

ΠΑΤΡΑ, 2025-2026

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

ΤΣΙΧΟΥΡΙΔΗΣ Χ. - ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΥ Μ.

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΕΝΘΕΤΟ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

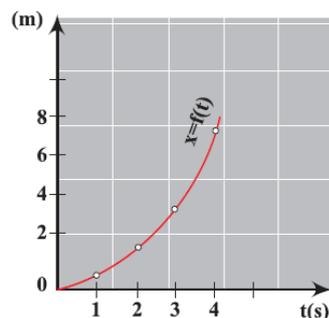
A. Κατασκευή Γραφικής Παράστασης σε χιλιοστομετρικό χαρτί

Για να κατασκευάσουμε μια γραφική παράσταση χρειαζόμαστε οπωσδήποτε μια σειρά από πληροφορίες, τις οποίες θα τις πάρουμε από το πείραμά μας. Αυτή τη σειρά από πληροφορίες την καταγράφουμε στις στήλες ενός πίνακα. Όταν συμπληρώσουμε τον πίνακα μας, θα πρέπει να εργαστούμε στο χιλιοστομετρικό (μιλιομετρέ) χαρτί. Χαράσσουμε στο χιλιοστομετρικό χαρτί δυο ημιευθείες κάθετες μεταξύ τους που θα αποτελέσουν τους άξονες της γραφικής μας παράστασης. Στη συνέχεια θα πρέπει να βαθμονομήσουμε σωστά τους δύο άξονες, ώστε η γραφική μας παράσταση να καταλάβει κατά το δυνατόν όλο το εύρος του χιλιοστομετρικού χαρτιού που διαθέτουμε (εάν κάτι από αυτά σας φαίνεται παράξενο ή δύσκολο, μην σας αγχώνει..... Όλα θα τα συζητήσουμε αναλυτικά, όταν θα κάνουμε το εργαστήριο). Τα ζευγάρια τιμών από τον πίνακα τα σημειώνουμε πάνω στο χιλιοστομετρικό χαρτί και ενώνουμε με συνεχή γραμμή τα σημεία. Ένα παράδειγμα όλων των παραπάνω φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ

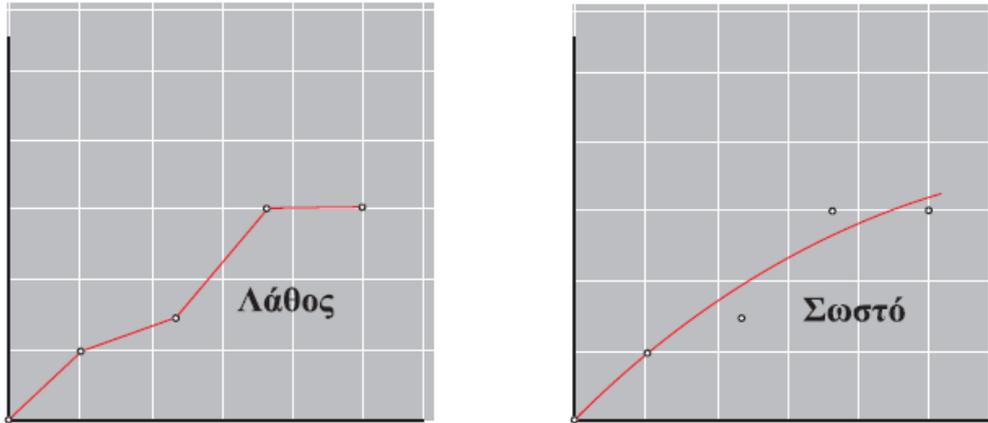
χρόνος t (s)	Απόσταση x (m)
0	0
1	0,5
2	2,0
3	4,5
4	8,0

Η γραφική παράσταση της απόστασης x συναρτήσει του χρόνου t σε μία ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση



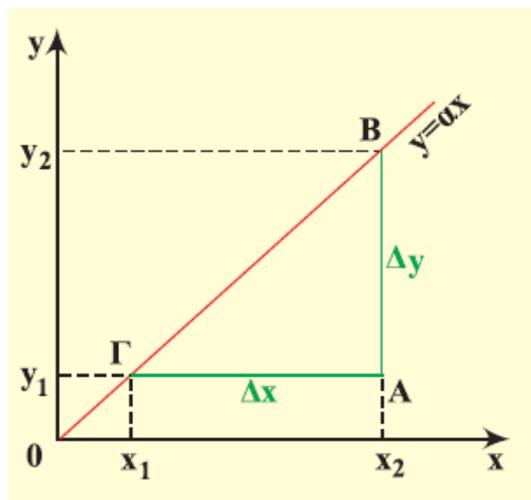
Εικ. 1: Κατασκευή γραφικής παράστασης από πίνακα τιμών.

Όπως βλέπετε στην εικόνα 1 ο άξονας των χρόνων έχει υποδιαιρέσεις ανά 1 s, ενώ ο άξονας των αποστάσεων υποδιαιρέσεις ανά 2 m. Τι θέλω να πω; Ότι στη γραφική παράσταση δε βάζω απαραίτητως τις τιμές που έχω στο πίνακα (π.χ. δε φαίνεται η τιμή $x=0,5$ m). Επίσης πρέπει να συνδέσουμε τις τιμές με συνεχόμενη γραμμή και όχι με τεθλασμένη, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.



Εικ. 2: Λανθασμένη και ορθή κατασκευή γραφικής παράστασης.

Όμως γιατί εμείς οι φυσικοί έχουμε τέτοια εμμονή με τις γραφικές παραστάσεις; Η απάντηση είναι ότι μπορούμε να αντλήσουμε, από αυτές, πολλές πληροφορίες. Η κλίση μιας γραφικής παράστασης είναι η πολυτιμότερη πληροφορία, καθώς συνδέετε με φυσικά μεγέθη. Ας δούμε πως υπολογίζουμε την κλίση μιας γραφικής παράστασης.



Εικ. 3: Κλίση γραφικής παράστασης.

Έστω η γραφική παράσταση της εικόνας 3. Η εικόνα αυτή είναι η γραφική αναπαράσταση της εξίσωσης $y=ax$ και είναι ευθεία. Για να βρούμε την κλίση της ευθείας, σχεδιάζουμε ένα μεγάλο ορθογώνιο τρίγωνο ΑΒΓ, όπως φαίνεται στην εικόνα. Βρίσκουμε τις τιμές των δύο καθέτων πλευρών του στις αντίστοιχες μονάδες των αξόνων.

$$AB = \Delta y = y_2 - y_1$$

$$GA = \Delta x = x_2 - x_1$$

Υπολογίζουμε έπειτα την κλίση της γραφικής παράστασης από το λόγο των δύο αυτών πλευρών του τριγώνου.

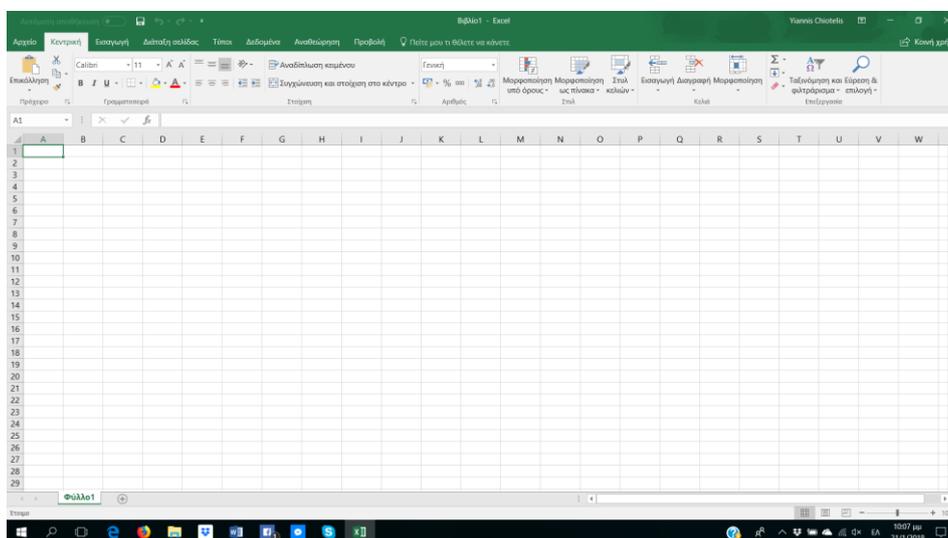
$$\text{Κλίση} = \frac{AB}{GA} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Μπορούμε να αναφέρουμε πλήθος διαφορετικών φυσικών μεγεθών που προκύπτουν από την κλίση. Στη παρούσα όμως, εργαστηριακή άσκηση, θα αρκεστούμε απλά στον υπολογισμό της κλίσης. Επίσης δε θα αναφερθούμε στη φυσική σημασία του εμβαδού μιας γραφικής παράστασης.

B. Κατασκευή Γραφικής Παράστασης με τη βοήθεια του Microsoft Excel.

Το Microsoft Excel είναι ένα λογισμικό-εφαρμογή που βρίσκεται σε όλους τους υπολογιστές ως μέρος του Microsoft Office. Για το λόγο αυτό το Microsoft Excel είναι ένα εύκολα προσβάσιμο εργαλείο για το σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων. Ας δούμε λοιπόν βήμα – βήμα τη δημιουργία ενός γραφήματος και την επεξεργασία των πειραματικών μετρήσεων με τη βοήθεια του Microsoft Excel.

- Αρχικά, «ανοίγουμε» ένα φύλλο εργασίας Microsoft Excel (Εικ. 4).



Εικόνα 4

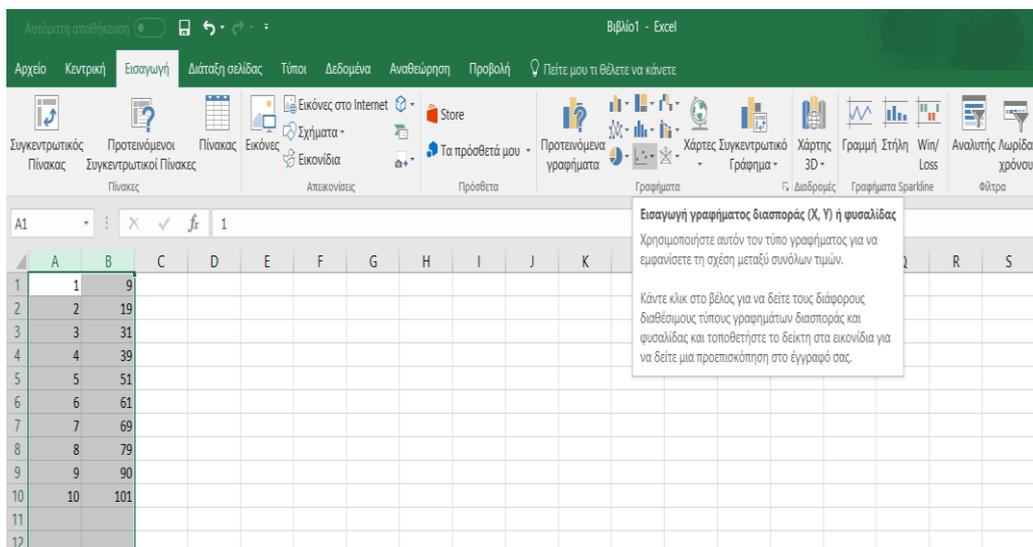
- Εισάγουμε τις πειραματικές μας μετρήσεις. Ενδεικτικές πειραματικές μετρήσεις φαίνονται στην παρακάτω εικόνα 5.

A screenshot of the Microsoft Excel application window showing a spreadsheet with experimental data. The title bar shows 'Αυτοματη αποθήκευση'. The ribbon is set to 'Κεντρική'. The spreadsheet grid contains data in columns A, B, and C, with rows numbered 1 through 10. Cell D8 is selected. The status bar at the bottom indicates 'D8' and '1007 μm 21/1/2018'.

	A	B	C	D
1	1	9		
2	2	19		
3	3	31		
4	4	39		
5	5	51		
6	6	61		
7	7	69		
8	8	79		
9	9	90		
10	10	101		

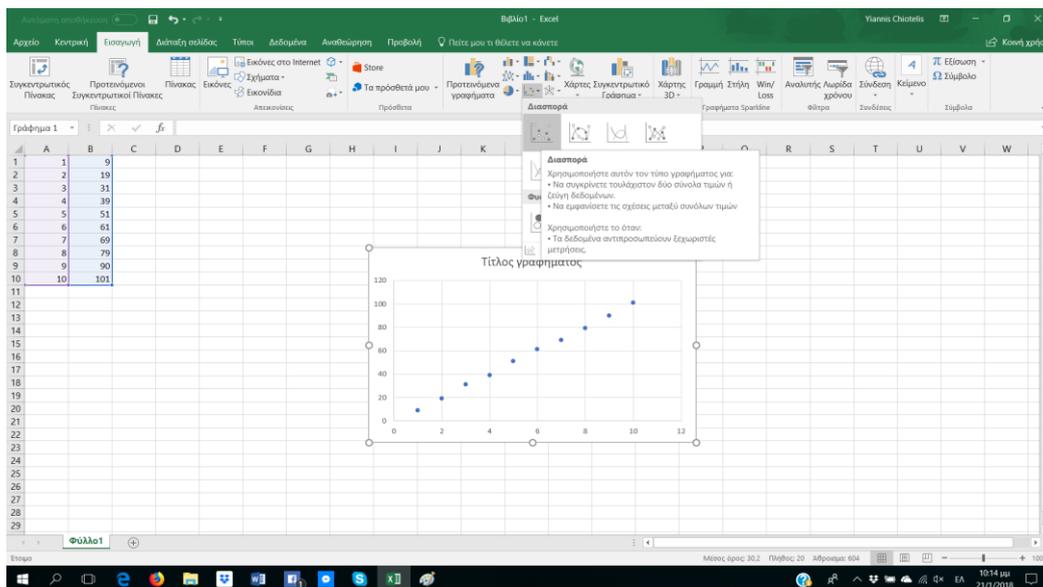
Εικόνα 5

- Επιλέγουμε («μανρίζουμε») τις πειραματικές μας μετρήσεις (Εικ.6) και επιλέγουμε ΓΡΑΦΗΜΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ (ΠΡΟΣΟΧΗ!), όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



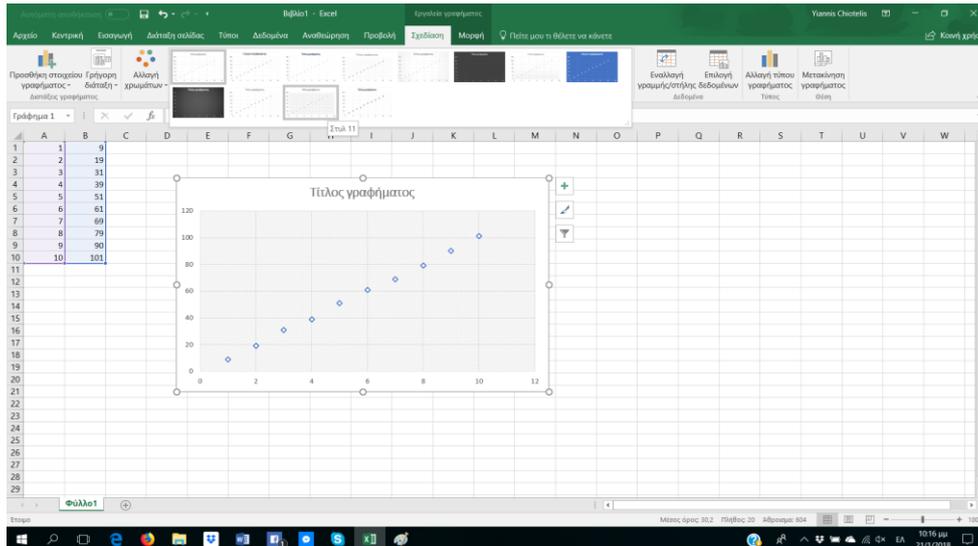
Εικόνα 6

Με την επιλογή ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ, αμέσως θα σας εμφανιστεί η γραφική παράσταση των πειραματικών σας μετρήσεων (Εικ.7).



