



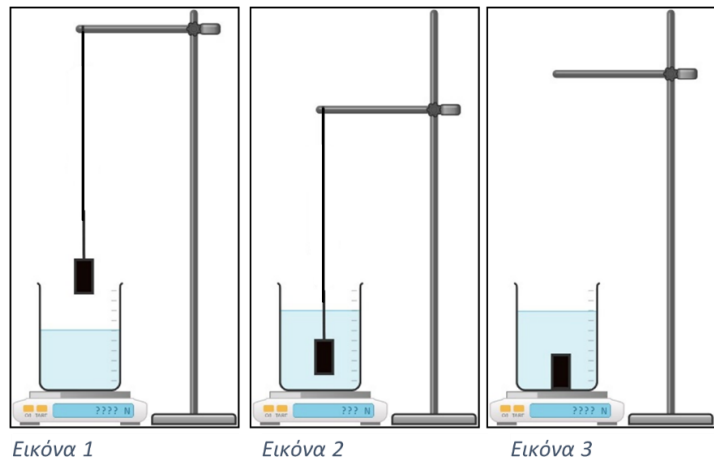
ΟΔΗΓΙΕΣ

1. Η αναλυτική λύση των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε τετράδιο ή σε φύλλα A4 που θα σας δοθούν. Στον κατάλληλο χώρο του τετραδίου ή στην πρώτη σελίδα A4 θα αναγράψετε τα ονομαστικά στοιχεία σας
2. Όλα τα ζητούμενα αριθμητικά αποτελέσματα πρέπει ΟΠΩΣΔΗΠΟΤΕ να μεταφερθούν στο **Φύλλο Απαντήσεων** που θα βρείτε αμέσως μετά τις εκφωνήσεις και το τυπολόγιο.
3. Όπου ζητούνται γραφήματα θα σχεδιαστούν στους ειδικούς χώρους του **Φύλλου Απαντήσεων**.
4. Στο τέλος της εξέτασης θα παραδώσετε το τετράδιο (ή τα φύλλα A4) με τις αναλυτικές λύσεις σας ΜΑΖΙ με το φύλλο απαντήσεων.
5. Το Φύλλο Απαντήσεων θα συρραφεί στο τετράδιο (ή στα φύλλα A4).
6. Τα ονομαστικά στοιχεία θα καλυφθούν με μαύρο αυτοκόλλητο.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1^ο ΘΕΜΑ

Κάποιοι μαθητές πραγματοποίησαν ένα πείραμα με στόχο να υπολογίσουν την πυκνότητα ενός μεταλλικού αντικειμένου. Για να χωράει το μεταλλικό αντικείμενο χρησιμοποίησαν ένα μεγάλο ογκομετρικό δοχείο βαθμονομημένο σε ml με υποδιαίρεσεις ανά 50 ml και έναν ηλεκτρονικό ζυγό βαθμονομημένο σε N με ακρίβεια $0,1\text{ N}$. Τοποθέτησαν το δοχείο πάνω στον ζυγό, πρόσθεσαν αρκετή ποσότητα νερού και κατέγραψαν την ένδειξη του ζυγού. Τα βήματα του πειράματος απεικονίζονται στις 3 εικόνες ενώ οι ενδείξεις του ζυγού που κατέγραψαν παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.



	Εικόνα 1	Εικόνα 2	Εικόνα 3
Ένδειξη ζυγού (N)	12,4	14,7	30,4

Για τους υπολογισμούς που ζητούνται στη συνέχεια δίνονται η πυκνότητα του νερού $\rho = 1\text{ g/ml}$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{ m/s}^2$.

A.1. Να υπολογίσετε:

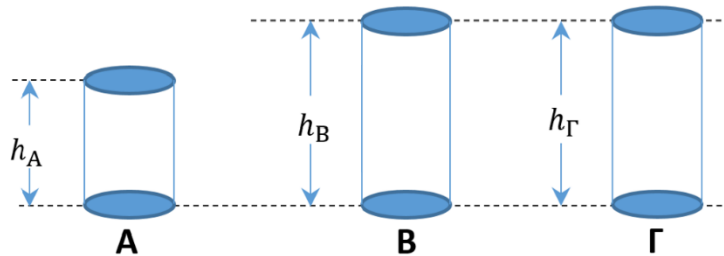
1. τη μάζα m του μεταλλικού αντικειμένου.
2. την άνωση A που δέχεται το αντικείμενο όταν είναι πλήρως βυθισμένο στο νερό.
3. τον όγκο V του αντικειμένου.
4. την πυκνότητα ρ_x του αντικειμένου.

