Ας αρχίσουμε με το κλασικό πείραμα του αιωρούμενου πηνίου που έχει ως σκοπό να δείξει τη δύναμη LAPLACE που ασκείται από τον πεταλοειδή μαγνήτη στον ρευματοφόρο αγωγό που αποτελεί τις σπείρες του αιωρούμενου πηνίου. Μπορούμε ακόμη να επιδείξουμε το νόμο του BIOT-SAVART αφού όταν το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα συμπεριφέρεται ως ένας ραβδόμορφος μαγνήτης μικρού μήκους. Έτσι θα έχουμε αλληλεπίδραση δύο μαγνητών. Κλείνοντας τον διακόπτη παρατηρήσαμε μια έντονη έλξη του πηνίου από τον πεταλοειδή μαγνήτη. Η έκπληξη ήλθε όταν αντιστρέψαμε τη φορά του ρεύματος και περιμέναμε πλέον, όταν κλείσουμε τον διακόπτη, να παρατηρήσουμε έντονη άπωση, αφού σ' αυτή τη περίπτωση η δύναμη LAPLACE θα άλλαζε φορά, ή ισοδύναμα οι δύο μαγνήτες θα είχαν πλέον κοντά τους ομώνυμους πόλους τους.

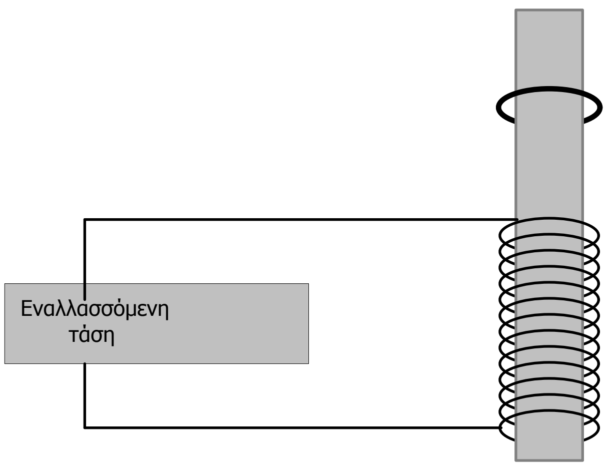


Η έκπληξη ήλθε όταν είδαμε ότι αντί να έχουμε άπωση όπως περιμέναμε, είχαμε πάλι έντονη έλξη. Βέβαια αμέσως καταλάβαμε τι είχε συμβεί και αφήσαμε λίγο του ς μαθητές, να παιδευτούν να βρουν τη λύση. Η λύση βρισκόταν στο γεγονός ότι ο πεταλοειδής μαγνήτης, που μόλις τον είχαμε ανοίξει από το κουτί του, δεν ήταν λόγω πολυκαιρίας μαγνήτης. Είχε απομαγνητισθεί εντελώς και ήταν απλώς ένα απομαγνητισμένο κομμάτι σίδηρου σε σχήμα πετάλου. Έτσι όταν το πηνίο διαρρεόταν από ρεύμα, μαγνήτιζε επαγωγικά τον πεταλοειδή σίδηρο, με τέτοια πάντα πολικότητα ώστε να έχουμε έλξη. Όπως ακριβώς ένας μαγνήτης έλκει πάντα τα διάφορα σιδερένια αντικείμενα. Αν τα σιδερένια αντικείμενα δεν είναι μαγνητισμένα, τότε παρατηρούμε μόνο ελκτικές και ποτέ απωστικές δυνάμεις. Η υπόθεσή μας βεβαιώθηκε αφού όταν ελέγξαμε τον πεταλοειδή σίδηρο, διαπιστώσαμε ότι δεν είχε καθόλου μαγνητικές ιδιότητες. Οι μαθητές συνηθισμένοι να πιστεύουν αυτό που τους δηλώνουμε ως αληθινό, δεν σκέφθηκαν ότι το πεταλοειδές κομμάτι σιδήρου το οποίο έγραφε πάνω «πεταλοειδής μαγνήτης» και είχε και τις ενδείξεις του βόρειου και του νότιου πόλου του, μπορεί και να μην ήταν μαγνήτης.