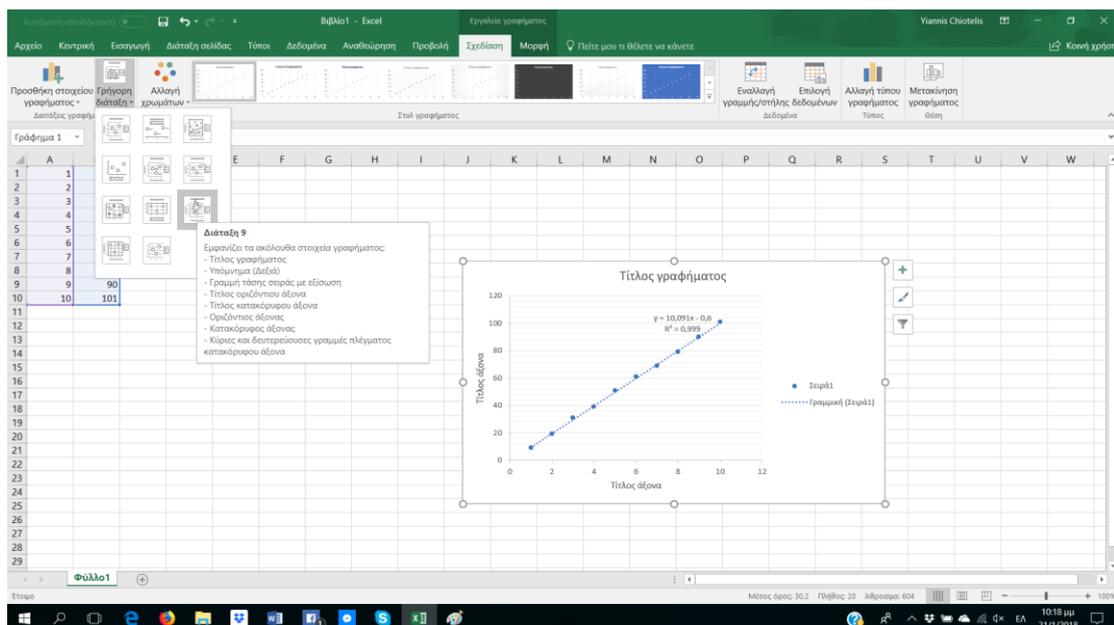
Εικόνα 7

Αμέσως μετά μπορείτε να επιλέξετε να μορφοποιήσετε το γράφημά σας, σύμφωνα με τις επιθυμίες σας (Εικ. 8).



Εικόνα 8

Το πιο ενδιαφέρον σημείο είναι όταν επιλέξετε ΓΡΗΓΟΡΗ ΔΙΑΤΑΞΗ και μετά ΔΙΑΤΑΞΗ 9, οπότε το πρόγραμμα «προχωράει» σε γραμμική προσέγγιση (linear fit) και εμφανίζει ένθετη στη γραφική παράσταση την εξίσωση της ευθείας (Εικ.9):



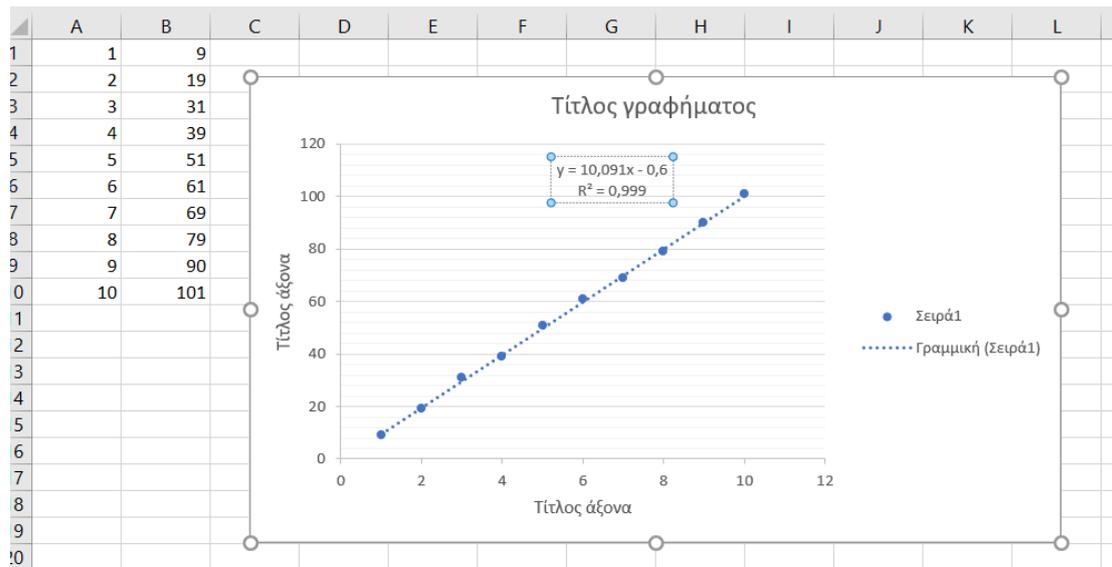
Εικόνα 9

Στην παρακάτω εικόνα παρατηρείτε την αντίστοιχη γραμμική προσέγγιση των ενδεικτικών μετρήσεών μας. Η εξίσωση γραμμής που προσεγγίζει τις μετρήσεις μας είναι η:

$$y=10,091x-0,6$$

που είναι της μορφής $y=Ax+B$ με $A=10,091$ και $B=-0,6$.

Το $A=10,091$ είναι η κλίση της γραφικής παράστασης των πειραματικών μας δεδομένων που είναι το ζητούμενο στο 99% των εργαστηριακών ασκήσεων.



Εικόνα 10

Γ. Υπολογισμός Απόκλισης πειραματικής από θεωρητική τιμή.

$$\alpha = \frac{|\tau_{\text{θεωρ.}} - \tau_{\text{πειρ.}}|}{\tau_{\text{θεωρ.}}} 100\%$$

Όπου $\tau_{\text{θεωρ.}}$ η θεωρητική τιμή και $\tau_{\text{πειρ.}}$ η πειραματική τιμή.

1^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

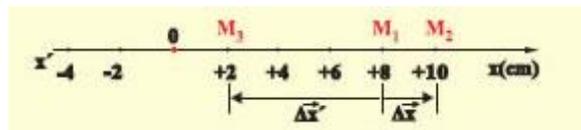
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Πώς θα μπορούσε να περιγραφεί η κίνηση ενός αγωνιστικού αυτοκινήτου; Πόσο γρήγορα κινείται η μπάλα που κλώτσησε ένας ποδοσφαιριστής; Απαντήσεις σε τέτοια ερωτήματα δίνει η **Κινηματική** η οποία περιγράφει τις κινήσεις των σωμάτων.

Η τροχιά ενός σώματος που κινείται είναι το σύνολο των διαδοχικών θέσεων από τις οποίες διέρχεται το σώμα.

Αν η τροχιά είναι ευθεία, τότε η κίνηση χαρακτηρίζεται ως **ευθύγραμμη**, ενώ αν είναι καμπύλη ως **καμπυλόγραμμη**.

Μετατόπιση σώματος πάνω σε άξονα : Ορίζουμε ως μετατόπιση Δx του σωματίου πάνω στην ευθεία κίνησής του τη διαφορά $x_2 - x_1$.



Εικ. 1: Η μετατόπιση είναι διάνυσμα.

Χρονική διάρκεια : Η μεταβολή Δt των χρονικών στιγμών διέλευσης ενός σώματος από δύο θέσεις, ονομάζεται **χρονική διάρκεια** της κίνησής του μεταξύ των θέσεων αυτών. Δηλαδή:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (1)$$

Η έννοια της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

Ορίζεται ως το πηλίκο της μετατόπισης προς την αντίστοιχη χρονική διάρκεια.

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \quad (2)$$

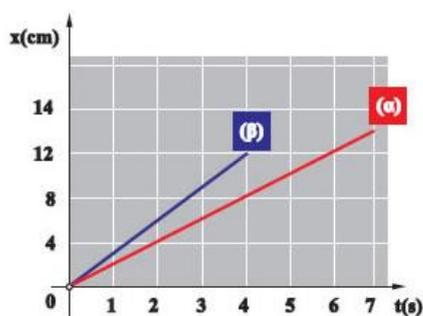
Από την εξίσωση ορισμού της ταχύτητας προκύπτει ότι η μετατόπιση Δx είναι:

$$\Delta x = v \Delta t \quad \text{ή} \quad x = v t \quad (3)$$

Η σχέση αυτή ονομάζεται **εξίσωση κίνησης**.

Εκτός από την αλγεβρική μελέτη με την εξίσωση κίνησης, η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση μπορεί να μελετηθεί και γραφικά με τη βοήθεια του διαγράμματος της θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο t .

Η κλίση της ευθείας στο διάγραμμα της μετατόπισης σε συνάρτηση με το χρόνο δίνει την ταχύτητα στην ευθύγραμμη κίνηση.



Εικ.2: Γραφική παράσταση $x=f(t)$.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Όργανα, συσκευές και υλικά:

- Χρονόμετρο,
- Μετροταινία
- Ηλεκτρικό τρένο!!!

Πειραματική διαδικασία:

1. Επάνω στον εργαστηριακό πάγκο είναι ακλόνητα τοποθετημένη μία μετροταινία.
2. Τοποθετήστε το τρένο παράλληλα με τη μετροταινία, έτσι ώστε η πρόσοψη του να βρίσκεται στο μηδέν.
3. Με τη βοήθεια ενός χρονομέτρου (κινητού) προσδιορίστε τις χρονικές στιγμές t που το τρενάκι μας διέρχεται από συγκεκριμένες θέσεις x .
4. Καταγράψτε τις τιμές θέσεων και χρονικών στιγμών στον Πίνακα 1.
5. Πάρτε για κάθε θέση x πέντε (5) μετρήσεις χρόνου t . Υπολογίστε τη μέση τιμή του χρόνου t . Συμπληρώστε τον Πίνακα 1.
6. Υπολογίστε τη μετατόπιση Δx και το χρονικό διάστημα Δt θεωρώντας κάθε φορά ως αρχική θέση $x_0=0$ και αρχική χρονική στιγμή $t_0=0$. Συμπληρώστε με τις τιμές που βρήκατε τον Πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Θέση x (cm)	Χρονική στιγμή t (s)	Μετατόπιση Δx (cm)	Μέση τιμή \bar{t} (s)	Χρονικό Διάστημα Δt (s)	Μέση ταχύτητα v (cm/s)
$X_0=0$	$t_0=0$				
$X_1=25$	$t_1=.....,.....,$ $.....,.....,.....$	$\Delta x_1=x_1-x_0=$		$\Delta t_1=t_1-t_0=$	$v_1=$
$X_2=40$	$t_2=.....,.....,$ $.....,.....,.....$	$\Delta x_2=x_2-x_0=$		$\Delta t_2=t_2-t_0=$	$v_2=$
$X_3=60$	$t_3=.....,.....,$ $.....,.....,.....$	$\Delta x_3=x_3-x_0=$		$\Delta t_3=t_3-t_0=$	$v_3=$
$X_4=80$	$t_4=.....,.....,$ $.....,.....,.....$	$\Delta x_4=x_4-x_0=$		$\Delta t_4=t_4-t_0=$	$v_4=$
$X_5=100$	$t_5=.....,.....,$ $.....,.....,.....$	$\Delta x_5=x_5-x_0=$		$\Delta t_5=t_5-t_0=$	$v_5=$

7. Τι παρατηρείτε σχετικά με τις τιμές των ταχυτήτων v_1 έως και v_5 ; Η ταχύτητα είναι σταθερή ή μεταβάλλεται;

.....

8. Να μετατρέψετε όλες τις τιμές της μέσης ταχύτητας σε m/s .

.....

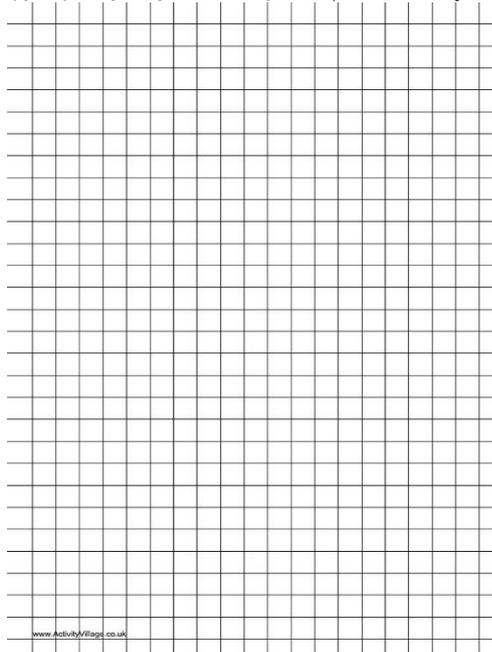
9. Ποια φυσικά μεγέθη χρειάζονται για να υπολογίσουμε την ταχύτητα ενός κινούμενου σώματος;

.....

10. Εάν ένα αυτοκίνητο χρειάζεται 2 ώρες για να πάει στην Αθήνα από την Πάτρα, ποια είναι η ταχύτητα του αυτοκινήτου; (η απόσταση Πάτρας – Αθήνας είναι περίπου 200 Km).

.....

11. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση Δx (άξονας y) – Δt (Άξονας x).



12. Ποιο μέγεθος μπορείτε να υπολογίσετε από την κλίση της ευθείας;

.....

13. Υπολογίστε το παραπάνω μέγεθος.

.....
.....
.....
.....

2^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΤΩΣΗ

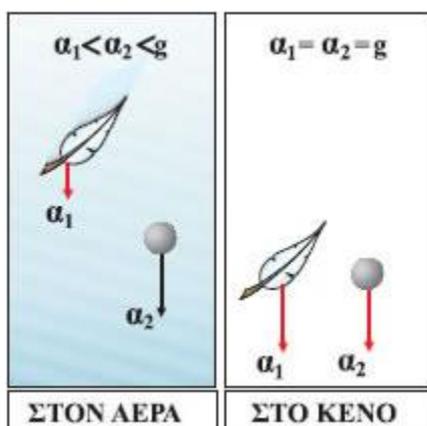
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Αν από το ίδιο ύψος αφήσουμε να πέσουν ταυτόχρονα δυο σφαίρες με διαφορετικό βάρος ποια νομίζεις ότι θα φθάσει πρώτη στο έδαφος; Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

Λέμε ότι ένα σώμα κάνει ελεύθερη πτώση όταν το αφήσουμε να πέσει από κάποιο ύψος και η μόνη δύναμη που ενεργεί σ' αυτό είναι το βάρος του, το οποίο θεωρείται σταθερό. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Η ελεύθερη πτώση, επακριβώς, πραγματοποιείται μόνο στο κενό.

Έχει αποδειχθεί ότι όταν αφήσουμε ένα μικρό σώμα να πέσει ελεύθερα, από μικρό ύψος από την επιφάνεια της Γης, πέφτει με κίνηση ομαλά επιταχυνόμενη. Η επιτάχυνση έχει μέση τιμή $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ σε γεωγραφικό πλάτος 45° . Η επιτάχυνση αυτή οφείλεται στην έλξη της Γης και ονομάζεται επιτάχυνση της βαρύτητας.