A.2. Γιατί νομίζετε ότι δεν επέλεξαν να μετρήσουν τον όγκο του αντικειμένου με το ογκομετρικό δοχείο;

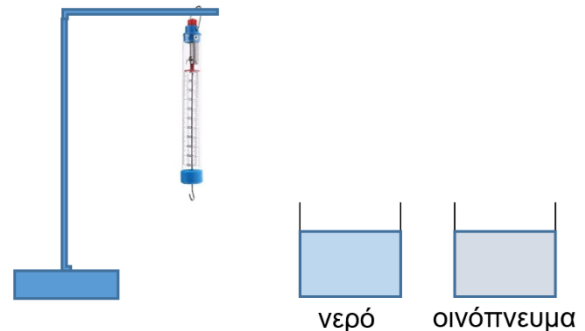


2° ΘΕΜΑ

Σε ένα σχολικό εργαστήριο πειραματιζόμαστε προσπαθώντας να προσδιορίσουμε το μέταλλο από το οποίο έχουν φτιαχτεί τρεις μεταλλικοί κύλινδροι Α, Β και Γ με ίδιο εμβαδό βάσης s και ύψη $h_A < h_B = h_\Gamma$ (βλ. εικόνα 1).



Κάθε κύλινδρος μπορεί να είναι φτιαγμένος είτε από αλουμίνιο (Al), είτε από σίδηρο (Fe) είτε από μόλυβδο (Pb). Για τα πειράματα χρησιμοποιούμε ένα δυναμόμετρο κρεμασμένο από ένα σταθερό σημείο, καθώς και 2 ποτήρια που περιέχουν νερό και οινόπνευμα αντίστοιχα (Εικόνα 2).



1ο Πείραμα

Κρεμάμε τον κύλινδρο Β από το δυναμόμετρο και τον βυθίζουμε ολόκληρο στο νερό.
Κρεμάμε τον κύλινδρο Γ από το δυναμόμετρο και τον βυθίζουμε ολόκληρο στο οινόπνευμα.
Παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι η ίδια.

2ο Πείραμα

Κρεμάμε από το δυναμόμετρο πρώτα τον κύλινδρο Α και τον βυθίζουμε ολόκληρο στο νερό.
Καταγράφουμε την ένδειξη του δυναμόμετρου.
Κατόπιν επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία με τον κύλινδρο Β, βυθίζοντάς τον και αυτόν στο νερό.
Παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι η ίδια.

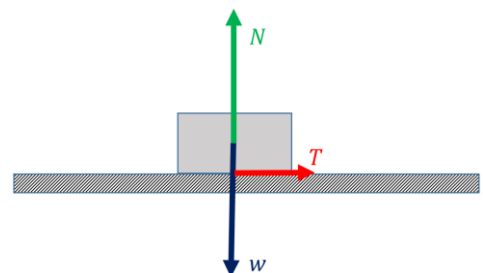
Μπορείτε, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των πειραμάτων, να πείτε από ποιο υλικό είναι κατασκευασμένος κάθε κύλινδρος;

Δίνονται:

Πυκνότητα νερού $\rho_v = 1 \text{ g/cm}^3$, Πυκνότητα οινόπνευματος $\rho_{οιν} = 0,78 \text{ g/cm}^3$, Πυκνότητα αλουμινίου $\rho_{Al} = 2,7 \text{ g/cm}^3$, Πυκνότητα σιδήρου $\rho_{Fe} = 7,8 \text{ g/cm}^3$, Πυκνότητα μολύβδου $\rho_{Pb} = 11,3 \text{ g/cm}^3$

3° ΘΕΜΑ

Σώμα κινείται σε οριζόντιο τραχύ δάπεδο υπό την επίδραση τριών δυνάμεων: Βάρος w (βαρυτική δύναμη από τον πλανήτη Γη), δύναμη στήριξης N (κάθετη στην επιφάνεια επαφής) και τριβή ολίσθησης T (βλ. διπλανό σχήμα).