Η ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΚΠΛΗΞΗ

Ας συνεχίσουμε με ένα κλασικό πείραμα. Το πείραμα των αναπηδούμενων δακτυλίων.

Η πειραματική διάταξη είναι αυτή του σχήματος, όπου το πηνίο είναι 300 σπειρών και τροφοδοτείται από τάση των 100V. Κλείνοντας τον διακόπτη θα παρατηρήσουμε ένα εντυπωσιακό πέταγμα του δακτυλιδιού. Αν αντικαταστήσουμε την τάση με εναλλασσόμενη των 36V θα παρατηρήσουμε το δακτυλίδι από αλουμίνιο να αιωρείται περίπου 10cm πάνω από το πηνίο.



Εάν προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε αυτή την αιώρηση σίγουρα θα καταφύγουμε στον κανόνα του Lenz λέγοντας βασικά ότι η δύναμη Laplace που ασκείται στο δακτυλίδι εξουδετερώνει το βάρος του.
Αν όμως βάλουμε κάτω τις σχέσεις που ισχύουν, θα βρεθούμε γρήγορα προ εκπλήξεως, αν δεν είμαστε αρκετά προσεκτικοί. Για να δούμε συγκεκριμένα τι γίνεται.

Έστω ότι το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα είναι της μορφής.
$I = I_0 \quad ημωt$

Το μαγνητικό πεδίο το κάθετο στο επίπεδο του δακτυλιδιού που δημιουργείται στο πηνίο, θα δίνεται από τη σχέση :

$Bκαθ = μμ_0 IN/\ell$

Αντικαθιστώντας το ρεύμα από τη παραπάνω σχέση θα έχουμε για τη μαγνητική επαγωγή τη σχέση :

$Bκαθ=B_0 \quad ημωt$ όπου $B_{0καθ} = μμ_0 I_0 N/\ell$

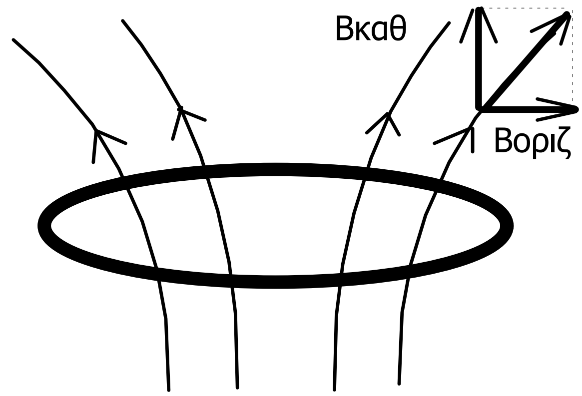
Η Η.Ε.Δ από επαγωγή που θα δημιουργείται στο δακτυλίδι θα δίνεται από τη σχέση:

$$E = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{S\Delta B}{\Delta t} = -SB_0 ωσυνω$$

Οπότε το ρεύμα που θα διαρρέει το δακτυλίδι θα είναι από το νόμο του Ωμ.

$$I = \frac{E}{R} = -\frac{SB_0 ωσυνωt}{R}$$

Η πρώτη έκπληξη έρχεται από τον υπολογισμό της δύναμης Laplace. Η δύναμη αυτή έχει φορά προς το κέντρο του δακτυλιδιού για το κάθε στοιχειώδες τμήμα του δακτυλιδιού, οπότε δεν είναι δυνατό να εξουδετερώνει το βάρος. Έτσι γίνεται φανερό, όπως φαίνεται και στο σχήμα ότι το μαγνητικό πεδίο πρέπει εκτός από την κάθετη στο επίπεδο του δακτυλιδιού συνιστώσα, να έχει και μια οριζόντια συνιστώσα λόγω της οποίας η δύναμη Laplace να προκύπτει κάθετη στο επίπεδο του δακτυλιδιού.