Στη Φυσική είναι εύκολο να καταλήξει κανείς σε λανθασμένο συμπέρασμα από μια τυχαία παρατήρηση. Έτσι, αν από το ίδιο ύψος αφήσουμε να πέσουν την ίδια χρονική στιγμή ένα φτερό και μια μικρή σφαίρα από μόλυβδο, το φτερό θα πέσει πολύ βραδύτερα από τη σφαίρα.



Εικ. 1: Πτώση Σωμάτων.

Αυτό συμβαίνει γιατί η αντίσταση που προβάλλει ο αέρας στην κίνηση του φτερού (Εικ. 1) είναι πολύ πιο μεγάλη από ότι στη σφαίρα, με αποτέλεσμα το φτερό να πέσει πιο αργά. Αν η αντίσταση του αέρα ελαττωθεί πολύ, τότε και το φτερό πέφτει με τη ίδια επιτάχυνση που πέφτει και η σφαίρα.

➤ Εξισώσεις ελεύθερης πτώσης

Αν στις σχέσεις που περιγράφουν την ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση θέσουμε $v_0 = 0$ και $a = g$ παίρνουμε τις εξισώσεις:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{και} \quad v = g \cdot t \quad (1)$$

όπου h είναι το διάστημα (ύψος) που διανύει το σώμα κατά την πτώση, v η ταχύτητα του σώματος τη χρονική στιγμή t και t ο χρόνος πτώσης.

Οι σχέσεις αυτές περιγράφουν την ελεύθερη πτώση ενός σώματος, που αφήνεται από την ηρεμία. Από την εξίσωση του διαστήματος φαίνεται ότι, το διάστημα που διανύει ένα σώμα κατά την ελεύθερη πτώση, είναι ανάλογο του τετραγώνου του χρόνου, ενώ από την εξίσωση $v = g t$ φαίνεται ότι η τιμή της ταχύτητας είναι ανάλογη του χρόνου πτώσης.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Όργανα, συσκευές και υλικά:

- Διάταξη ελεύθερης πτώσης
- Φωτοπύλες
- Μεταλλική σφαίρα
- Ηλεκτρονικός χρονομετρητής



Εικ. 3: Ηλεκτρονικός Χρονομετρητής



Εικ.2: Διάταξη ελεύθερης πτώσης.

Πειραματική διαδικασία:

Στο επάνω μέρος της πειραματικής διάταξης υπάρχει ένας ηλεκτρομαγνήτης στον οποίο κολλάει η μεταλλική σφαίρα, όταν είναι γυρισμένος στη θέση ON ο διακόπτης «Elektromagnet» που βρίσκεται στον ηλεκτρονικό χρονομετρητή. Επίσης, η διάταξη φέρει ενσωματωμένο ένα νήμα της στάθμης έτσι ώστε να ελέγχεται η κατακόρυφη τροχιά της σφαίρας και μία μετροταινία για να καθορίζεται το ύψος της ελεύθερης πτώσης.

Η πρώτη φωτοπύλη είναι τοποθετημένη στην αρχική θέση της σφαίρας, ακριβώς κάτω από τον ηλεκτρομαγνήτη και συμπίπτει με το μηδέν στην μετροταινία. Η δεύτερη φωτοπύλη τοποθετείται σε εκείνη τη θέση για την οποία θέλουμε να

μετρήσουμε το χρόνο πτώσης. Έτσι λοιπόν εάν η 1^η φωτοπύλη είναι στο μηδέν και η 2^η στο 60 cm, το διανυόμενο διάστημα είναι 60 cm.

Οι φωτοπύλες είναι διατάξεις που μετρούν χρόνο. Επομένως η 1^η φωτοπύλη, η οποία είναι συνδεδεμένη με το START στον χρονομετρητή μόλις αφεθεί η σφαίρα από τον ηλεκτρομαγνήτη, ξεκινάει να μετράει το χρόνο. Όταν η σφαίρα περάσει από τη 2^η φωτοπύλη, η οποία είναι συνδεδεμένη με το STOP στον χρονομετρητή, ο χρονομετρητής σταματάει. Η ένδειξη του χρονομετρητή αντιστοιχεί στο χρονικό διάστημα της κίνησης. Με το κουμπί «RESET» μηδενίζετε το χρόνο.

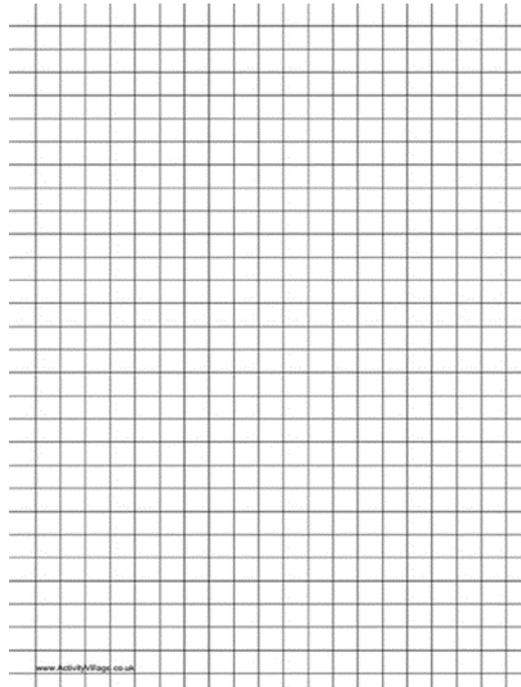
Παρακολουθήστε το παρακάτω βίντεο:
<https://www.youtube.com/watch?v=BN0tWukj7Vs&t=3s>

και συμπληρώστε τον πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ

h (m)	t (s)	\bar{t} (s)	v (m/s)
0,9		
0,8		
0,7		
0,6		
0,5		
0,4		

1. Υπολογίστε τη μέση τιμή του χρόνου t , συμπληρώνοντας τον Πίνακα.
2. Υπολογίστε, για κάθε ύψος h , την ταχύτητα v με την οποία η σφαίρα πέφτει μέχρι το συγκεκριμένο ύψος. Χρησιμοποιήστε την τιμή του $g=10m/s^2$.
3. Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση v (άξονας y) – t (άξονας x).



4. Τι συμπέρασμα προκύπτει για τα δύο αυτά μεγέθη;
.....
.....

5. Εάν το πείραμα γινόταν στην επιφάνεια της Σελήνης, όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 6 φορές μικρότερη, για το ίδιο ύψος h με τη Γη τι θα άλλαζε ως προς το χρόνο πτώσης t της σφαίρας;
.....
.....
.....

6. Εάν ρίχνατε από την επιφάνεια της Σελήνης από το ίδιο ύψος ένα φτερό και μια μεταλλική σφαίρα θα έπεφτε κάποιο πιο γρήγορα στην επιφάνεια του εδάφους; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
.....
.....
.....

3^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ-ΕΡΓΟ-ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Νόμοι του Νεύτωνα

- Πρώτος Νόμος του Νεύτωνα:

Αν σε ένα σώμα δεν ασκούνται δυνάμεις ή εάν ασκούνται έχουν συνισταμένη ίση με μηδέν, τότε το σώμα ηρεμεί ή κινείται ευθύγραμμα και ομαλά.

Δηλ. **Αν $\Sigma F=0$ τότε $v=$ σταθερή**

Η ιδιότητα της ύλης να αντιστέκεται σε κάθε αίτιο που προσπαθεί να αλλάξει την κινητική κατάσταση λέγεται **αδράνεια** και μέτρο της αποτελεί η μάζα του σώματος.

- Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα:

Η συνισταμένη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα του προσδίδει επιτάχυνση κατά τη διεύθυνση και τη φορά της. Η επιτάχυνση αυτή είναι ανάλογη της δύναμης και αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του σώματος.

Δηλ. **$\Sigma F = m \cdot a$ (1)**

- Τρίτος Νόμος του Νεύτωνα:

Αν ένα σώμα Α ασκεί δύναμη (δράση) σε ένα σώμα Β, τότε και το σώμα Β ασκεί στο Α μια δύναμη (αντίδραση) ίσου μέτρου αλλά αντίθετης φοράς.

Ενέργεια

Υπάρχουν πολλές μορφές ενέργειας όπως η Μηχανική Ενέργεια (Κινητική και δυναμική), η θερμική ενέργεια, η Χημική κ.τ.λ. Η συνολική ενέργεια δε χάνεται, αλλά μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη (Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας).

- Κινητική Ενέργεια

Η κινητική ενέργεια K ενός σώματος μάζας m που κινείται με ταχύτητα v δίνεται από τη σχέση:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2)$$

- Δυναμική Ενέργεια

Η δυναμική ενέργεια U ενός σώματος μάζας m που βρίσκεται σε απόσταση h από κάποιο επίπεδο αναφοράς, δίνεται από τη σχέση:

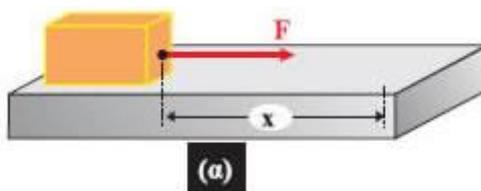
$$U = mgh \quad (3)$$

Έργο

- Έργο σταθερής δύναμης στη διεύθυνση της μετατόπισης:

Σαν έργο W δύναμης F σταθερού μέτρου ορίζεται το γινόμενο της δύναμης επί τη μετατόπιση x του σημείου εφαρμογής της δύναμης.

$$W = Fx \quad (4)$$

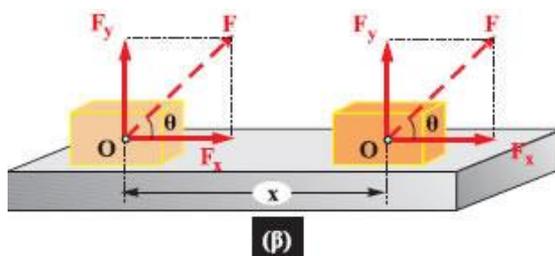


Εικ. 1: Δύναμη στη διεύθυνση της μετατόπισης.

- Έργο σταθερής δύναμης που σχηματίζει γωνία θ με τη διεύθυνση της μετατόπισης:

Στην περίπτωση που η δύναμη σχηματίζει γωνία θ με τη μετατόπιση, έργο παράγει η συνιστώσα F_x .

Δηλ.
$$W = Fx\cos\theta \quad (5)$$



Εικ. 2: Δύναμη που σχηματίζει γωνία θ με τη μετατόπιση.

Όπως προκύπτει από τη σχέση (5), το έργο μιας δύναμης, ανάλογα με το μέτρο της γωνίας θ μπορεί να είναι: **θετικό** ($0 \leq \theta < 90^\circ$), ή **αρνητικό** ($90^\circ < \theta \leq 180^\circ$) ή και **μηδέν** ($\theta = 90^\circ$, δηλαδή η δύναμη να είναι κάθετη στη μετατόπιση).

Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση

Η κίνηση κατά την οποία η τροχιά ενός σώματος που κινείται είναι ευθεία, η επιτάχυνση a του σώματος παραμένει σταθερή και η ταχύτητά του v αυξάνεται, ονομάζεται ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη. Η ταχύτητα v του σώματος καθώς και η μετατόπισή του Δx κάθε χρονική στιγμή t , δίνονται αντίστοιχα από τις σχέσεις:

$$v = v_0 + at \quad \Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (6)$$

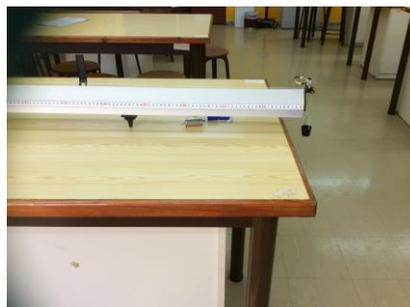
Εάν η αρχική ταχύτητα $v_0 = 0$, τότε οι παραπάνω σχέσεις γίνονται ως εξής:

$$v = at \quad \text{και} \quad \Delta x = \frac{1}{2} at^2 \quad (7)$$

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Όργανα, συσκευές και υλικά:

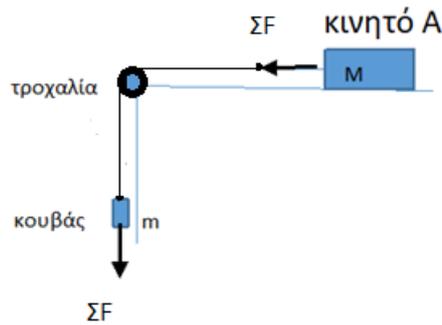
- Αεροτροχιά
- Μάζες των 10 g και 50 g
- Χρονόμετρο



Εικ. 3: Αεροτροχιά.

Πειραματική διαδικασία:

Για να μελετήσουμε τον 2^ο Νόμο του Νεύτωνα θα χρησιμοποιήσουμε την Αεροτροχιά της Εικ. 3, η οποία αποτελείται από έναν διάδρομο πάνω στον οποίο μπορεί να κινείται ένα σώμα, το οποίο θα το ονομάσουμε κινητό Α. Όταν θέσουμε σε λειτουργία την αεραντλία διοχετεύεται αέρας μέσα στην αεροτροχιά με αποτέλεσμα το κινητό σώμα να κινείται χωρίς τριβές. Το κινητό Α είναι δεμένο με ένα αβαρές νήμα. Το άλλο άκρο του νήματος διέρχεται από μία αβαρή τροχαλία και στη συνέχεια είναι δεμένο σε ένα μικρό «κουβαδάκι». Μέσα στο κουβαδάκι μπορείτε να τοποθετήσετε διάφορες μάζες με διαφορετικό βάρος. Τέλος η αεροτροχιά φέρει μια μετροταινία, για να γνωρίζετε κάθε φορά το διανυόμενο διάστημα. Στην Εικ. 4 φαίνονται οι δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα: κινητό Α-νήμα-τροχαλία-κουβαδάκι. Με την επίδραση της τάσης του νήματος T , το κινητό Α εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα.



Εικ. 4: Σχηματική αναπαράσταση της πειραματικής διάταξης όπου φαίνονται οι δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα.

➤ **Εξάρτηση της επιτάχυνσης a του κινητού από τη δύναμη.**

Για συγκεκριμένη και **σταθερή μάζα** του κινητού Α, $M=0,16\text{kg}$, αναρτήστε από τον κουβά 2 διαφορετικά βάρη. Ο κουβάς έχει μάζα $m5\text{g}$ ή $0,005\text{kg}$ και κάθε «βαράκι» $10\text{g}=0,01\text{kg}$. Μετρήστε το χρόνο που χρειάζεται το κινητό Α για να διανύσει διάστημα $S=1\text{m}$ και συμπληρώστε τον πίνακα 1. (Για κάθε βάρος πάρτε 5 μετρήσεις του χρόνου και βρείτε τη μέση τιμή).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

m (kg)	t (s)	\overline{t} (s)	$\overline{t^2}$ (s)	ΣF (N)	a (m/s^2)
0,005				
0,015				
0,025				

- Υπολογίστε την επιτάχυνση a που αποκτά το κινητό Α και συμπληρώστε τον Πίνακα 1. **Το κινητό Α κάνει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα.**
- Υπολογίστε τη συνισταμένη δύναμη ΣF που ασκείται στο κινητό Α (Εικ.4) και συμπληρώστε τον Πίνακα 1.
- Από τις μετρήσεις που πήρατε τι συμπέρασμα προκύπτει για την επιτάχυνση a σε σχέση με τη δύναμη ΣF ;
.....
.....