Γ.1. Προς ποια κατεύθυνση (προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά) κινείται το σώμα; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

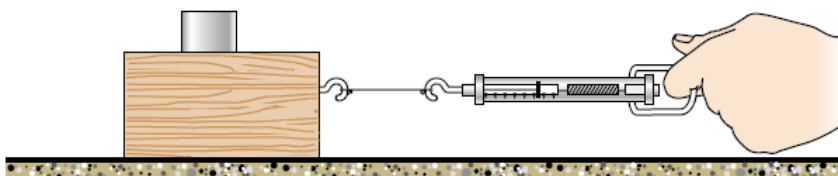
Γ.2. Δύο συμμαθητές ο Δημήτρης και ο Ισίδωρος μελετούν την κίνηση και καταλήγουν στο ίδιο συμπέρασμα (δηλαδή ότι οι δυνάμεις N και w έχουν ίσα μέτρα), έχοντας όμως διαφορετικά επιχειρήματα. Ο Δημήτρης υποστηρίζει ότι η ισότητα είναι αποτέλεσμα του 3^{ου} Νόμου του Newton (Δράση-Αντίδραση). Ο Ισίδωρος θεωρεί ότι το συμπέρασμα προκύπτει εφαρμόζοντας τον 1^ο Νόμο του Newton για την ισορροπία του σώματος. Ποιος από τους δύο έχει δίκιο και γιατί;

Γ.3. Ζυγίζουν το σώμα και βρίσκουν το βάρος του ίσο προς $w = 8\text{ N}$. Με ένα δυναμόμετρο μετρούν την τριβή και την βρίσκουν ίση με $T = 6\text{ N}$. Ακολουθώντας, σχεδιάζουν υπό κλίμακα τις τρεις δυνάμεις. Μπορείτε να αναπαράγετε το σχέδιό τους στο σχήμα που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων;

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4^ο ΘΕΜΑ

Διαθέτουμε ξύλινη βάση βάρους $B_1 = 2,0\text{ N}$. Τοποθετούμε τη βάση πάνω στον πάγκο εργασίας και πάνω της ένα μεταλλικό κύλινδρο $B_2 = 5,0\text{ N}$. Με τη βοήθεια δυναμομέτρου ασκούμε οριζόντια δύναμη στο σύστημα (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Πειραματική διάταξη

Στον Πίνακα 1 που υπάρχει στο Φύλλο Απαντήσεων έχουμε σημειώσει (στην τρίτη στήλη) την ένδειξη του δυναμομέτρου τη στιγμή που το σύστημα είναι έτοιμο να κινηθεί.

Μετά τοποθετούμε ακόμη ένα ίδιο μεταλλικό κύλινδρο πάνω στην ξύλινη βάση και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία. Συνεχίζουμε με τον ίδιο τρόπο μέχρι να πάρουμε συνολικά πέντε (5) μετρήσεις. Τα αποτελέσματα καταγράφονται στον Πίνακα 1.

Δ.1. Στο σχήμα που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων, να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα ξύλινη βάση – μεταλλικοί κύλινδροι.

Δ.2. Να σημειώσετε στον Πίνακα 1 (στην δεύτερη στήλη) το συνολικό -σε κάθε περίπτωση- βάρος του συστήματος ξύλινη βάση-μεταλλικοί κύλινδροι.

Δ.3. Να υπολογίσετε σε κάθε περίπτωση την τιμή της κάθετης αντίδρασης N που ασκείται στο σύστημα από τον πάγκο εργασίας και να σημειώσετε την αντίστοιχη τιμή στην τέταρτη στήλη του Πίνακα 1. Να εξηγήσετε πώς κάνατε τον υπολογισμό.



Δ.4. Να υπολογίσετε την τιμή της Τριβής που ασκείται στο σύστημα (ξύλινη βάση – μεταλλικοί κύλινδροι) τη στιγμή που είναι έτοιμο να κινηθεί. Να καταγράψετε τα αποτελέσματα στην πέμπτη στήλη του Πίνακα 1 και να δώσετε τις απαραίτητες εξηγήσεις για το πώς καταλήξατε στα αποτελέσματα αυτά.