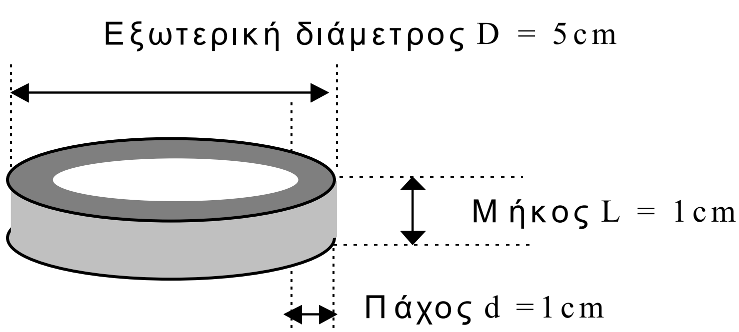


Έτσι η δύναμη Laplace που θα ασκείται σε ένα στοιχειώδες τμήμα του δακτυλιδιού θα έχει διεύθυνση κατακόρυφη προς τα πάνω και μέτρο:

$$\Delta F = B_{o\rho} I \Delta\ell = B_{o,o\rho}\eta\mu\omega t \cdot I_o \cdot \sigma\upsilon\nu\omega t \cdot \Delta\ell = \frac{1}{2}\cdot B_{o,o\rho}\cdot I_o \cdot \Delta\ell \cdot \eta\mu 2\omega t$$

και η μεγάλη έκπληξη έρχεται ακριβώς εδώ, αφού η μέση τιμή του $\overline{\eta\mu 2\omega t}=0$. Άρα το δακτυλίδι δεν θα έπρεπε να αιωρείται. Κάπου προφανώς έχουμε κάνει ένα θεωρητικό λάθος αφού το πείραμα δείχνει πεισματικά το δακτυλίδι να αιωρείται.

Το λάθος βρίσκεται στην υπόθεση που κάναμε για την αντίσταση του δακτυλιδιού. Το δακτυλίδι του πειράματος είχε τα παρακάτω χαρακτηριστικά:



Εξωτερική διάμετρος D=5cm
Πάχος d=2mm
Μήκος L=1cm
Η ειδική αντίσταση του αλουμινίου από το οποίο είναι κατασκευασμένο το δακτυλίδι είναι από τη βιβλιογραφία $\rho = 2{,}8 \quad 10^{-8} \quad \Omega m$
Υπολογίζοντας στη συνέχεια την αντίσταση του δακτυλιδιού έχουμε:

$$R=\rho\cdot\frac{\ell}{S}=\rho\cdot\frac{\pi D}{Ld} \quad 22 \quad 10^{-5}\Omega$$

Υπολογίζοντας τον συντελεστή αυτεπαγωγής του δακτυλιδιού έχουμε:

$$L=\mu\mu_o \mathrm{N}^2\frac{S}{\ell_{o\lambda}}=\mu\mu_o\frac{S}{\ell_{o\lambda}} \quad 10 \quad 10^{-5}\mathrm{H}$$

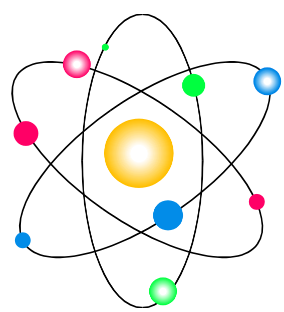
Οπότε η επαγωγική εμπέδηση του δακτυλιδιού θα είναι:

$Z_L = \omega L = 3140 \quad 10^{-5}\Omega$

Παρατηρούμε ότι η επαγωγική εμπέδηση του δακτυλιδιού είναι πολύ μεγαλύτερη από την ωμική του αντίσταση, η οποία μπορεί σε πρώτη προσέγγιση να παραλειφθεί. Έτσι όμως δημιουργείται μια διαφορά φάσης 90^0 μεταξύ της τάσης και της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το δακτυλίδι. Έτσι:

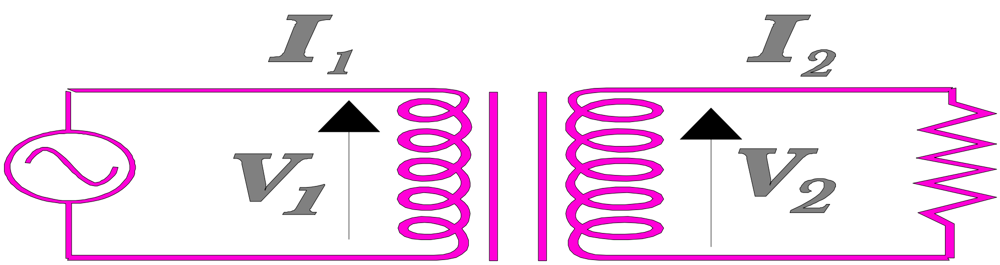
$I = I_0 \eta\mu\omega t$ και $\Delta F = B_{o\rho} I \Delta\ell = B_{o,o\rho} \eta\mu\omega t \cdot I_o \cdot \eta\mu\omega t \cdot \Delta\ell = \cdot B_{o,o\rho} \cdot I_o \cdot \Delta\ell \cdot \eta\mu^2 \omega t$