➤ **Εξάρτηση της επιτάχυνσης a του κινητού από τη μάζα του.**

Κρεμάστε στο κουβά μάζα 10g και διατηρήστε τη σταθερή. Παραμένει δηλ. **σταθερό το βάρος B του κουβά και επομένως η δύναμη που ασκείται πάνω στο κινητό A** . Μετρήστε το χρόνο που χρειάζεται το κινητό A για να διανύσει το διάστημα $S=1m$ για 3 διαφορετικές μάζες του κινητού A . Κάθε μάζα που προστίθεται είναι 50g. (Για κάθε μάζα του κινητού A πάρτε 5 μετρήσεις του χρόνου και βρείτε τη μέση τιμή). Συμπληρώστε τον Πίνακα 2.

Η μάζα του κινητού A είναι $M=160g$.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

$m(kg)$	$M(kg)$	$t(s)$	$\overline{t}(s)$	$\overline{t^2}(s)$	$a(m/s^2)$
0,015	0,160			
0,015	0,210			
0,015	0,260			

1. Υπολογίστε την επιτάχυνση a που αποκτά το κινητό A και συμπληρώστε τον Πίνακα 1. Το κινητό A κάνει **ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα**.

2. Από τις μετρήσεις που πήρατε τι **συμπέρασμα** προκύπτει για την επιτάχυνση a που αποκτά το κινητό A σε σχέση με τη μάζα του M ;
.....
.....

➤ **Υπολογισμός ενεργειών και έργων των δυνάμεων**

1. Για μάζα του κουβά $m=15g=0,015kg$ υπολογίστε τη δυναμική ενέργεια U των σωμάτων που πέφτουν.
.....
.....

2. Υπολογίστε την κινητική ενέργεια K που αποκτά το κινητό A στο τέλος του διαστήματος $S=1m$. **Η μάζα του κινητού A είναι $M=160g=0,160kg$.**
.....
.....

3. Υπολογίστε το έργο W της δύναμης που ασκείται στο κινητό A για διανυόμενο διάστημα $S=1m$.
.....
.....

Για τις πράξεις θεωρείστε το $g=10\text{ m/s}^2$.

4^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Οι φυσικοί συνέδεσαν το ηλεκτρικό ρεύμα με τις θεμελιώδεις έννοιες του ηλεκτρισμού: το φορτίο και το ηλεκτρικό πεδίο. Το ηλεκτρικό ρεύμα και τα αποτελέσματά του περιγράφονται και ερμηνεύονται από την κίνηση φορτισμένων σωματιδίων μέσα σε ηλεκτρικά πεδία.

Ονομάζουμε ηλεκτρικό ρεύμα την προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρονίων ή γενικότερα των φορτισμένων σωματιδίων.

➤ Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος

Πώς θα μπορούσαμε να προσδιορίσουμε αν ένας αγωγός διαρρέεται από ισχυρότερο ή ασθενέστερο ηλεκτρικό ρεύμα σε σχέση με κάποιον άλλο; Όσο περισσότερα ηλεκτρόνια διέρχονται από μια κάθετη διατομή (ή απλά διατομή) του αγωγού σε ορισμένο χρόνο, τόσο περισσότερο φορτίο θα περνάει από αυτήν και τόσο ισχυρότερο θα είναι το ηλεκτρικό ρεύμα. Ορίζουμε την ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό ως το φορτίο q που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα t προς το χρονικό διάστημα.

$$I = \frac{q}{t} \quad (1)$$

Τα όργανα που χρησιμοποιούμε για να μετράμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζονται **αμπερόμετρα**. Για να μετρήσουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται από έναν αγωγό, παρεμβάλλουμε το αμπερόμετρο, έτσι ώστε το προς μέτρηση ρεύμα να διέλθει μέσα από αυτό. Αυτός ο τρόπος σύνδεσης του οργάνου λέγεται **σύνδεση σε σειρά**. Τα σύγχρονα αμπερόμετρα είναι ενσωματωμένα σε όργανα πολλαπλής χρήσης που ονομάζονται **πολύμετρα**. Με το πολύμετρο μπορούμε να μετράμε και άλλα μεγέθη, όπως ηλεκτρική τάση και αντίσταση.

➤ Ηλεκτρικό κύκλωμα

Εάν συνδέσουμε με σύρμα τα άκρα μιας μπαταρίας με τα άκρα ενός λαμπτήρα, παρατηρούμε ότι ο λαμπτήρας φωτοβολεί. Μέσα στο σύρμα και στο λαμπτήρα κινούνται ηλεκτρόνια με κατεύθυνση από τον αρνητικό προς το θετικό πόλο της μπαταρίας. Επίσης κινούνται μέσα στην μπαταρία με κατεύθυνση από το θετικό προς τον αρνητικό πόλο της. Δηλαδή τα ηλεκτρόνια ακολουθούν μια κλειστή διαδρομή. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι διαθέτουμε ένα **κλειστό κύκλωμα** ηλεκτρικού ρεύματος.

➤ Διαφορά δυναμικού στους πόλους πηγής

Το βασικό χαρακτηριστικό μιας μπαταρίας, αλλά και κάθε ηλεκτρικής πηγής είναι η **τάση**. Ονομάζουμε ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού $V_{πηγής}$ μεταξύ των δύο πόλων μιας ηλεκτρικής πηγής το πηλίκιο της ενέργειας που προσφέρεται από την πηγή σε

ηλεκτρόνια $E_{\text{ηλεκτρική}}$ συνολικού φορτίου q όταν διέρχονται από αυτήν, προς το φορτίο q .

$$V_{\text{πηγής}} = \frac{E}{q} \quad (2)$$

Η μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής τάσης (διαφοράς δυναμικού) στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) ονομάζεται Volt (1 V).

➤ Διαφορά δυναμικού στα άκρα καταναλωτή

Καθώς τα ηλεκτρόνια περνούν μέσα από ένα λαμπτήρα, ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική και φωτεινή. Ο λαμπτήρας, όπως και κάθε συσκευή που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε ενέργεια άλλης μορφής, ονομάζεται μετατροπέας ή καταναλωτής. Πώς θα μπορούσαμε να μετρήσουμε την ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται από το ηλεκτρικό ρεύμα σε έναν καταναλωτή; Γι' αυτό το λόγο ορίζουμε ένα φυσικό μέγεθος που το ονομάζουμε ηλεκτρική τάση ή **διαφορά δυναμικού**. Ονομάζουμε ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού V μεταξύ των δύο άκρων του καταναλωτή το πηλίκο της ενέργειας που μεταφέρουν στον καταναλωτή ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου όταν διέρχονται από αυτόν προς το φορτίο q .

$$V = \frac{E}{q} \quad (3)$$

Τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων ενός στοιχείου του κυκλώματος, π.χ. μπαταρίας, λαμπτήρα, κινητήρα κ.λπ., τη μετράμε με τη βοήθεια ενός **βολτόμετρου**. Τα άκρα του βολτόμετρου συνδέονται με τα άκρα του στοιχείου στα οποία θέλουμε να μετρήσουμε τη διαφορά δυναμικού. Λέμε ότι το βολτόμετρο συνδέεται **παράλληλα** με το στοιχείο. Τα σύγχρονα βολτόμετρα είναι ενσωματωμένα στα πολύμετρα.

➤ Κυκλώματα σύνδεσης

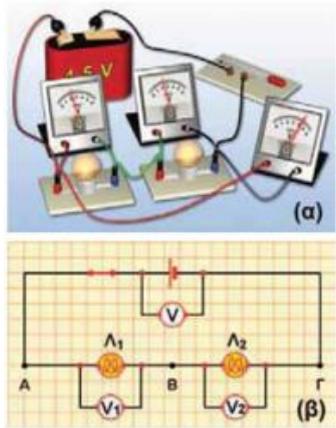
Κύκλωμα σύνδεσης σε σειρά

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ίδια σε όλα τα σημεία του ή συμβολικά:

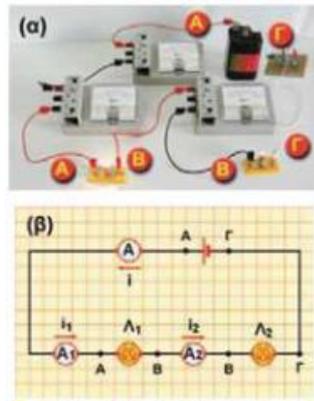
$$I = I_1 = I_2 \quad (4)$$

Η τάση $V_{\text{ΑΓ}}$ στα άκρα του κυκλώματος ισούται με το άθροισμα των τάσεων $V_{\text{ΑΒ}}$ και $V_{\text{ΒΓ}}$ στα άκρα κάθε λάμπας :

$$V_{\text{ΑΓ}} = V_{\text{ΑΒ}} + V_{\text{ΒΓ}} \quad (5)$$



Εικ.1: Μέτρηση τάσεων σε σύνδεση σε σειρά.



Εικ. 2: Μέτρηση Εντάσεων I σε σύνδεση σε σειρά.

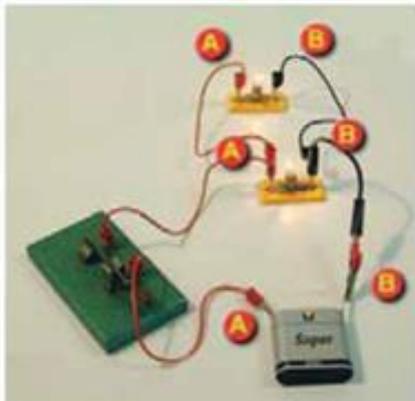
Κύκλωμα σε παράλληλη σύνδεση

Στα άκρα των λαμπτήρων εφαρμόζεται η ίδια διαφορά δυναμικού που είναι ίση με τη διαφορά δυναμικού της πηγής (V_{AB}).

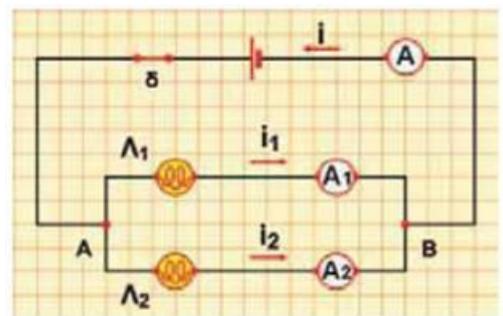
$$V_{AΓ} = V_{AB} = V_{BΓ} \quad (6)$$

Η ένταση (I) του ολικού ηλεκτρικού ρεύματος που μετράει το αμπερόμετρο A είναι ίση με το άθροισμα των εντάσεων (I_1 και I_2) των ρευμάτων που διαρρέουν τους δύο λαμπτήρες και μετρώνται από τα αμπερόμετρα $A1$ και $A2$ αντίστοιχα. Ωστε ισχύει:

$$I = I_1 + I_2 \quad (7)$$



Εικ.4: Μέτρηση τάσεων σε παράλληλη σύνδεση.



Εικ. 3: Μέτρηση εντάσεων ρευμάτων σε παράλληλη σύνδεση.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΕΝΑ ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

Όργανα, Συσκευές, Υλικά!

- Μπαταρία,
- Καλώδια
- Πολύμετρο,
- Λαμπάκι



Εικ. 5: Πειραματικά Όργανα.

Πειραματική Διαδικασία

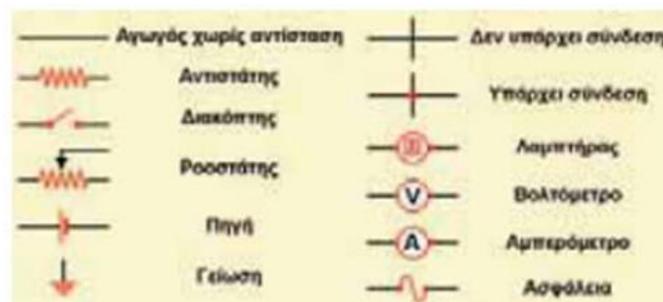
1. Διαθέτετε τα εξής όργανα: **Μπαταρία, Καλώδια, Λαμπάκι.**

Πως θα πρέπει να τα συνδέσετε για να ανάβει το λαμπάκι; Σχεδιάστε το κύκλωμα και έπειτα πραγματοποιήστε το.

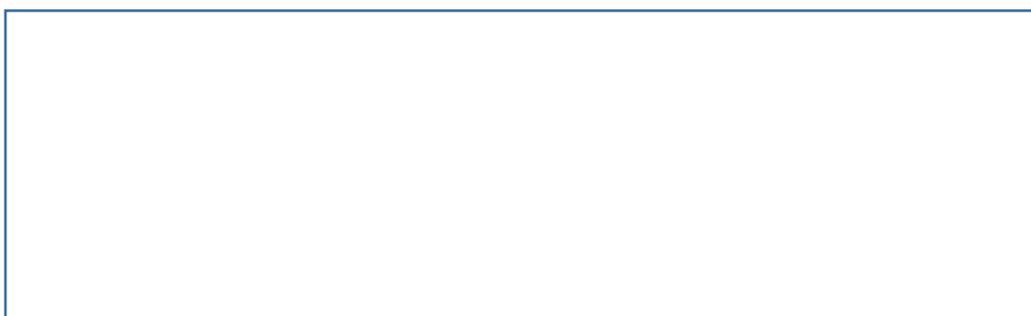
.....
.....

2. Στο προηγούμενο κύκλωμα, πώς θα συνδέσετε το πολύμετρο (αμπερόμετρο) για να μετρήσει την ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα;

3. Σχεδιάστε το αντίστοιχο κύκλωμα, χρησιμοποιώντας ΟΜΩΣ τα παρακάτω σύμβολα για τα αντίστοιχα όργανα.



Εικ. 6: Συμβολισμοί ηλεκτρικών οργάνων.



4. Χρησιμοποιείστε τα όργανα για να φτιάξετε το κύκλωμα που σχεδιάσατε. **(Πριν συνδέσετε και τους δύο πόλους της μπαταρίας φωνάξτε τον υπεύθυνο να ελέγξει το κύκλωμα).**

5. Γυρίστε το διακόπτη του πολυμέτρου κατάλληλα έτσι ώστε να μετρά την ένταση του ρεύματος.

6. Καταγράψτε την ένταση του ρεύματος.

.....

Συμπέρασμα: Για να μετρήσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα κύκλωμα χρησιμοποιούμε τα....., τα οποία πρέπει να τα συνδέσουμεστο κύκλωμα.

B. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ (ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ) ΣΤΑ ΑΚΡΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ (ΛΑΜΠΑΚΙ)

Όργανα, Συσκευές, Υλικά!

- Μπαταρία ,
- 2 Πολύμετρα,
- Λαμπάκι,
- Καλώδια

Πειραματική Διαδικασία

1. Στο προηγούμενο κύκλωμα που έχετε ήδη φτιάξει, πώς πρέπει να συνδέσετε το δεύτερο πολύμετρο για να μετρήσετε την τάση στα άκρα του λαμπτήρα;

.....
.....

2. Σχεδιάστε το αντίστοιχο κύκλωμα, χρησιμοποιώντας τα σύμβολα για τα αντίστοιχα όργανα.