Δ.5. Στο χιλιοστομετρικό χαρτί που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της τριβής T σε σχέση με την κάθετη αντίδραση N . Τι διαπιστώνετε για τη μορφή της γραφικής παράστασης;

Δ.6. Θεωρητικά προβλέπεται ότι οι δύο δυνάμεις (τριβή T και κάθετη αντίδραση N) έχουν ανάλογα μέτρα. Επιβεβαιώνει η γραφική παράσταση που σχεδιάσατε αυτή τη θεωρητική πρόβλεψη;

Δ.7. Η σταθερά αναλογίας των δυνάμεων T και N ονομάζεται συντελεστής τριβής και συμβολίζεται με μ . Με βάση τα πειραματικά δεδομένα να δώσετε την καλύτερη εκτίμησή σας για τον συντελεστή τριβής του συστήματος με τον πάγκο.



ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Επώνυμο: Όνομα: Τάξη: ...

Πατρώνυμο: Μητρώνυμο:

Σχολείο: Τηλέφωνο Σχολείου:

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1° ΘΕΜΑ

A.1. $m = \dots\dots\dots$, $A = \dots\dots\dots$, $V = \dots\dots\dots$, $\rho_\alpha = \dots\dots\dots$

A.2. (στο τετράδιο)

2° ΘΕΜΑ

Ο πρώτος κύλινδρος είναι κατασκευασμένος από ο δεύτερος από και ο τρίτος από

3° ΘΕΜΑ

Γ.1. (στο τετράδιο), Γ.2. (στο τετράδιο)

Γ.3. (να σχεδιάσετε τις δυνάμεις πάνω στο ακόλουθο σχήμα)

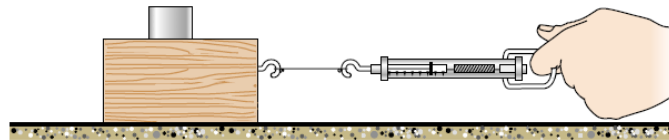




ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4^ο ΘΕΜΑ

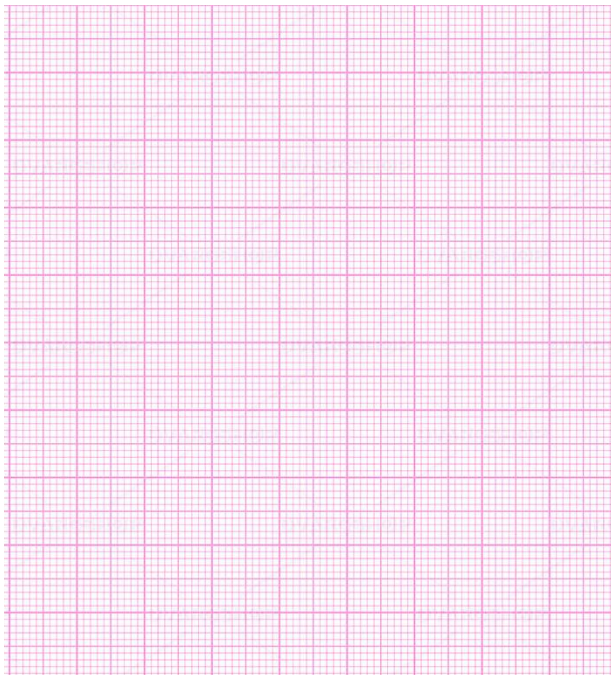
Δ.1. (να σχεδιάσετε τις δυνάμεις πάνω στο ακόλουθο σχήμα)



Δ.2. , Δ.3. , Δ.4.

α/α	Συνολικό βάρος $B_{ολ} \text{ (N)}$	Ένδειξη δυναμομέτρου $F \text{ (N)}$	Κάθετη αντίδραση $N \text{ (N)}$	Τριβή $T \text{ (N)}$
1		1,8		
2		3,1		
3		4,1		
4		5,9		
5		6,7		

Δ.5.



Δ.6. (στο τετράδιο)

Δ.7. (αναλυτικοί υπολογισμοί στο τετράδιο)

$\mu = \dots\dots\dots$

Καλή επιτυχία!



Συνοπτικές Απαντήσεις

1^ο ΘΕΜΑ

Από τις μετρήσεις του ζυγού έχουμε:

- Εικόνα 1: $N_1 = 12,4 \text{ N}$
- Εικόνα 2: $N_2 = 14,7 \text{ N}$
- Εικόνα 3: $N_3 = 30,4 \text{ N}$

A.1.