Η μέση τιμή πλέον της δύναμης Laplace δεν είναι μηδέν και έτσι ο δακτύλιος μπορεί και αιωρείται. Μπορούμε να συνεχίσουμε τους προβληματισμούς μας αναζητώντας το ύψος που θα αιωρείται το δακτυλίδι, από τι εξαρτάται αυτό το ύψος και πως μπορούμε να το αυξήσουμε.



Η πρώτη απορία των μαθητών

Όταν κάναμε το εντυπωσιακό πείραμα με το οποίο λιώνουμε ένα καρφί χρησιμοποιώντας έναν μετασχηματιστή με 300 σπείρες στο πρωτεύων και 6 στο δευτερεύων, ο οποίος τροφοδοτείται με τάση 110V, η πρώτη απορία που δημιουργήθηκε από τους μαθητές μας, αλλά και από μερικούς συναδέλφους, ήταν γιατί δεν πέφτει η ασφάλεια, αφού βραχυκυκλώνουμε σχεδόν, το δευτερεύων του μετασχηματιστή. Η απορία λύνεται αν μελετήσουμε διεξοδικά το κύκλωμα και κάνουμε και κάποιες εκτιμήσεις.



Από το λόγο μετασχηματισμού έχουμε:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \qquad (1)$$

Αν υποθέσουμε ότι η απόδοση του μετασχηματιστή είναι α τότε θα έχουμε:

$$\frac{P_2}{P_1} = \alpha \rightarrow \frac{V_2 \cdot I_2}{V_1 \cdot I_1} = \alpha \rightarrow \frac{n_2 \cdot I_2}{n_1 \cdot I_1} = \alpha \qquad (2)$$

Σκοπός μας είναι να βρούμε την ισχύ που απορροφάται από τη πηγή, δηλαδή την ισχύ P1 σε συνάρτηση με την αντίσταση R την απόδοση του μετασχηματιστή και το λόγο μετασχηματισμού.

$$P_1 = V_1 \cdot I_1 \xrightarrow{(1)\kappa\alpha\iota(2)} P_1 = V_2 \frac{i_2}{a} \rightarrow P_1 = \frac{V_2^2}{Ra} \rightarrow \boxed{P_1 = V_1^2 (\frac{n_2}{n_1})^2 \frac{1}{Ra}}$$

Τώρα κάνουμε ορισμένες εκτιμήσεις.

Το καρφί που χρησιμοποιήσαμε είχε διάμετρο Δ=2mm και μήκος l=3cm. Γνωρίζοντας ότι η ειδική αντίσταση του σιδήρου είναι 10^{-7} Ωm έχουμε:

$$R = \rho \frac{\ell}{s} = \rho \frac{4\ell}{\pi \Delta^2} = 10^{-7} \frac{4 \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{3{,}14 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} \Omega \cong 10^{-3} \Omega$$