3. Χρησιμοποιείτε τα όργανα για να φτιάξετε το κύκλωμα που σχεδιάσατε. **(Πριν συνδέσετε και τους δύο πόλους της μπαταρίας φωνάξτε τον υπεύθυνο να ελέγξει το κύκλωμα).**

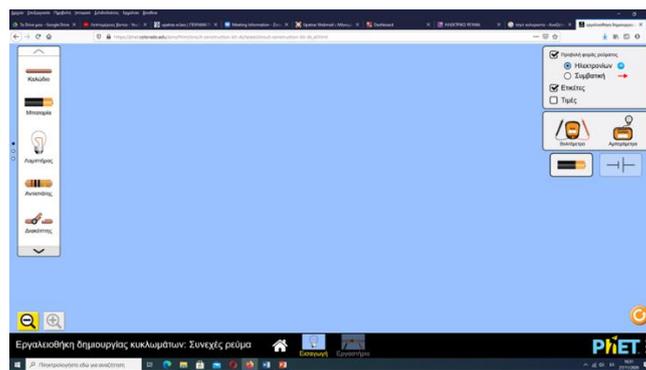
4. Γυρίστε το διακόπτη των πολυμέτρων κατάλληλα έτσι ώστε να μετρούν την ένταση του ρεύματος και την τάση στα άκρα του λαμπτήρα αντίστοιχα.

6. Καταγράψτε την τιμή της τάσης στα άκρα του λαμπτήρα.
.....

Συμπέρασμα: Για να μετρήσουμε την τάση στα άκρα ενός καταναλωτή χρησιμοποιούμε τα όργανα τα οποία λέγονται.....
Τα.....συνδέονταισε ένα κύκλωμα.

Γ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Για την μελέτη κυκλωμάτων σύνδεσης σε σειρά και παράλληλα θα χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση Java του πανεπιστημίου του Colorado: <https://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc>

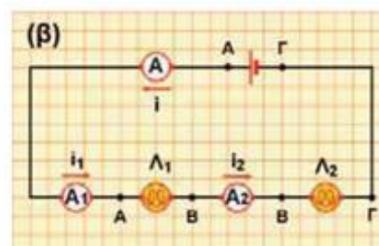


Εικ. 7: Περιβάλλον προσομοίωσης.

➤ ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΣΕΙΡΑ

Πειραματική Διαδικασία

1. Κατασκευάστε το παρακάτω κύκλωμα χρησιμοποιώντας καλώδια, 2 αντιστάτες, μία μπαταρία και ένα διακόπτη από την εργαλειοθήκη αριστερά.



Εικ. 8: Σύνδεση λαμπτήρων σε σειρά.

- Όταν είστε έτοιμοι κλείστε το διακόπτη. Το κύκλωμα αρχίζει να διαρρέεται από ρεύμα.
- Χρησιμοποιήστε το αμπερόμετρο από τα εργαλεία δεξιά και μετρήστε τα ρεύματα που περνούν από τους 2 λαμπτήρες. Αρκεί να το τοποθετήσετε πάνω στο καλώδιο στο σημείο που θέλετε να μετρήσετε την ένταση.
- Καταγράψτε τις τιμές των εντάσεων των ρευμάτων στον παρακάτω πίνακα:

I (A)	I ₁ (A)	I ₂ (A)

Τι παρατηρείτε;.....

Συμπέρασμα: Σε ένα κύκλωμα όπου τα στοιχεία είναι συνδεδεμένα σε σειρά η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναισε όλα τα σημεία του ή συμβολικά:.....

- Από τα εργαλεία, χρησιμοποιήστε το βολτόμετρο, έτσι ώστε να μετρήσετε την τάση στα άκρα των δύο λαμπτήρων και την τάση στα άκρα της πηγής.
- Καταγράψτε τις τιμές των τάσεων στον παρακάτω πίνακα:

V (V)	V ₁ (V)	V ₂ (V)

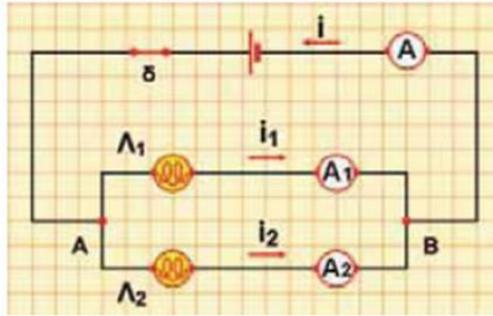
Τι παρατηρείτε;.....

Συμπέρασμα: Σε ένα κύκλωμα όπου τα στοιχεία είναι συνδεδεμένα σε σειρά η τάση V στα άκρα του κυκλώματος ισούται με τοτων τάσεων V₁ και V₂ στα άκρα κάθε αντιστάτη ή συμβολικά.....

➤ ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ

Πειραματική Διαδικασία

- Κατασκεύασε το παρακάτω κύκλωμα χρησιμοποιώντας καλώδια, 2 αντιστάτες, ένα διακόπτη και μία μπαταρία.



Εικ. 9: Σύνδεση λαμπτήρων παράλληλα.

2. Όταν είστε έτοιμοι κλείστε το διακόπτη. Το κύκλωμα αρχίζει να διαρρέεται από ρεύμα.
3. Χρησιμοποιήστε το βολτόμετρο από τα εργαλεία και μετρήστε την τάση στα άκρα της πηγής και στα άκρα των δύο λαμπτήρων.
4. Καταγράψτε τις τιμές των τάσεων στον παρακάτω πίνακα:

V (V)	V ₁ (V)	V ₂ (V)

Τι παρατηρείτε;.....

Συμπέρασμα: Σε ένα κύκλωμα όπου τα στοιχεία είναι συνδεδεμένα παράλληλα η τάση V στα άκρα του κυκλώματος είναι.....με τις τάσεις V₁ και V₂ στα άκρα κάθε αντιστάτη ή συμβολικά.....

5. Από τα εργαλεία χρησιμοποιήστε το αμπερόμετρο για να μετρήσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπτήρα.
6. Καταγράψτε τις τιμές των εντάσεων των ρευμάτων στον παρακάτω πίνακα:

I (A)	I ₁ (A)	I ₂ (A)

Τι παρατηρείτε;.....

Συμπέρασμα: Η ένταση (I) του ολικού ηλεκτρικού ρεύματος που μετράει το αμπερόμετρο A είναι ίση με τοτων εντάσεων (I₁ και I₂) των ρευμάτων που διαρρέουν τους δύο λαμπτήρες ή συμβολικά.....

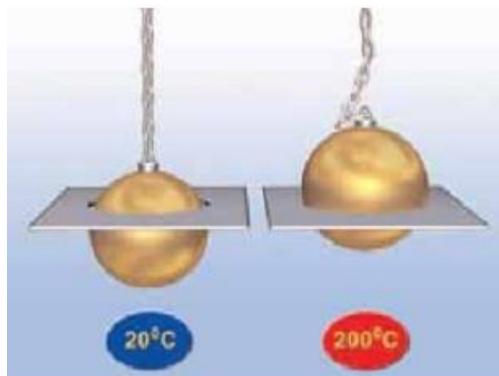
5^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

ΘΕΡΜΙΚΗ ΔΙΑΣΤΟΛΗ-ΒΡΑΣΜΟΣ

A. Θερμική Διαστολή

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Όλα σχεδόν τα σώματα στερεά, υγρά και αέρια, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία τους (θερμαίνονται), διαστέλλονται, αυξάνεται δηλαδή ο όγκος τους, ενώ όταν μειώνεται η θερμοκρασία τους (ψύχονται), συστέλλονται. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **θερμική διαστολή** και το αντίθετο της φαινόμενο, **συστολή**. Όμως, όλα τα σώματα δε διαστέλλονται ή συστέλλονται με τον ίδιο τρόπο. Το καπάκι, που είναι συνήθως φτιαγμένο από σίδηρο ή αλουμίνιο, συστέλλεται περισσότερο από το γυάλινο βάζο γι' αυτό και σφηνώνεται στο στόμιο του βάζου, όταν μπει στο ψυγείο όπου και ψύχεται.



Εικ.1 Κυβική θερμική διαστολή

Από όλα τα σώματα τα στερεά διαστέλλονται λιγότερο, τα υγρά περισσότερο και τα αέρια τέλος διαστέλλονται περισσότερο από όλα τα φυσικά σώματα.

Στα στερεά σώματα διακρίνουμε τρεις διαφορετικές διαστολές, τη **γραμμική**, την **επιφανειακή** και την **κυβική διαστολή**, ανάλογα εάν εξετάζουμε το φαινόμενο κατά μία, δύο ή τρεις διαστάσεις. Στην περίπτωση της διαστολής που περιγράφεται στην Εικ.1, μεταβάλλεται ο όγκος της σφαίρας. Υπάρχουν όμως σώματα, όπως οι ράβδοι ή τα σύρματα, που η μια τους διάσταση είναι πολύ μεγαλύτερη από τις άλλες. Όταν θερμάνουμε μια μεταλλική ράβδο ή ένα σύρμα, το μήκος τους αυξάνεται πολύ περισσότερο συγκριτικά με τις άλλες διαστάσεις τους. Η διαστολή αυτή ονομάζεται **γραμμική**. Η μεταβολή του μήκους εξαρτάται από το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη η ράβδος. Όταν η θερμοκρασία μεταβληθεί εξίσου σε μια σιδερένια ράβδο και σε μια ράβδο αλουμινίου ίδιου αρχικού μήκους, η μεταβολή του μήκους της ράβδου αλουμινίου είναι μεγαλύτερη από τη μεταβολή του μήκους της σιδερένιας ράβδου.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Όργανα, συσκευές και υλικά:

- Συσκευή θερμικής διαστολής κατ' όγκο
- Γκαζάκι-τρίποδας-πλέγμα
- Κλειστή Ογκομετρική φιάλη με γυάλινο καλαμάκι
- Κωνική φιάλη
- Μπαλόني



Εικ. 2: Συσκευή κυβικής διαστολής.

Πειραματική διαδικασία:

1. Στη συσκευή διαστολής κατ' όγκο προσπαθήστε να περάσετε τη σφαίρα μέσα από το δακτύλιο. Αφού ζεστάνετε τη σφαίρα με το γκαζάκι (**να μην ακουμπά η φλόγα στο μέταλλο**), προσπαθήστε να την περάσετε μέσα από το δακτύλιο. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.
.....
.....
2. Στους δρόμους και στα δάπεδα, όταν τοποθετούν μεταλλικές πλάκες, αφήνουν διάκενα. Γιατί; Τι είδους διαστολή συμβαίνει σε αυτή την περίπτωση;
.....
.....
.....
3. Τοποθετήστε την κλειστή ογκομετρική φιάλη με το καλαμάκι πάνω στο πλέγμα και ανάψτε το γκαζάκι. Παρατηρείστε τη στάθμη του νερού στο καλαμάκι.
.....
.....
4. Που βασίζεται η αρχή λειτουργίας του θερμομέτρου; Λάβετε υπόψη σας ότι τα θερμοόμετρα αποτελούνται από κάποιο υγρό (οινόπνευμα ή υδράργυρο) που περιβάλλονται από γυαλί.
.....
.....
5. Τοποθετήστε στη κωνική φιάλη ένα μπαλόني και ακουμπήστε την πάνω στο πλέγμα. Η φλόγα στο γκαζάκι να είναι χαμηλή. Τι παθαίνει το μπαλόني μετά από λίγο; Εξηγήστε.
.....
.....

B. Βρασμός

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Βρασμός είναι η γρήγορη εξαέρωση με την παραγωγή φυσαλίδων ατμού σε όλη τη μάζα του υγρού. Αρχίζει σε μια ορισμένη θερμοκρασία, τη θερμοκρασία ή σημείο βρασμού, που είναι χαρακτηριστική για το κάθε υγρό. Έτσι, για το νερό η θερμοκρασία βρασμού είναι 100°C σε ατμοσφαιρική πίεση 1 atm.

Οι μικρές φυσαλίδες που παρουσιάζονται στα τοιχώματα του δοχείου, όταν θερμαίνεται το νερό σε θερμοκρασίες 40 °C έως 50 °C, είναι φυσαλίδες αέρα και οφείλονται στον ατμοσφαιρικό αέρα που είναι διαλυμένος στο νερό. Φυσαλίδες ατμού εμφανίζονται στους 90 °C και σχηματίζονται στο πιο θερμό μέρος του δοχείου (πυθμένας), ενώ μεγάλες φυσαλίδες ατμού παράγονται από όλη τη μάζα του νερού στους 100 °C.

Αν τοποθετήσουμε ένα θερμόμετρο μέσα στη μάζα του νερού, θα παρατηρήσουμε ότι πριν σημειωθεί βρασμός, όσο θερμαίνεται το νερό τόσο αυξάνεται η θερμοκρασία του. Όταν όμως αρχίσει ο βρασμός, η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή στους 100 °C. Αυτή η σταθερή θερμοκρασία λέγεται και σημείο ζέσεως του νερού. Αν εξακολουθήσουμε να θερμαίνουμε το νερό, η θερμοκρασία του δε θα αυξηθεί, μέχρι που θα εξαερωθεί όλη η μάζα του.

Η θερμοκρασία βρασμού είναι χαρακτηριστικό μέγεθος κάθε σώματος. Εξαρτάται όμως από την ατμοσφαιρική πίεση που ασκείται στο υγρό. Γενικά, αύξηση της πίεσης επιφέρει αύξηση του σημείου ζέσεως, ενώ το αντίθετο συμβαίνει όταν ελαττώνεται η πίεση.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

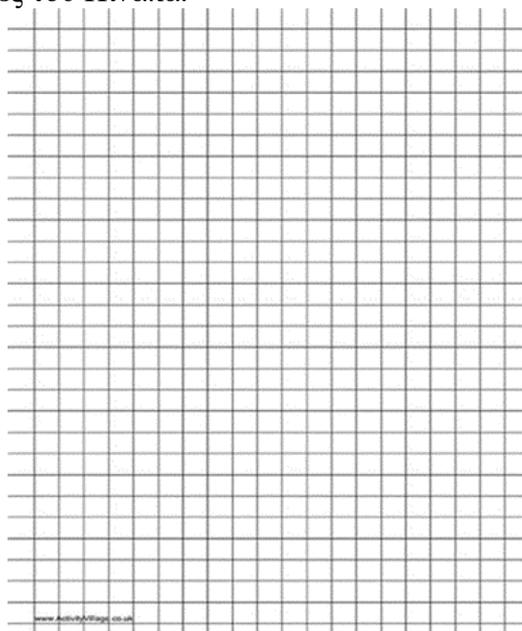
Όργανα, συσκευές και υλικά

- Ποτήρι ζέσεως
- Γκαζάκι-τρίποδας-πλέγμα
- Θερμόμετρο
- Ξύλινο μανταλάκι
- Νερό

Πειραματική διαδικασία:

1. Στο ποτήρι ζέσεως βάλτε νερό (όχι μεγάλη ποσότητα για να βράσει γρήγορα).
2. Στερεώστε με το μανταλάκι το θερμόμετρο στη φιάλη κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η άκρη του υδραργύρου να βρίσκεται μέσα στο νερό. Τοποθετήστε τη φιάλη πάνω στο πλέγμα.
3. Σημειώστε την αρχική θερμοκρασία του νερού πάνω στον Πίνακα. Ανάψτε το γκαζάκι ρυθμίζοντας τη φλόγα σε μέτρια θέρμανση. Κάθε 30s σημειώστε την ένδειξη του θερμομέτρου στον Πίνακα 1.
4. Όταν το νερό βράζει τι παρατηρείτε;.....
5. Αφήστε το νερό να βράσει δύο ακόμα λεπτά και σημειώστε τη θερμοκρασία του στον Πίνακα. Κατόπιν σβήστε το γκαζάκι.

6. Φτιάξτε τη γραφική παράσταση θ (άξονας y) – t (άξονας x) για το νερό χρησιμοποιώντας τις τιμές του Πίνακα.