Μάζα του μεταλλικού αντικειμένου

Στην Εικόνα 1 ο ζυγός δείχνει το βάρος του δοχείου με το νερό. Στην Εικόνα 3 το αντικείμενο βρίσκεται ολόκληρο μέσα στο δοχείο και ακουμπά στον πυθμένα του.

Άρα το βάρος του αντικειμένου είναι:

$$B = N_3 - N_1 = 30,4 \text{ N} - 12,4 \text{ N} = 18,0 \text{ N}$$

Επομένως:

$$m = \frac{B}{g} = \frac{18,0 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2} = 1,8 \text{ kg}$$

Άνωση που δέχεται όταν είναι πλήρως βυθισμένο

Στην Εικόνα 2 το αντικείμενο είναι πλήρως βυθισμένο χωρίς να ακουμπά στον πυθμένα. Η αύξηση της ένδειξης του ζυγού οφείλεται στην δύναμη της άνωσης.

Άρα:

$$A = N_2 - N_1 = 14,7 \text{ N} - 12,4 \text{ N} = 2,3 \text{ N}$$

Όγκος του αντικειμένου

Από την αρχή του Αρχιμήδη, η άνωση είναι ίση με το βάρος του εκτοπιζόμενου νερού.

Άρα η μάζα του εκτοπιζόμενου νερού είναι:

$$m_v = \frac{A}{g} = \frac{2,3 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2} = 0,23 \text{ kg} = 230 \text{ g}$$

Επειδή η πυκνότητα του νερού είναι:

$$\rho_v = 1 \text{ g/ml}$$

ο όγκος των 230 g νερού είναι:



$$V = \frac{m}{\rho_v} = 230 \text{ ml}$$

2^{ος} τρόπος

Από τη σχέση υπολογισμού της άνωσης $A = \rho \cdot g \cdot V$

όπου ρ : η πυκνότητα του υγρού ($\rho = 1 \frac{g}{ml} = 1000 \frac{kg}{m^3}$), g η επιτάχυνση της βαρύτητας και V ο όγκος του βυθισμένου σώματος

Θα είναι:

$$V = \frac{A}{\rho \cdot g} = \frac{2,3N}{1000kg/m^3 \cdot 10m/s^2} = 2,3 \cdot 10^{-4} m^3 = 230 \text{ ml}$$

Πυκνότητα του αντικειμένου

Η μάζα του αντικειμένου είναι:

$$m = 1,8 \text{ kg} = 1800 \text{ g}$$

και ο όγκος του:

$$V = 230 \text{ ml}$$

Άρα:

$$\rho_a = \frac{m}{V} = \frac{1800}{230} \text{ g/ml}$$
$$\rho \cong 7,8 \text{ g/ml}$$

A.2. Το ογκομετρικό δοχείο είναι βαθμονομημένο ανά 50 ml. Άρα η μέτρηση της μεταβολής της στάθμης θα είχε μεγάλη αβεβαιότητα και δεν θα ήταν αρκετά ακριβής.

Αντίθετα, ο ζυγός έχει ακρίβεια 0,1 N, οπότε μέσω της άνωσης μπορούν να υπολογίσουν πιο αξιόπιστα τον όγκο του αντικειμένου.

Η ακρίβεια δύναμης 0,1 N του ζυγού, αντιστοιχεί σε ακρίβεια όγκου:

$$\frac{0,1N}{1000kg/m^3 \cdot 10m/s^2} = 10^{-5} m^3 = 10 \text{ ml}$$

2^ο ΘΕΜΑ

Αφού κάθε βυθισμένο σώμα ισορροπεί, η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι ίση με το βάρος του σώματος μειωμένο κατά την άνωση που το σώμα δέχεται από το υγρό, δηλαδή:

$$W' = W - A$$

Από το πρώτο πείραμα έχουμε



$$W'_B = W'_\Gamma$$

δηλαδή

$$W_B - A_B = W_\Gamma - A_\Gamma$$

ή

$$W_B - \rho_v g V_B = W_\Gamma - \rho_{oil} g V_\Gamma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_B - W_\Gamma = \rho_v g V_B - \rho_{oil} g V_\Gamma$$