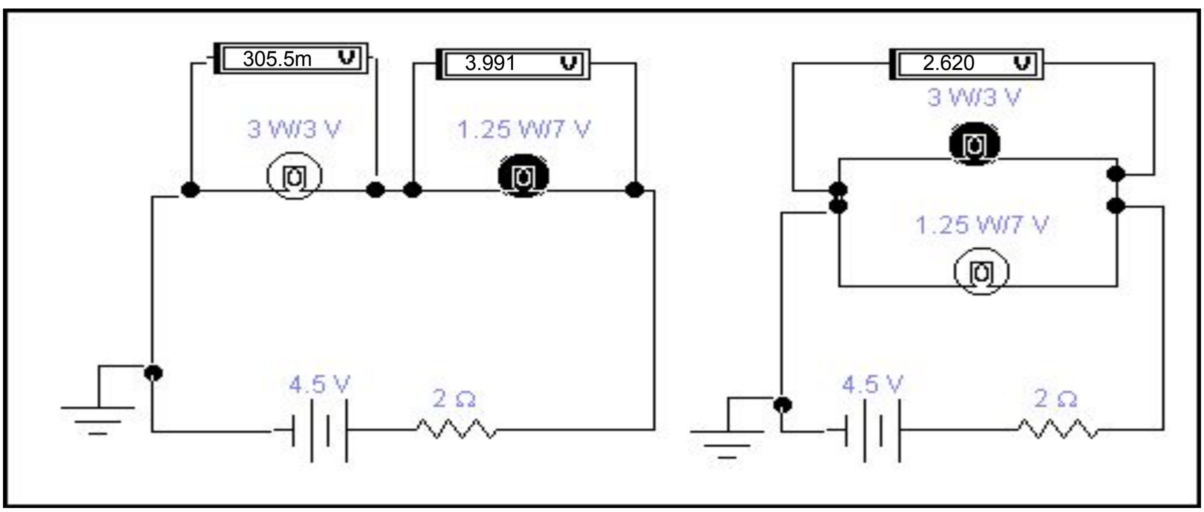
Όταν τοποθετήσαμε τάση 220V είχαμε:

$P_1 = (220)^2 (6/300)^2 (1/0.95 \quad 10^{-3})$W 20KW

Το αποτέλεσμα ήταν ότι έπεφτε η ασφάλεια. Στη συνέχεια χρησιμοποιήσαμε έναν μετασχηματιστή 600-300 σπειρών ρίχνοντας έτσι την τάση στα 110V. Σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο, η ισχύς τότε θα γίνει το 1/4 περίπου δηλαδή 5000W και το ρεύμα που θα διαρρέει το πρωτεύων 22A και έτσι η ασφάλεια δεν θα πέφτει, πράγμα το οποίο και συνέβη.

Ένα άλλο περίεργο και εντυπωσιακό συγχρόνως γεγονός στον ηλεκτρισμό ήταν η παρακάτω παρατήρηση.

Είχαμε ένα λαμπάκι και έναν μικρό κινητήρα. Όταν τοποθετούσαμε το λαμπάκι και τον κινητήρα σε σειρά με μια μπαταρία των 4,5 V τότε το μεν λαμπάκι άναβε ενώ ο κινητήρας δεν περιστρεφόταν. Το ακριβώς αντίθετο συνέβαινε όταν τοποθετούσαμε το λαμπάκι και τον κινητήρα παράλληλα. Τότε δηλαδή περιστρεφόταν ο κινητήρας αλλά δεν άναβε το λαμπάκι. Και πάλι προσπαθήσαμε να δώσουμε μιαν εξήγηση.
Έστω ότι έχουμε δύο λαμπάκια με διαφορετικά χαρακτηριστικά:
Το πρώτο έχει χαρακτηριστικά 3W/3V και το δεύτερο 1,25W/7V και τα τροφοδοτούμε με μπαταρία των 4,5V η οποία παρουσιάζει αντίσταση 2Ω. Στην πρώτη περίπτωση τοποθετούμε τα λαμπάκια σε σειρά και στη δεύτερη παράλληλα. Τότε όπως φαίνεται από το πρόγραμμα προσομοίωσης που χρησιμοποιήσαμε, αλλά και από τις τιμές των βολτομέτρων, στην σε σειρά συνδεσμολογία θα ανάβει το δεύτερο λαμπάκι, ενώ στην παράλληλη συνδεσμολογία, θ' ανάβει το πρώτο.
Κάτι παρόμοιο λοιπόν συνέβη και στη δική μας ανωτέρω περίπτωση που είχαμε το λαμπάκι και τον κινητήρα.