7. Από τη γραφική παράσταση και τα αποτελέσματα της διαδικασίας 4 γράψτε με δικά σας λόγια τι είναι το σημείο βρασμού και τι είναι ο βρασμός.

.....

8. Αν κατά το βρασμό του νερού η φλόγα στο γκαζάκι ήταν πιο δυνατή, τι νομίζετε ότι θα μεταβαλλόταν;

.....

9. Που βράζει πιο γρήγορα το νερό στην παραλία ή στην κορυφή του Ολύμπου;

.....

Χρόνος t (min)	Θερμοκρασία $\theta^{\circ}\text{C}$
0	
0,5	
1	
1,5	
2	
2,5	
3	
3,5	
4	
4,5	
5	
5,5	
6	
6,5	
7	
7,5	
8	

6^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

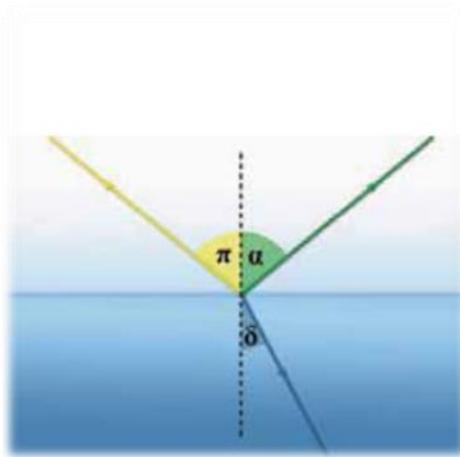
ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΦΩΤΟΣ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Όταν το φως περνά από ένα διαφανές υλικό σε ένα άλλο διαφανές υλικό, στο οποίο διαδίδεται με διαφορετική ταχύτητα, η διεύθυνση διάδοσής του αλλάζει. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται διάθλαση. Η διάθλαση του φωτός οφείλεται στη διαφορετική ταχύτητα με την οποία διαδίδεται το φως στα δύο μέσα. Το φως διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα $C_0 = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$. Μέσα όμως σε κάποιο υλικό η ταχύτητα του φωτός είναι πάντα μικρότερη από τη C_0 . Για διευκόλυνσή μας ορίζουμε ένα συντελεστή που ισούται με το πηλίκο της ταχύτητας του φωτός στο κενό προς την ταχύτητα c μέσα σε κάποιο υλικό και ονομάζεται **δείκτης διάθλασης n** του υλικού μέσου. Ισχύει δηλαδή:

$$n = \frac{C_0}{c} \quad (1)$$

Για το κενό ή τον αέρα ισχύει $n=1$, ενώ σε οποιοδήποτε άλλο υλικό είναι μεγαλύτερο της μονάδας. Λέμε τότε ότι το υλικό αυτό είναι **οπτικά πυκνότερο**.



Εικ.1: Διάθλαση φωτός.

Όταν ακτίνα φωτός περνάει από οπτικά αραιότερο σε οπτικά πυκνότερο υλικό, η γωνία διάθλασης είναι μικρότερη από τη γωνία πρόσπτωσης.

$$\Theta_{\delta} < \Theta_{\pi}$$

Όταν ακτίνα φωτός περνάει από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο υλικό, η γωνία διάθλασης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία πρόσπτωσης.

$$\Theta_{\delta} > \Theta_{\pi}$$

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Όργανα, συσκευές και υλικά

- 1 λάμπα
- 1 χαρτόνι με τρύπα ή σχισμή,
- βάση στήριξης με 1 γωνιομετρικό δίσκο,
- 1 γυαλί



Εικ.2: Πειραματική διάταξη.

Πειραματική Διαδικασία

1. Προσαρμόστε το γυαλί στον γωνιομετρικό δίσκο έτσι ώστε η επίπεδη επιφάνεια να είναι πάνω στην ευθεία γραμμή του γωνιομετρικού δίσκου, όπως φαίνεται στην Εικ. 2.
2. Ανάψτε τη λάμπα και ευθυγραμμίστε το γωνιομετρικό δίσκο, έτσι ώστε η ακτίνα να πέφτει στο κέντρο του δίσκου.
3. Τοποθετήστε το γυαλί στον γωνιομετρικό δίσκο έτσι ώστε η επίπεδη πλευρά να εφάπτεται στη διάμετρο του κύκλου.
4. Στρίψτε το γωνιομετρικό δίσκο, έτσι ώστε η γωνία πρόσπτωσης θ_{π} να είναι 30° . Τι παρατηρείτε σε σχέση με την ακτίνα φωτός;
.....
.....
.....

5. Μετρήστε τη γωνία διάθλασης.
Γωνία Διάθλασης: θ_{δ} =.....

6. Συγκρίνετε τη γωνία διάθλασης με τη γωνία πρόσπτωσης.

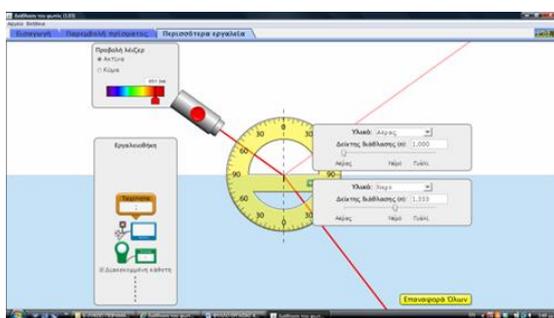
$$\theta_{\delta} \dots\dots\dots \theta_{\pi}.$$

7. Άλλαξε την κατεύθυνση της δέσμης από το γυαλί στον αέρα. Για γωνία πρόσπτωσης $\theta_{\pi}=30^\circ$, προσδιόρισε τις γωνίες θ_{α} και θ_{δ} . Τι παρατηρείτε; Συγκρίνετε πάλι τη γωνία πρόσπτωσης με τη γωνία διάθλασης.
.....
.....

Συμπέρασμα: Όταν ακτίνα φωτός περνάει από ένα οπτικό μέσο (π.χ αέρας) σε έναοπτικό μέσο (π.χ γυαλί) η γωνία διάθλασης είναι από τη γωνία πρόσπτωσης. Ενώ όταν περνάει από ένα οπτικό μέσο σε ένα οπτικό μέσο, η γωνία διάθλασης είναι από τη γωνία πρόσπτωσης.

➤ **B. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ PHET COLORADO**

1. Επισκεφθείτε την ιστοσελίδα του πανεπιστημίου Colorado: <http://phet.colorado.edu/el/> και αναζητήστε την προσομοίωση «διάθλαση του φωτός»: <http://phet.colorado.edu/el/simulation/bending-light>. Επιλέξτε «Εκτέλεση τώρα» και θα μεταβείτε στην εφαρμογή. Από την υπερκείμενη «κορδέλα» με τις επιλογές διαλέξτε «περισσότερα εργαλεία».



Εικ. 3: Περιβάλλον προσομοίωσης.

2. Θέστε σε λειτουργία την ακτίνα λέιζερ, επιλέγοντας ως **υπερκείμενο** υλικό τον **αέρα** και **υποκείμενο** υλικό το **νερό**.
3. Από την «εργαλειοθήκη» επιλέξτε το **μοιρογνωμόνιο** και τοποθετήστε το έτσι ώστε το κέντρο του να βρίσκεται στο σημείο πρόσπτωσης της ακτίνας λέιζερ.
4. Με τη βοήθεια του μοιρογνωμονίου μετρήστε την γωνία πρόσπτωσης, τη γωνία ανάκλασης και τη γωνία διάθλασης (γωνίες μεταξύ των αντίστοιχων ακτινών και της κάθετης στη διαχωριστική επιφάνεια).
5. Καταγράψτε τις τιμές των γωνιών που μετρήσατε και συγκρίνετε τις γωνίες ανάκλασης και διάθλασης με την γωνία πρόσπτωσης.

θ_{π}	30°
θ_{α}	
θ_{δ}	

Σύγκριση γωνιών:

.....

Συμπέρασμα:.....
.....
.....

6. Χρησιμοποιώντας από την εργαλειοθήκη τον **μετρητή της ταχύτητας** μετρήστε την ταχύτητα του φωτός στον **αέρα** και μετά μέσα στο **νερό**.

Τι παρατηρείτε;

.....

Ταχύτητα φωτός στον αέρα: C_0	
Ταχύτητα φωτός στο νερό: C	

Συμπέρασμα: Όταν μια ακτίνα φωτός προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια που χωρίζει δύο διαφανή υλικά

Το φαινόμενο αυτό λέγεται
και οφείλεται στη διαφορετική με
την οποία το φως διαδίδεται στα διάφορα υλικά.

7. Χρησιμοποιώντας το Νόμο του Snell και λαμβάνοντας υπόψιν ότι ο δείκτης διάθλασης στον αέρα είναι 1, υπολογίστε το δείκτη διάθλασης του νερού.

Νόμος Snell: $n_1 \cdot \eta\mu\theta_1 = n_2 \cdot \eta\mu\theta_2$

$\eta\mu 30^\circ = 0,5$

n_1 αέρα = 1

.....

.....

.....

.....

8. Τέλος, χρησιμοποιείστε ως υπερκείμενο μέσο τον **αέρα** και υποκείμενο μέσο το **Αγνωστο σώμα A**. Μετρήστε τη ταχύτητα διάδοσης του φωτός στα δύο υλικά, με τον μετρητή μέτρησης της ταχύτητας.

Ταχύτητα φωτός στον αέρα: C_0	
Ταχύτητα φωτός στο σώμα A: C	

Από τις μετρήσεις που πήρατε μπορείτε να υπολογίστε το δείκτη διάθλασης n του αγνώστου σώματος;

.....

.....

.....

9. Τι υλικό είναι το σώμα αυτό με βάση τον παρακάτω πίνακα;

.....

κενό	1,00		
αέρας	1,0003		
νερό	1,33		
οινόπνευμα	1,36		
βοημική ύαλος	1,52		
χαλαζίας	1,54		
μολυβδύαλος	1,62		
διαμάντι	2,42		
	1	2	
δείκτης διάθλασης n			

Εικ. 5: Δείκτης διάθλασης διαφόρων διαφανών υλικών.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΙΔΙΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ - 1

Θέμα: Δυναμόμετρο. Ιδιοκατασκευή και βαθμονόμηση δυναμόμετρου

Σκοπός

Η κατασκευή ενός αυτοσχέδιου δυναμόμετρου με απλά υλικά και η βαθμονόμησή του καθώς και η κατανόηση της αρχής λειτουργίας του.

Υλικά

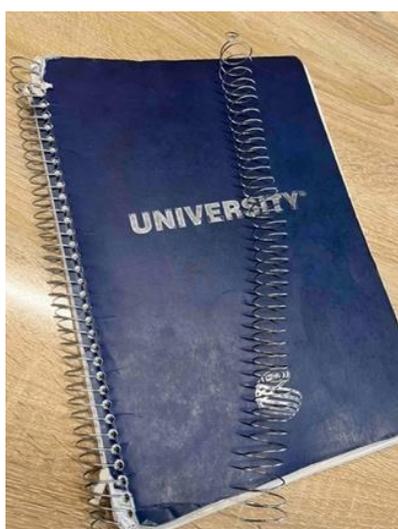
- Κόλλες χαρτί A4 (σε διαφορετικά χρώματα κατά προτίμηση)
- Μεταλλικοί συνδετήρες
- Καρφίτσα
- Κολλητική ταινία (σελοτέιπ)
- Σπирάλ από ένα παλιό τετράδιο
- Βαρίδια
- Ζυγός (ακριβείας → να μετρά γραμμάρια)
- Μαρκαδόροι



Γενικές οδηγίες

α) Από ένα παλιό τετράδιο

- ☞ αφαιρούμε το σπирάλ (εικόνα 1).
- ☞ στρέφουμε τις δύο άκρες του σπирάλ ώστε να γίνουν σαν γάντζοι (εικόνα 2).



(εικόνα 1)



(εικόνα 2)

β) Με τα φύλλα A4 και την κολλητική ταινία

- ☞ φτιάχνουμε δύο χάρτινους κυλίνδρους (εικόνα 3).

- Ο πρώτος θα πρέπει να χωράει οριακά μέσα του το σπιδάλ, ενώ ο δεύτερος θα πρέπει να περιέχει μέσα του τον πρώτο δίνοντάς του τη δυνατότητα να κινείται με ευκολία μέσα του (εικόνα 4).



(εικόνα 3)



(εικόνα 4)

γ) Με την καρφίτσα

- ☞ ανοίγουμε δύο ζευγάρια τρύπες ένα στο κάθε κύλινδρο.
- ☞ Στη συνέχεια περνάμε από τις τρύπες των κυλίνδρων τους δύο συνδετήρες αφού πρώτα τους έχουμε δώσει ένα σχήμα τριγώνου (εικόνα 5).



(εικόνα 5)

δ) στη συνέχεια

- ☞ περνάμε τη μία άκρη του σπιδάλ στον ένα συνδετήρα και την άλλη άκρη του σπιδάλ στον άλλο συνδετήρα (εικόνα 6).



(εικόνα 6)

ε) στη συνέχεια

- ☞ κρεμάμε κατακόρυφα από τον έναν συνδετήρα την κατασκευή μας και χωρίς να κρεμάσουμε από τον κάτω συνδετήρα κάποια μάζα σημειώνουμε με έναν μαρκαδόρο την αρχική σχετική θέση του ενός κυλίνδρου ως προς τον άλλον (εικόνα 7).
- ☞ κρεμάμε διαδοχικά μάζες των 50 γραμ. που αντιστοιχούν σε δύναμη βάρους 0,5 Newton η καθεμία και
- ☞ βαθμονομούμε το δυναμόμετρό μας σημειώνοντας κάθε φορά με τον μαρκαδόρο την αντίστοιχη θέση του κυλίνδρου (εικόνα 8).



(εικόνα 7)



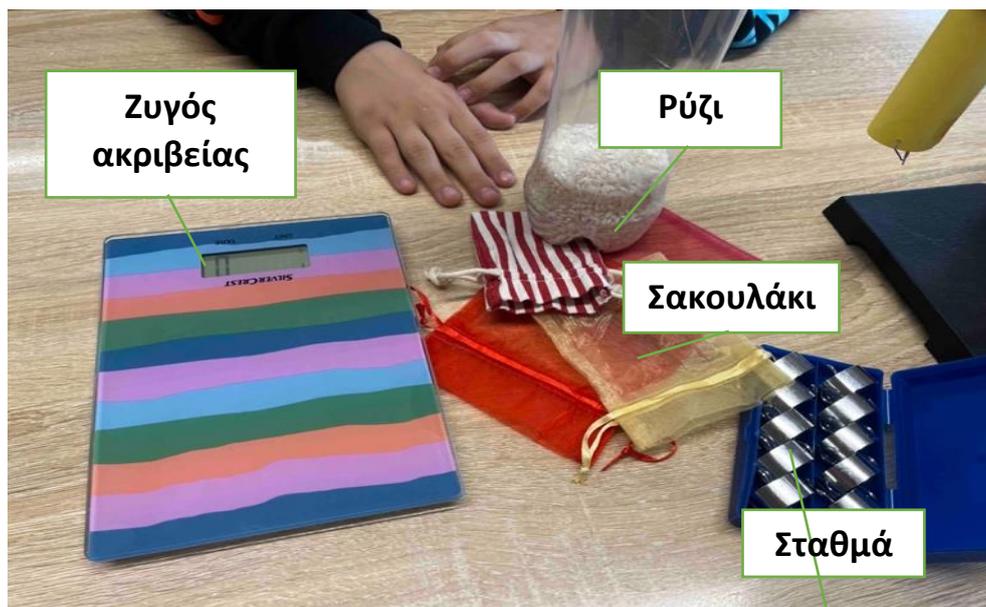
(εικόνα 8)

Κατασκευή σταθμών 50g (με ρύζι)

→(μπορεί να γίνει και με οποιοδήποτε άλλο υλικό θέλετε)

- ☞ Προτιμότερο είναι να κατασκευάσουμε τα δικά μας σταθμά

Στάδια κατασκευής με εικόνες



Εικόνα 9: Υλικά κατασκευής



Εικόνα 10: ρίχνω ρύζι στο σακουλάκι



Εικόνα 11: Ζυγίζω το σακουλάκι με το ρύζι



Εικόνα 11: ΠΡΟΣΟΧΗ→θέτω ποσότητα ρυζιού ώστε το σακουλάκι να ζυγίζει 50g

Στ) Εξασκηθείτε

- ☞ Μετρήστε με το δυναμόμετρο που κατασκευάσετε το βάρος οποιουδήποτε σώματος επιθυμείτε (προσοχή το βάρος του σώματος να είναι στα όρια της κατασκευής σας!!!).
- ☞ Υπολογίστε την μάζα του σώματος με βάση την προηγούμενη μέτρηση που κάνατε
- ☞ Ζυγίστε το σώμα με το ζυγό που έχετε και καταγράψτε τη μάζα του.
- ☞ Συγκρίνετε τη μάζα του σώματος που μετρήσατε με βάση την κατασκευή σας με αυτήν που καταγράψατε από το ζύγισμά του
- ☞ Επαναλάβετε την ανωτέρω διαδικασία με άλλα τουλάχιστον δυο σώματα
- ☞ Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας.