Όμως οι δύο κύλινδροι έχουν ίσους όγκους ($V_B = V_\Gamma \equiv V$), οπότε

$$W_B - W_\Gamma = (\rho_v - \rho_{oil}) g V$$

Από τα δεδομένα της εκφώνησης έχουμε $\rho_v > \rho_{oil} \Rightarrow \rho_v - \rho_{oil} > 0$

οπότε συμπεραίνουμε ότι

$$W_B - W_\Gamma > 0 \quad (1)$$

Γνωρίζουμε ότι για κάθε σώμα ισχύει:

$$W = mg$$

και

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$$

Δηλαδή:

$$W = \rho V g$$

Η σχέση (1) γίνεται:

$$W_B > W_\Gamma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho_B \cdot g \cdot V > \rho_\Gamma \cdot g \cdot V$$

Τελικά λοιπόν:

$$\rho_B > \rho_\Gamma \quad (2)$$

Από το δεύτερο πείραμα έχουμε:

$$W'_A = W'_B$$



δηλαδή

$$W_A - A_A = W_B - A_B \quad (3)$$

Αντικαθιστώντας έχουμε:

$$\begin{aligned} \rho_A \cdot g \cdot V_A - \rho_v \cdot g \cdot V_A &= \rho_B \cdot g \cdot V_B - \rho_v \cdot g \cdot V_B \Rightarrow \\ \Rightarrow (\rho_A - \rho_v) \cdot g \cdot V_A &= (\rho_B - \rho_v) \cdot g \cdot V_B \Rightarrow \\ \Rightarrow (\rho_A - \rho_v) \cdot s \cdot h_A &= (\rho_B - \rho_v) \cdot s \cdot h_B \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{\rho_A - \rho_v}{\rho_B - \rho_v} &= \frac{h_B}{h_A} \end{aligned}$$

Όμως $h_B > h_A \Rightarrow \frac{h_B}{h_A} > 1$, συνεπώς

$$\begin{aligned} \frac{\rho_A - \rho_v}{\rho_B - \rho_v} > 1 &\Rightarrow \rho_A - \rho_v > \rho_B - \rho_v \Rightarrow \\ &\Rightarrow \rho_A > \rho_B \quad (4) \end{aligned}$$

Από τις σχέσεις (2) και (4) προκύπτει

$$\rho_A > \rho_B > \rho_\Gamma$$

Επομένως ο Α είναι από μόλυβδο, ο Β από σίδηρο και ο Γ από αλουμίνιο.