5 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Τις εργασίες των μαθητών τις χωρίσαμε για εκπαιδευτικούς καθαρά λόγους σε τρεις κατηγορίες, αφού για τη κάθε κατηγορία πιστεύουμε ότι απαιτούνται διαφορετικές δεξιότητες των μαθητών. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ
1	ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ	Απαιτείται η δυνατότητα εύρεσης πηγών και συλλογής πληροφοριών από αυτές, η δυνατότητα διάκρισης του ουσιώδους από το επουσιώδες και περιληπτικής απόδοσης ενός κειμένου, η δυνατότητα συρραφής πληροφοριών κτλ
2	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚ ΕΣ	Απαιτείται η δυνατότητα χειρισμού διαφόρων εργαλείων, η δυνατότητα χρήσης διαφόρων υλικών και λύσης κατασκευαστικών προβλημάτων, η δυνατότητα ερμηνείας της λειτουργίας διαφόρων εξαρτημάτων, η δυνατότητα ανάγνωσης σχεδίου κτλ
3	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ	Απαιτείται η δυνατότητα στησίματος μιας πειραματικής διάταξης, η δυνατότητα ταξινόμησης και εξαγωγής συμπερασμάτων από τις διάφορες μετρήσεις, η δυνατότητα σύνδεσης της θεωρίας με το πείραμα κτλ

Στη συνέχεια θα κάνουμε διάφορες προτάσεις για τις εργασίες αυτές. Περιμένουμε από τους συναδέλφους να κάνουν τις δικές τους προτάσεις και να τις ενσωματώσουμε σε μια μελλοντική έκδοση.

	ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ
1	Η ιστορία της έννοιας της ενέργειας	Κατασκευή μιας μνήμης RAM	Ενεργειακές μετατροπές. Πειραματικές διατάξεις.
2	Η ιστορία του ηλεκτρισμού από τον Θαλή έως τον Maxwell	Κατασκευή ενός ηλεκτρικού κινητήρα.	Μέτρηση του εμβαδού του σχολείου και των υψομετρικών διαφορών.
3	Η ιστορία της αστρονομίας από τον Αρίσταρχο έως τον Huble	Κατασκευή ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου με δέσμη Laser.	Μέτρηση βροχής και ανέμου. Μετεωρολογικός κλωβός.
4	Η ιστορία του νόμου της παγκόσμιας έλξης, από τον Νεύτωνα έως τον Einstein	Κατασκευή ενός απλού ραδιοφωνικού δέκτη.	Μέτρηση της ταχύτητας του φωτός. Ιστορικά στοιχεία, επιπτώσεις κτλ
5	Η ιστορία των επικοινωνιών από τα ταχυδρομικά περιστέρια έως τη κινητή τηλεφωνία	Κατασκευή ενός συστήματος συναγερμού. Κρουστικού ή με δέσμη Laser.	Τα βασικότερα ιστορικά πειράματα του ηλεκτρισμού, από τον Θαλή έως τον Herz.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΔΕΣΜΗΣ LASER.

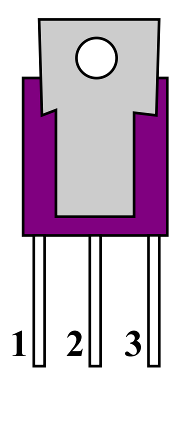
ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΚΟΥΔΟΥΝΙΟΥ ΠΟΥ ΚΤΥΠΑΕΙ ΑΝ ΦΩΤΙΣΟΥΜΕ ΤΗ ΦΩΤΟΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΜΕ LAZER

Η εργασία αυτή περιλαμβάνει τη μελέτη και την κατασκευή ενός απλού συστήματος ενεργοποίησης ενός κουδουνιού από απόσταση, μέσω δέσμης Laser.

	ΥΛΙΚΑ	*ΚΟΣΤΟΣ*
1	Ένα Laser point	4€
2	ένα ηλεκτρικό κουδούνι	10€
3	μια TRIAC BT136	1€
4	μια φωτοαντίσταση	0,5€
5	μια μπαταρία 4,5V	2€
6	ένα χριστουγεννιάτικο λαμπάκι με θερμοστάτη	0,5€
7	μια πλακέτα με τρύπες κυκλωμάτων	2€
	ΣΥΝΟΛΟ	**20€**