Τα ανωτέρω είναι ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ για να αξιολογηθεί η εργασία σας

Προαιρετικά:

Μπορείτε να κάνετε και ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ άλλο σκέφτεστε σχετικό με το θέμα,

- να αλλάξετε οποιαδήποτε παράμετρο θέλετε (διαφορετικό υλικό, ελατήριο κλπ.) που να ικανοποιεί την περιέργειά σας και τη δημιουργικότητά σας ,
- να την υλοποιήσετε
- να κάνετε σχετικές μετρήσεις και συγκρίσεις,

- να τις καταγράψατε, και να
- διατυπώσετε τα σχετικά συμπεράσματά σας.

Δοκιμάστε να κατασκευάσετε τα δικά σας σταθμά με διαφορετικά υλικά

ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ κάνετε πέρα από τα υποχρεωτικά ζητούμενα, χρησιμοποιώντας την δημιουργικότητά σας μετρά ΘΕΤΙΚΑ.

Παραδοτέα:

A) Παράδοση της κατασκευής (σε κάθε κατασκευή καταγράφονται τα ονόματα και ο αριθμός μητρώου)

B) Τα βίντεο (ή και εικόνες) της κατασκευής σας

Γ) Εργασία που να περιλαμβάνει:

- την αρχή λειτουργίας της κατασκευής σας
- την περιγραφή της κατασκευής σας,
- τις μετρήσεις σας,
- την επεξεργασία των μετρήσεών σας,
- τα συμπεράσματά σας και οτιδήποτε άλλο θεωρείτε ή προτείνετε

Μπορείτε να αναζητήσετε σχετικά βίντεο κατασκευής σε πολλές διαδικτυακές πηγές

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΙΔΙΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ - 2

Θέμα: Μελέτη της κίνησης της ΜΗ ελεύθερης πτώσης- « Αλεξίπτωτιστής»

Σκοπός

Η κατασκευή ενός αυτοσχέδιου αλεξίπτωτου με απλά υλικά και η διερεύνηση της κίνησής του.

Υλικά

- Ύφασμα για τον θόλο του αλεξίπτωτου (όχι χαρτί ή πλαστικό ή άλλο υλικό)
- Σπάγκος (όχι άλλο υλικό π.χ. πλαστικό νήμα ή σύρμα)
- Αλεξίπτωτιστής (ανθρωπάκι π.χ Playmobile-Lego ή οποιαδήποτε άλλο αντικείμενο)
- Ψαλίδι- χάρακας- διαβήτη, μολύβι για το σχεδιασμό
- Ζυγός (ακριβείας → να μετρά γραμμάρια)



Επιλογές κατασκευής θόλου αλεξίπτωτου:

- Τετράγωνη επιφάνειας:
 - 1^η επιλογή: 25cm × 25cm
 - 2^η επιλογή: 30cm × 30cm
- Κυκλική επιφάνειας
 - 1^η επιλογή: ακτίνα R=14cm
 - 2^η επιλογή: ακτίνα R=17cm

Γενικές οδηγίες

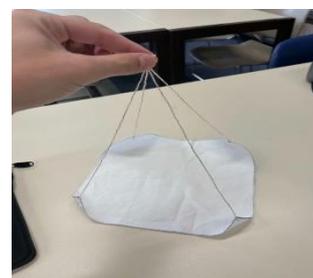
Υλοποιείτε ΔΥΟ μικροκατασκευές

α) Επιλέγετε δυο από τις παραπάνω επιλογές θόλου αλεξίπτωτου για την κατασκευή σας, (συγκεκριμένα επιλέγετε έναν από τους παρακάτω συνδυασμούς):

1. Τετράγωνη επιφάνεια 25cm × 25cm & Τετράγωνη επιφάνεια 30cm × 30cm
2. Τετράγωνη επιφάνεια 25cm × 25cm & Κυκλική επιφάνεια ακτίνα R=14cm
3. Τετράγωνη επιφάνεια 25cm × 25cm & Κυκλική επιφάνεια ακτίνα R=17cm
4. Τετράγωνη επιφάνεια 30cm × 30cm & Κυκλική επιφάνεια ακτίνα R=14cm
5. Τετράγωνη επιφάνεια 30cm × 30cm & Κυκλική επιφάνεια ακτίνα R=17cm

6. Κυκλική επιφάνεια ακτίνα $R=14\text{cm}$ & Κυκλική επιφάνεια ακτίνα $R=17\text{cm}$

β) Κατασκευάζετε τα αλεξίπτωτα της επιλογής σας (τετράγωνο - κυκλικό)



γ) Ζυγίζετε τον «αλεξίπτωτιστή» της επιλογής σας, τον δένετε/κρεμάτε από τα νήματα του αλεξίπτωτου και ζυγίζετε πάλι όλη την κατασκευή σας (αλεξίπτωτιστή και αλεξίπτωτο)

Μελέτη κίνησης της πτώσης του αλεξίπτωτου

Κάνετε αρχικά δοκιμές της πτώσης του αλεξίπτωτου και διορθώνετε τυχόν ατέλειες/προβλήματα που παρατηρείτε κατά την πτώση/κίνηση του αλεξίπτωτου. Ο χώρος μελέτης να είναι κλειστός χώρος (να μην υπάρχουν ρεύματα αέρα που να επηρεάζουν την κίνηση)

Πειραματικές μετρήσεις

α) Μετρήστε/καταγράψτε το ύψος από το οποίο αφήνετε το αλεξίπτωτο

β) Μετρήστε/καταγράψτε τη μάζα του αλεξίπτωτιστή καθώς και την μάζα της όλης διάταξης

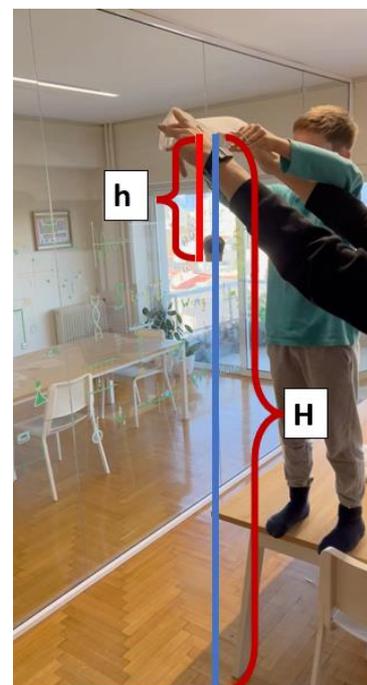
γ) Μετρήστε/καταγράψτε το ύψος H (απόσταση θόλου αλεξίπτωτου από το έδαφος) και το ύψος h (απόσταση θόλου αλεξίπτωτου από το κάτω άκρο του «αλεξίπτωτιστή»)

δ) Καταγραφή σε βίντεο της κίνησης του αλεξίπτωτου

ε) Από τη μελέτη του βίντεο καταγράψτε τον χρόνο πτώσης (από την στιγμή που αφήνετε το αλεξίπτωτο έως να ακουμπήσει του κάτω άκρο του «αλεξίπτωτιστή» στο έδαφος).

στ) Επαναλάβετε τις μετρήσεις 5 φορές και υπολογίστε τον μέση τιμή του χρόνου καθόδου.

ζ) Αλλάξτε τον αλεξίπτωτιστή με άλλο αντικείμενο διαφορετικής μάζας (την οποία και καταγράφετε) και αφήστε το αλεξίπτωτο από το ίδιο ύψος που κάνετε τις προηγούμενες μετρήσεις υπολογισμού της μέσης τιμής του χρόνου καθόδου.



Συγκρίνετε τα αποτελέσματα μέτρησης του χρόνου καθόδου και διατυπώστε το συμπέρασμα σας

η) Επαναλάβετε την ανωτέρω διαδικασία και για την δεύτερη κατασκευή σας.
Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας

Τα ανωτέρω είναι ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ για αξιολογηθεί η εργασία σας

Προαιρετικά:

Μπορείτε να κάνετε και ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ άλλο σκέφτεστε σχετικό με το θέμα,

- να αλλάξετε οποιαδήποτε παράμετρο θέλετε (ύψος, μάζα, σχήμα θόλου αλεξίπτωτου, ύψος και πτώση σε εξωτερικό χώρο κλπ) που να ικανοποιεί την περιέργειά σας και τη δημιουργικότητά σας ,
- να την υλοποιήσετε
- να κάνετε σχετικές μετρήσεις και συγκρίσεις,
- να τις καταγράψατε, και να
- διατυπώσετε τα σχετικά συμπεράσματά σας.

ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ κάνετε πέρα από τα υποχρεωτικά ζητούμενα, χρησιμοποιώντας την δημιουργικότητά σας μετρά ΘΕΤΙΚΑ.

Παραδοτέα:

A) Παράδοση της κατασκευής (σε κάθε θόλο αλεξίπτωτου γράφετε το όνομά σας και τον αριθμό μητρώου)

B) Τα βίντεο των μελέτης της πτώσης του αλεξίπτωτου

Γ) Εργασία να περιλαμβάνει:

- την περιγραφή της κίνησης του αλεξιπτωτιστής από την στιγμή που ξεκινά μέχρι την επαφή με το έδαφος (από επιστημονική άποψη, δυνάμεις που ασκούνται, είδος κίνησης, κλπ.)
- την περιγραφή της κατασκευής σας,
- τις μετρήσεις σας,
- την επεξεργασία των μετρήσεών σας,
- τα συμπεράσματά σας και οτιδήποτε άλλο θεωρείτε ή προτείνετε

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΙΔΙΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ - 3

Θέμα: Θερμόμετρο. Ιδιοκατασκευή και βαθμονόμηση θερμομέτρου

Σκοπός

Η κατασκευή ενός αυτοσχέδιου θερμομέτρου με απλά υλικά και η βαθμονόμηση του καθώς και η κατανόηση της αρχής λειτουργίας του.

Υλικά



Εικόνα 1

- Γυάλινο μπουκαλάκι των 50ml με βιδωτό πλαστικό καπάκι
- Καλαμάκι
- Πλαστελίνη ή γύψο ή εποξική κόλλα
- Χαρτοταινία
- Θερμόμετρο εμπορίου
- Φωτιστικό οινόπνευμα
- Σύριγγα των 5ml
- Μαρκαδόρος
- Χάρακας

Γενικές οδηγίες

- ☞ Δημιουργήστε μια τρύπα στο πλαστικό πώμα ώστε να χωράει με σχετική δυσκολία το καλαμάκι και περνάμε το καλαμάκι μέσα από το πώμα. Το καλαμάκι προεξέχει από το πώμα 1 με 2 εκατοστά (Εικόνα 2)

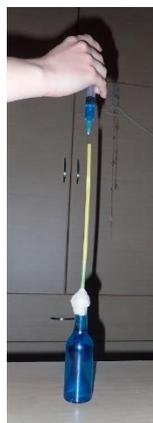


Εικόνα 2

- ☞ Γεμίστε το μπουκαλάκι με οινόπνευμα μέχρι το χείλος του
- ☞ Τοποθετήστε το πώμα με το καλαμάκι προσεκτικά στο μπουκάλι και βιδώστε.
- ☞ Με τη βοήθεια της πλαστελίνης ή οποιουδήποτε άλλου μονωτικού υλικού στεγανοποιήστε το καπάκι.(Εικόνα 3)



Εικόνα 3



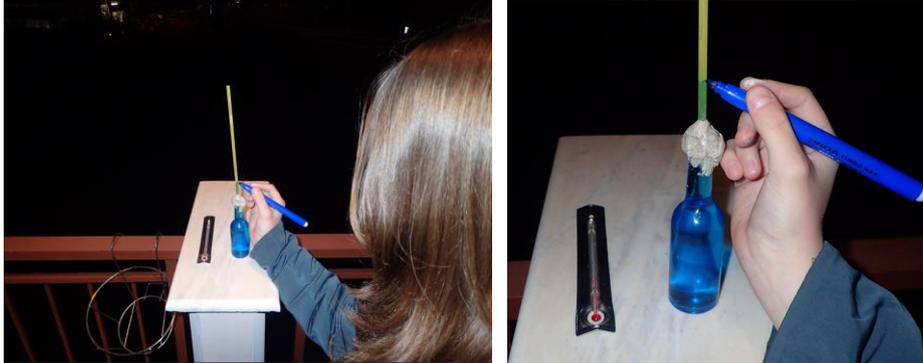
Εικόνα 4

- ☞ Στη συνέχεια με τη βοήθεια μιας σύριγγας συμπληρώστε με οινόπνευμα το καλαμάκι ώστε η στάθμη του οινοπνεύματος μέσα στο καλαμάκι να φτάσει περίπου στο 1/3 από το συνολικό του μήκος (Εικόνα 4)

Βαθμονόμηση θερμομέτρου

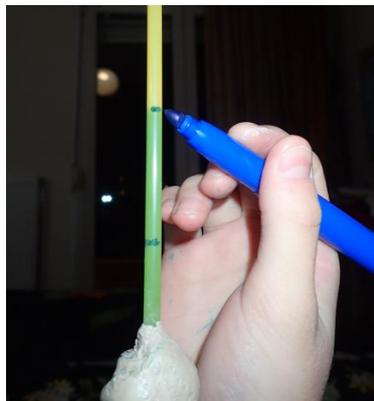
- Η βαθμονόμηση του θερμομέτρου μπορεί να γίνει με τη βοήθεια 2 γνωστών θερμοκρασιών. Η πρώτη θερμοκρασία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος και η δεύτερη η θερμοκρασία δωματίου.
- ☞ Τοποθετήστε το θερμόμετρο μας σε εξωτερικό χώρο και δίπλα του το θερμόμετρο εμπορίου.

- ☞ Αφήστε το θερμόμετρο μας τουλάχιστον 40 λεπτά ώστε να αποκτήσει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- ☞ Σημειώστε την ένδειξη του θερμομέτρου εμπορίου (π.χ. 9°C) και με τη βοήθεια ενός μαρκαδόρου σημειώστε τη στάθμη του οινοπνεύματος στο καλαμάκι.