3^ο ΘΕΜΑ

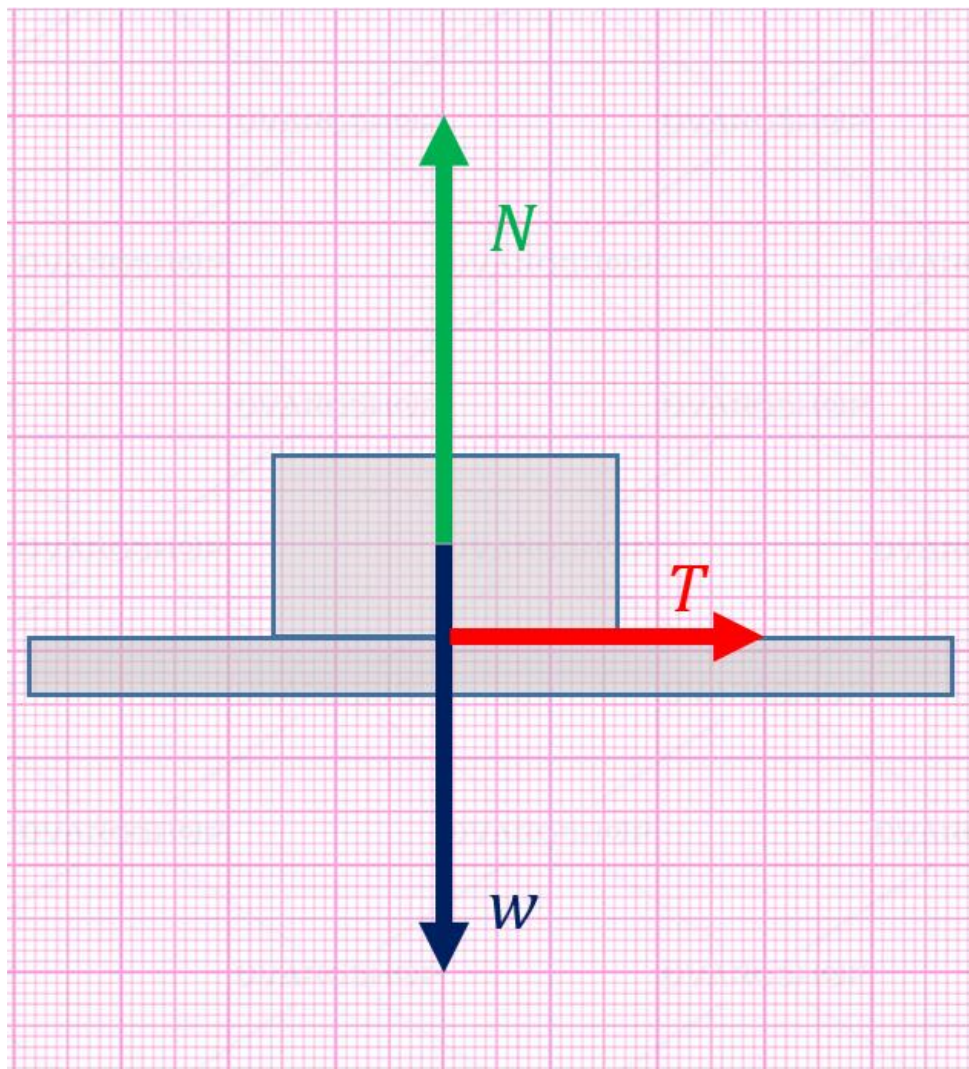
Γ.1. Γνωρίζουμε ότι η κατεύθυνση της Τριβής που δέχεται η επιφάνεια ενός σώματος είναι αντίθετη της φοράς προς την οποία κινείται η τείνει να κινηθεί η επιφάνεια αυτή ως προς την επιφάνεια του άλλου σώματος. Στο σχήμα της εκφώνησης η τριβή είναι προς τα δεξιά. Συνεπώς το σώμα κινείται προς τα αριστερά.

Γ.2. Ο 3^{ος} Νόμος του Newton περιγράφει την σχέση της δύναμης F_A (δράση) που ασκεί ένα σώμα Α σε ένα σώμα Β, με την F_B (αντίδραση) που ασκεί το Β στο Α. Δηλαδή συσχετίζει δυνάμεις που ασκούνται σε διαφορετικά σώματα. Οι δυνάμεις N και w ασκούνται στο ίδιο σώμα, συνεπώς, ο Δημήτρης δεν μπορεί να έχει δίκιο.

Ο 1^{ος} Νόμος του Newton αναφέρεται στην κινητική κατάσταση ενός σώματος που είτε δεν δέχεται δυνάμεις, είτε αυτές αλληλοαναιρούνται. Συγκεκριμένα, μας λέει ότι στις περιπτώσεις αυτές το διάνυσμα της ταχύτητας του σώματος παραμένει σταθερό (περιγραφή που καλύπτει και την περίπτωση της ακινησίας). Οι δυνάμεις N και w έχουν κατακόρυφες διευθύνσεις και ασκούνται στο ίδιο σώμα, το οποίο, πράγματι, στον άξονα y έχει διαρκώς μηδενική (δηλαδή σταθερή) ταχύτητα, συνεπώς, ο Ισιδωρος έχει δίκιο.



Γ.3. Σε κλίμακα σχεδίασης 2 N ανά 1 cm , το ζητούμενο σχήμα είναι το ακόλουθο:

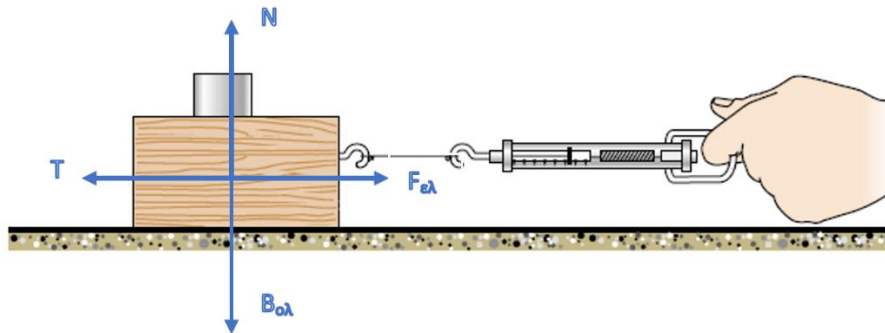




ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4° ΘΕΜΑ

Δ.1.