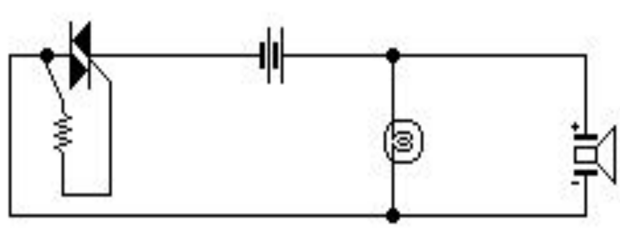
Η κατασκευή βασίζεται σε τρία εξαρτήματα.
Την φωτοαντίσταση:
Αυτή είναι ένα δίπολο εξάρτημα που η αντίστασή του μεταβάλλεται ανάλογα με την ένταση του φωτισμού που πέφτει πάνω της. Όσο μεγαλύτερη γίνεται η ένταση του φωτισμού που πέφτει πάνω στη φωτοαντίσταση, τόσο μικραίνει η αντίστασή της.

Το TRIAC.
Είναι ένα τρίπολο που έχει την εξής ιδιότητα. Αν μεταξύ των σημείων 1 και 2 παρεμβληθεί αντίσταση μικρότερη από 130Ω περίπου, τα σημεία 2 και 3 βραχυκυκλώνονται και τότε λέμε ότι το diac έκλεισε. Για ν' ανοίξει ξανά και η σύνδεση ανάμεσα στα σημεία 2 και 3 να διακοπεί, θα πρέπει το ρεύμα που διαρρέει τον κλάδο 2-3 να μηδενισθεί.

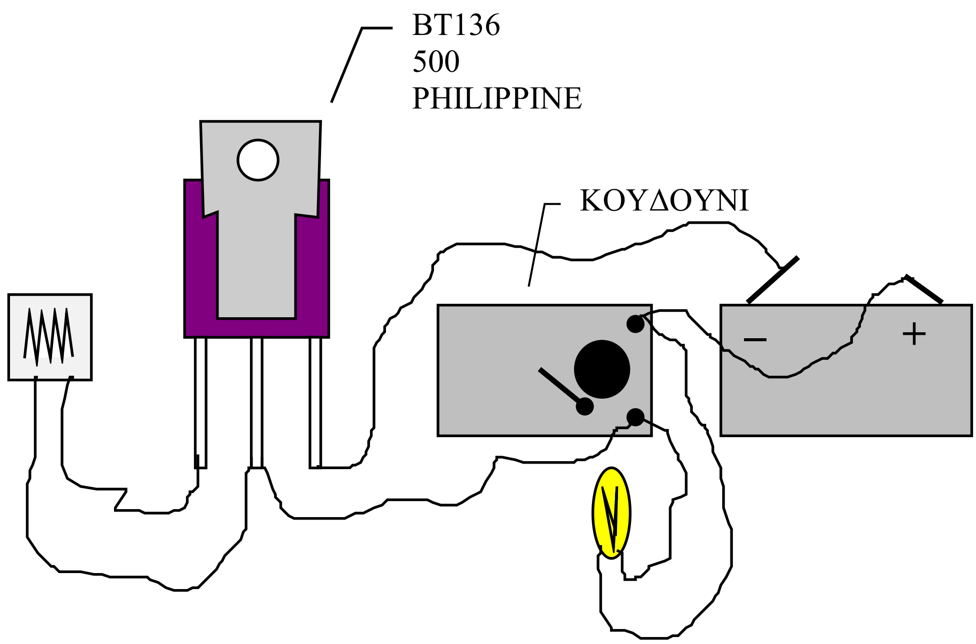


Το Λαμπάκι με διμεταλλικό έλασμα

Αυτό είναι ένα κοινό λαμπάκι το οποίο όμως έχει και ένα διμεταλλικό έλασμα, το οποίο άμα ζεσταθεί, λόγω διαφορετικού θερμικού συντελεστή των μετάλλων από τα οποία αποτελείται, στραβώνει και έτσι διακόπτεται η επαφή και το λαμπάκι σβήνει. Είναι εύκολο να το βρούμε σε μια σειρά από χριστουγεννιάτικα φώτα. Είναι αυτό που αναγκάζει τη σειρά ολόκληρη να αναβοσβύνει.



Κύκλωμα αυτομάτου κουδουνιού που κτυπάει για λίγο, αν φωτίσουμε τη φωτοαντίσταση με laser.



Καλή επιτυχία