Εικόνα 5

- ☞ Τοποθετήστε το θερμόμετρο μας σε εσωτερικό χώρο (π.χ. στο δωμάτιο μας) και δίπλα του το θερμομόμετρο εμπορίου.
- ☞ Αφήστε το θερμόμετρο τουλάχιστον 40 λεπτά ώστε να αποκτήσει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- ☞ Σημειώστε την ένδειξη του θερμομέτρου εμπορίου (π.χ. 21°C) και με τη βοήθεια ενός μαρκαδόρου σημειώστε τη στάθμη του οινοπνεύματος στο καλαμάκι.



Εικόνα 6

- ☞ Μετρήστε την απόσταση ανάμεσα στα δύο σημάδια που βρίσκονται στο καλαμάκι και διαιρέστε με την απόσταση αυτή με τη διαφορά των θερμοκρασιών την οποία μετρήσατε.
 - Π.χ. αν οι θερμοκρασίες που μετρήσατε είναι όπως στο παράδειγμα μας δηλαδή 9°C και 21°C (διαφορά θερμοκρασίας $21-9=12^{\circ}\text{C}$) και η απόσταση ανάμεσα στα δύο σημάδια είναι 3,5cm πραγματοποιούμε την πράξη $3,5/12 \cong 0,3 \text{ cm} / ^{\circ}\text{C}$
 - Αυτό σημαίνει ότι κάθε 0,3 cm έχουμε αύξηση 1°C.



Εικόνα 7

- ☞ Τοποθετείστε πάνω στη χαρτοταινία ένα σημαδάκι το οποίο είναι οι 0°C και μετά κάθε 0,3 εκατοστά (ή όποιο άλλο είναι το αποτέλεσμα της διαίρεσης σας) τοποθετείστε διαδοχικά σημάδια μέχρι τους 50°C .
- ☞ Κολλήστε την χαρτοταινία στο καλαμάκι προσέχοντας τα σημαδάκια να συμπίπτουν με τις θερμοκρασίες και τα σημάδια στο καλαμάκι που σημειώθηκαν σε προηγούμενο βήμα.

Το θερμόμετρο είναι πλέον έτοιμο για μετρήσεις. Αφήστε σε κάποιον άλλο χώρο το θερμόμετρο τουλάχιστον 40 λεπτά και παρατηρήστε τη στάθμη του οιοπνεύματος στο καλαμάκι.

Ο αριθμός που αναγράφεται στην κλίμακα δίπλα από τη στάθμη του οιοπνεύματος στο καλαμάκι είναι η θερμοκρασία μέτρησης.

Πιστοποιήστε την λειτουργία και ακρίβεια του ιδιοκατασκευασμένου θερμομέτρου σας με τη βοήθεια του θερμομέτρου εμπορίου.

Η ακρίβεια ενός οργάνου μέτρησης καθορίζεται από τη λεπτομέρεια και την ποιότητα της κατασκευής του.

Ωστόσο, αποκλίσεις είναι πάντοτε πιθανές, και για τον λόγο αυτό, σε κάθε μέτρηση λαμβάνεται υπόψη το σφάλμα του οργάνου, ώστε να διασφαλιστεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.



Στ) Εξασκηθείτε

- ☞ Μετρήστε με το θερμόμετρο που κατασκευάσετε τη θερμοκρασία οποιουδήποτε σώματος ή χώρου επιθυμείτε (προσοχή η θερμοκρασία του σώματος ή του χώρου να είναι στα εύρος μέτρησης των θερμοκρασιών της κατασκευής σας!!!).

- ☞ Υπολογίστε την θερμοκρασία του σώματος ή του χώρου με βάση ένα σχετικό θερμόμετρο του εμπορίου
- ☞ Συγκρίνετε τη θερμοκρασία του σώματος ή του χώρου που μετρήσατε με βάση την κατασκευή σας με αυτήν που καταγράψατε από θερμόμετρο του εμπορίου
- ☞ Επαναλάβετε την ανωτέρω διαδικασία με άλλα τουλάχιστον δυο σώματα/ή χώρους
- ☞ Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας.

Τα ανωτέρω είναι ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ για να αξιολογηθεί η εργασία σας

Προαιρετικά:

Μπορείτε να κάνετε και ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ άλλο σκέφτεστε σχετικό με το θέμα,

- να αλλάξετε οποιαδήποτε παράμετρο θέλετε (διαφορετικό υγρό, διαφορετικός όγκος δοχείου, κλπ.) που να ικανοποιεί την περιέργειά σας και τη δημιουργικότητά σας ,
- να την υλοποιήσετε
- να κάνετε σχετικές μετρήσεις και συγκρίσεις,
- να τις καταγράψατε, και να
- διατυπώσετε τα σχετικά συμπεράσματά σας.

ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ κάνετε πέρα από τα υποχρεωτικά ζητούμενα, χρησιμοποιώντας την δημιουργικότητά σας μετρά ΘΕΤΙΚΑ.

Παραδοτέα:

A) Παράδοση της κατασκευής (σε κάθε κατασκευή καταγράφονται τα ονόματα και ο αριθμός μητρώου)

B) Τα βίντεο (ή και εικόνες) της κατασκευής σας

Γ) Εργασία που να περιλαμβάνει:

- την αρχή λειτουργίας της κατασκευής σας
- την περιγραφή της κατασκευής σας,
- τις μετρήσεις σας,
- την επεξεργασία των μετρήσεών σας,
- τα συμπεράσματά σας και οτιδήποτε άλλο θεωρείτε ή προτείνετε

Μπορείτε να αναζητήσετε σχετικά βίντεο κατασκευής σε πολλές διαδικτυακές πηγές

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΙΔΙΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ - 4

Θέμα: Μελέτη της ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ του Φωτός – Το ΠΕΡΙΣΚΟΠΙΟ

Σκοπός

Η κατασκευή ενός αυτοσχέδιου Περισκόπιου με απλά υλικά και η διερεύνηση της λειτουργίας του.



Υλικά

- Χαρτόνι (προτείνεται από χαρτόκουτο)
- 2 καθρεφτάκια
- Κολλητική ταινία - χαρτοταινία
- Ψαλίδι- χάρακας- διαβήτη, χαρτοκόπτης, μολύβι
- Προαιρετικά: πιστόλι σιλικόνης



Επιλογές κατασκευής περισκοπίου:

- Ελεύθερη επιλογή διαστάσεων
 - Ορθογώνιας διατομής (όχι τετράγωνο)
 - Τετραγωνικής διατομής

Γενικές οδηγίες

Υλοποιείτε μία μικροκατασκευή περισκοπίου

α) Επιλέγετε μία από τις παραπάνω επιλογές διατομής για την κατασκευή σας,

Συγκεκριμένα επιλέγετε:

7. Ορθογώνιας διατομής (οποιαδήποτε διαστάσεων επιθυμείτε)
8. Τετραγωνικής διατομής (οποιοδήποτε μήκος πλευράς επιθυμείτε)

Υλοποίηση δημιουργίας περισκοπίου τετραγωνικής διατομής

α) Μετράτε τις διαστάσεις από τα καθρεφτάκια και χαράζεται το χαρτόνι κατάλληλα έτσι ώστε να κατασκευάσετε τον βασικό κορμό του περισκοπίου.



β) Ενώνετε με την χαρτοταινία τις πλευρές



γ) Μετράτε τις διαστάσεις του καθρέφτη στην κατασκευή σας και κόβετε ένα κομμάτι από το πάνω μέρος του κορμού και ένα από το κάτω.



γ) Στην συνέχεια αφαιρείται δύο κομμάτια χαρτόνι στις διαστάσεις του καθρέφτη και κολλάτε πάνω σε αυτά το καθρεφτάκι

δ) Τοποθετείστε τα καθρεφτάκια στο κορμό του περισκοπίου, στις δύο πλευρές όπου υπάρχουν κενά, υπο γωνία (προτείνεται γωνία 45°).



ε) Προσθέστε, τα δύο τμήματα που αφαιρέσατε σε προηγούμενο βήμα (βήμα γ), και ολοκληρώσετε την κατασκευή.



Βοηθητικά video κατασκευής

(αν θέλετε κάποια βοήθεια)

<https://www.youtube.com/watch?v=Ysk4SM1jEp4>

https://www.youtube.com/watch?v=sU_2Xz95W0E

Παραδοτέα:

A) Παράδοση της κατασκευής (δια ζώσης)

B) Φωτογραφίες και βίντεο από τα στάδια κατασκευής (στην eclass)

Γ) Εργασία που να περιλαμβάνει:

- την περιγραφή της κατασκευής σας, (υλικά, διαστάσεις κατασκευής)
- Την περιγραφή λειτουργίας της κατασκευής (στην eclass)

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΝΑ ΦΑΙΝΕΤΑΙ ΚΑΙ ΤΟ ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΑΣ ΚΑΙ Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΑΣ όχι μόνο παραδοτέο αντικείμενο αλλά και κατά τα στάδια υλοποίησης της κατασκευής (απαραίτητη προϋπόθεση)

Τα ανωτέρω είναι **ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ** για να αξιολογηθεί η εργασία σας

Προαιρετικά/Δημιουργικότητα:

Μπορείτε να κάνετε και ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ άλλο σκεφτείτε, σχετικό, με το θέμα (π.χ. περισκόπιο κυκλικής διατομής κλπ) και υλοποιήστε το

ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ κάνετε πέρα από τα υποχρεωτικά ζητούμενα, χρησιμοποιώντας την δημιουργικότητά σας μετρά **ΘΕΤΙΚΑ**.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΙΔΙΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ - 5

Θέμα: ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟ-ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Σκοπός

Η κατασκευή ενός αυτοσχέδιου ηλεκτροσκοπίου με απλά υλικά και η κατανόηση της αρχής λειτουργίας του.

Υλικά

Για την υλοποίηση της κατασκευής απαιτούνται τα ακόλουθα στοιχεία:

- **Γυάλινο βάζο ή πλαστικό μπουκαλάκι (νερού)**
με πλαστικό καπάκι (κατά προτίμηση, καθώς το πλαστικό είναι μονωτής).
- **Σύρμα χαλκού**
(απογυμνωμένο, χωρίς πλαστική επικάλυψη) ή ένας μεγάλος συνδετήρας.
- **Αλουμινόχαρτο**
Φύλλα αλουμινόχαρτου
- **Πλαστικό καλαμάκι**
(προαιρετικό, για μόνωση).
- **Ταινία**
(μονωτική ή σελοτέιπ).
- **Ψαλίδι**
- **Πλαστελίνη ή κόλλα σιλικόνης** (προαιρετικά, για στερέωση).

Οδηγίες- Διαδικασία Κατασκευής

1. **Προετοιμασία καπακιού:** Ανοίξτε μια μικρή τρύπα στο κέντρο του πλαστικού καπακιού του βάζου.



Εικόνα 1



Εικόνα 2

2. **Προετοιμασία σύρματος:** Πάρτε το σύρμα χαλκού και λυγίστε τη μία άκρη του σε σχήμα άγκιστρου (J). Στην άλλη άκρη (που θα είναι έξω από το βάζο), σχηματίστε μια σπείρα (helix) ή μια μικρή μπάλα αλουμινόχαρτου για να λειτουργήσει ως συλλέκτης φορτίου.



Εικόνα 3



Εικόνα 4

3. **Μόνωση (Σημαντικό):** Περάστε το σύρμα μέσα από την τρύπα του καπακιού. Χρησιμοποιήστε ταινία ή κόλλα για να στερεώσετε το σύρμα στο καπάκι, (φροντίζοντας να μην ακουμπάει το σύρμα απευθείας στο καπάκι, αν είναι μεταλλικό).
4. **Δημιουργία φύλλων:** Κόψτε δύο μικρά, πανομοιότυπα κομμάτια αλουμινόχαρτου (περίπου 1x2 cm ή σε σχήμα σταγόνας).
5. **Κρέμασμα φύλλων:** Ανοίξτε μια μικρή τρύπα στην κορυφή κάθε φύλλου αλουμινίου και κρεμάστε τα στο άγκιστρο (J) μέσα στο βάζο. Τα φύλλα πρέπει να κρέμονται ελεύθερα και να αγγίζονται ελαφρώς.



Εικόνα 5



Εικόνα 6

6. **Συναρμολόγηση:** Βιδώστε το καπάκι στο βάζο, φροντίζοντας τα φύλλα να κρέμονται στο κέντρο χωρίς να ακουμπούν τα τοιχώματα.



Εικόνα 7

Σημείωση: Με την ολοκλήρωση των ανωτέρω βημάτων, η πειραματική διάταξη του ηλεκτροσκοπίου είναι έτοιμη προς χρήση για την ανίχνευση στατικού ηλεκτρισμού.

Γενικές οδηγίες ελέγχου λειτουργίας της ιδιοκατασκευής

☞ Φόρτιση:

- Τρίψτε ένα πλαστικό αντικείμενο (π.χ. χτένα, μπαλόνι, πλαστική ράβδο) σε μάλλινο ύφασμα ή στα μαλλιά σας για να αποκτήσει στατικό ηλεκτρισμό.

☞ Ανίχνευση:

- Πλησιάστε το φορτισμένο αντικείμενο στη σπείρα/σφαίρα αλουμινίου στο πάνω μέρος του σύρματος (χωρίς απαραίτητα να την ακουμπήσετε).

☞ Παρατήρηση:

- Τα φύλλα αλουμινίου στο εσωτερικό θα αποκτήσουν το ίδιο φορτίο (επαγωγή) και θα **απωθηθούν**, δηλαδή θα ανοίξουν.

☞ Αποφόρτιση:

- Ακουμπήστε το σύρμα με το δάχτυλό σας για να γειώσετε το ηλεκτροσκόπιο και τα φύλλα θα πέσουν ξανά.



Εικόνα 8

☞ **ΕΞΑΣΚΗΘΕΙΤΕ:**

- Επαναλάβετε την ανωτέρω διαδικασία με άλλα τουλάχιστον δυο σώματα/ή χώρους
- Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας.

Τα ανωτέρω είναι ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ για να αξιολογηθεί η εργασία σας

Προαιρετικά:

Μπορείτε να κάνετε και ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ άλλο σκέφτεστε σχετικό με το θέμα,

- να αλλάξετε οποιαδήποτε παράμετρο θέλετε (που να ικανοποιεί την περιέργειά σας και τη δημιουργικότητά σας ,
- να την υλοποιήσετε
- να την χρησιμοποιήσετε,
- να καταγράψετε τις παρατηρήσεις και να
- διατυπώσετε τα σχετικά συμπεράσματά σας.

ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ κάνετε πέρα από τα υποχρεωτικά ζητούμενα, χρησιμοποιώντας την δημιουργικότητά σας μετρά ΘΕΤΙΚΑ.

Παραδοτέα:

A) Παράδοση της κατασκευής (σε κάθε κατασκευή καταγράφονται τα ονόματα και ο αριθμός μητρώου)

B) Τα βίντεο (ή και εικόνες) της κατασκευής σας

Γ) Εργασία που να περιλαμβάνει:

- την αρχή λειτουργίας της κατασκευής σας

- την περιγραφή της κατασκευής σας,
- τις παρατηρήσεις από την λειτουργία της
- τα συμπεράσματά σας και οτιδήποτε άλλο θεωρείτε ή προτείνετε

Μπορείτε να αναζητήσετε σχετικά βίντεο κατασκευής σε πολλές διαδικτυακές πηγές

<https://photodentro.edu.gr/v/item/video/8522/958>