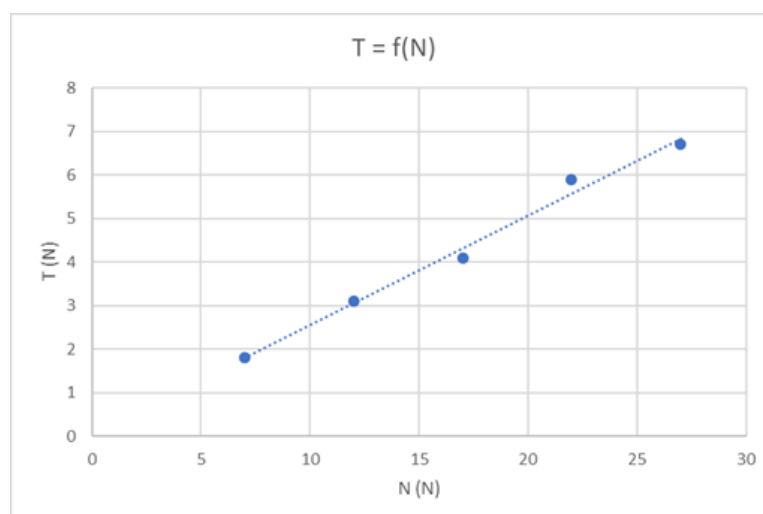
α/α	Συνολικό βάρος $B_{ολ} \text{ (N)}$	Ένδειξη δυναμομέτρου $F \text{ (N)}$	Κάθετη αντίδραση $N \text{ (N)}$	Τριβή $T \text{ (N)}$
1	7,0	1,8	7,0	1,8
2	12,0	3,1	12,0	3,1
3	17,0	4,1	17,0	4,1
4	22,0	5,9	22,0	5,9
5	27,0	6,7	27,0	6,7

Δ.2. $B_{ολ} = B_1 + vB_0 = 2 + 5v \text{ (S.I.)}$, με $v = 1, 2, 3, 4, 5$

Δ.3. $\Sigma F_y = 0$, άρα $N = B$

Δ.4. $\Sigma F_x = 0$, άρα $T = F_{ελ}$

Δ.5.



Τα πειραματικά δεδομένα προσεγγίζονται από ευθεία γραμμή.



Δ.6. Αφού η γραφική παράσταση είναι ευθεία, συμπεραίνουμε ότι η τριβή T είναι ανάλογη της κάθετης αντίδρασης N .

Δ.7. Αφού T , N ανάλογα μεγέθη, τότε $T = \mu N$ ή $\mu = \frac{T}{N}$, οπότε:

α/α	Κάθετη αντίδραση N (N)	Τριβή T (N)	Συντελεστής τριβής $\mu = \frac{T}{N}$
1	7,0	1,8	0,257
2	12,0	3,1	0,258
3	17,0	4,1	0,241
4	22,0	5,9	0,268
5	27,0	6,7	0,248

Στο συντελεστή τριβής κρατάμε παραπάνω σημαντικά ψηφία για αποφυγή λαθών λόγω στρογγυλοποίησης.

Η καλύτερη τιμή για το συντελεστή τριβής είναι ο μέσος όρος των επιμέρους, οπότε προκύπτει:

$$\mu = \frac{0,257 + 0,258 + 0,241 + 0,268 + 0,248}{5} = 0,2544$$

Σωστή αναγραφή με δύο σημαντικά ψηφία:

$$\mu = 0,25$$

(λόγω κανόνων διαίρεσης).



Οδηγίες βαθμολόγησης

1° ΘΕΜΑ

25 μόρια,

2° ΘΕΜΑ

B.1. 20 μόρια,

B.2. 5 μόρια.

3° ΘΕΜΑ

Γ.1. 7 μόρια,

Γ.2. 8 μόρια,

Γ.3. 10 μόρια,

4° ΘΕΜΑ: 25 μόρια

Δ.1. 3 μόρια,

Δ.2. 3 μόρια,

Δ.3. 3 μόρια,

Δ.4. 3 μόρια,

Δ.5. 5 μόρια,

Δ.6. 3 μόρια,

Δ.7. 5 μόρια.