



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.
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).
5. Τα ονομαστικά στοιχεία θα καλυφθούν με μαύρο αυτοκόλλητο.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A.1. Ένας μπαμπάς έχει βγει μια βόλτα στο χιονισμένο βουνό με τη μικρή κόρη του για να παίξουν με το έλκηθρο. Επιλέγουν μία επίπεδη περιοχή και ο μπαμπάς αρχίζει να κινεί το έλκηθρο πάνω στο οποίο βρίσκεται η κόρη του. Επιθυμία του μπαμπά είναι το παιχνίδι να έχει μεγάλη διάρκεια, οπότε αναρωτιέται αν είναι προτιμότερο να σπρώχνει (σχ. 1) ή να τραβά (σχ. 2) το έλκηθρο. Αν υποθέσουμε ότι και στις δύο περιπτώσεις η δύναμη που ασκείται στο έλκηθρο σχηματίζει την ίδια γωνία με το οριζόντιο επίπεδο, τι θα τον



Σχ. 2: Σπρώχνοντας το έλκηθρο



Σχ. 1: Τραβώντας το έλκηθρο

συμβουλευάτε να προτιμήσει; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

A.2. Υποθέτουμε ότι ένας μαθητής κρατά ένα λάστιχο ποτίσματος κατακόρυφα με τέτοιο τρόπο ώστε ο πίδακας νερού να εξέρχεται από το στόμιο του λάστιχου προς τα επάνω με σταθερή ταχύτητα. Το στόμιο του λάστιχου βρίσκεται 1 m από το οριζόντιο έδαφος. Ξαφνικά διακόπτεται η παροχή νερού και ο μαθητής ακούει το νερό να χτυπά το έδαφος δίπλα του για 1,5 ακόμη δευτερόλεπτο μετά τη διακοπή. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία εξερχόταν το νερό πριν τη διακοπή. Θεωρήστε την αντίσταση του αέρα αμελητέα. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας ίση $g=9,8 \text{ m/s}^2$. Για λόγους απλότητας μπορείτε να θεωρήσετε την κίνηση του νερού ευθύγραμμη και κατακόρυφη.





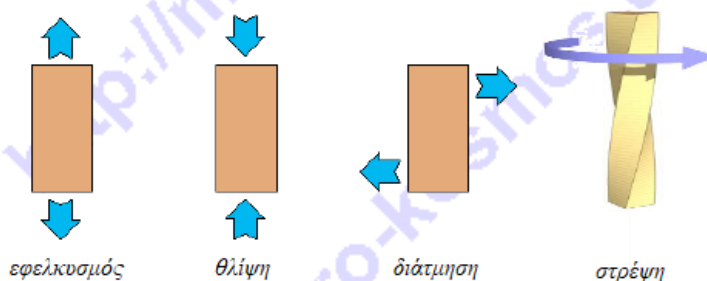
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

«ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ YOUNG»

I. ΘΕΩΡΙΑ

Τα διάφορα υλικά εμφανίζουν διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες ανάλογα με τη σύσταση τους και την κατεργασία την οποία έχουν υποστεί. Πολλές φορές είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τον τρόπο με τον οποίο αυτά συμπεριφέρονται στις διάφορες μηχανικές καταπονήσεις που υφίστανται (άσκηση δυνάμεων, εφαρμογή τάσεων, μηχανική φόρτιση κ.ά.). Η πληρέστερη γνώση των ιδιοτήτων αυτών καθώς και ο προσδιορισμός των διαφόρων συντελεστών που τις περιγράφουν είναι απαραίτητη για το μηχανολογικό σχεδιασμό και την κατασκευή ποιοτικά βελτιωμένων προϊόντων τεχνολογίας, τα οποία να εμφανίζουν τις επιθυμητές ιδιότητες που χρειαζόμαστε για την εκάστοτε χρήση τους.

Όταν ασκούνται δυνάμεις σε ένα πραγματικό στερεό σώμα, αυτό παραμορφώνεται, δηλ. τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και οι διαστάσεις του μεταβάλλονται. Μπορεί να επιμηκυνθεί, να συμπιεστεί, ακόμα και να καμφθεί ή να υποστεί στρέψη.



Σχ. 3: Είδη τάσεων και παραμορφώσεων

«**Ελαστικότητα**» είναι η ιδιότητα ενός σώματος που αναφέρεται στην ικανότητά του να επιστρέφει στο αρχικό του μέγεθος και σχήμα όταν οι δυνάμεις που το παραμόρφωσαν παύουν να ασκούνται επάνω του. Ας υποθέσουμε ότι διαθέτουμε ένα επίμηκες στερεό σώμα (πχ. μία κυλινδρική δοκός, ή μια μεταλλική λεπτή ράβδος). Το «τέντωμα» ενός τέτοιου σώματος κατά του επιμήκη άξονά του, ονομάζεται «εφελκυσμός», ενώ η συμπίεση του ονομάζεται «θλίψη» και προκαλούν αντίστοιχα την αύξηση του μήκους (επιμήκυνση) ή τη μείωση του (συμπίεση).

«**Τάση εφελκυσμού**» σ ονομάζουμε το πηλίκο της δύναμης F που ασκείται κάθετα στη διατομή S (εμβαδόν διατομής) του επιμήκους στερεού, προς τη διατομή S (εμβαδόν διατομής) αυτού.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (1)$$

Η μονάδα της τάσης σ στο SI είναι 1 N/m^2 (ή 1 Pa), της δύναμης το 1 N και του εμβαδού διατομής το 1 m^2 .

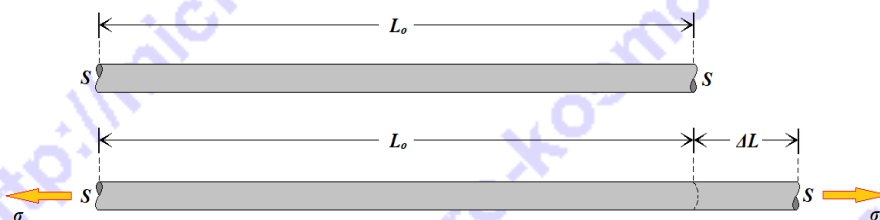
«**Ειδική επιμήκυνση**» ε είναι η σχετική επιμήκυνση που προκαλεί μία τάση εφαρμοζόμενη σε ένα σώμα και ισούται με το λόγο της μεταβολής κάποιας διάστασης του σώματος ΔL προς την αρχική τιμή της διάστασης αυτής L_0 στην οποία προκλήθηκε η μεταβολή, εξαιτίας της εφαρμογής της τάσης.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$



Η μονάδα μέτρησης του μήκους L και της επιμήκυνσης ΔL_0 στο SI είναι το **1 m**, ενώ η ειδική επιμήκυνση ως λόγος είναι αδιάστατο μέγεθος.

Όταν σε ένα επίμηκες σώμα αρχικού μήκους L_0 εφαρμοστεί μία τάση εφελκυσμού σ τότε επιμηκύνεται κατά ΔL και για «μικρές» επιμηκύνσεις ως προς το αρχικό μήκος L_0 , δηλαδή $\Delta L \ll L_0$, (αντίστοιχα



Σχ. 4: Εφελκυσμός κυλινδρικής ράβδου κατά τον επιμήκη άξονα

σχετικά μικρές ειδικές επιμηκύνσεις, δηλαδή

$\varepsilon \ll 1$) η ποσότητα ε είναι ανάλογη της σ . Τα παραπάνω είναι μία γενίκευση του Νόμου του Hook (νόμος των ελαστικών παραμορφώσεων).

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (3)$$

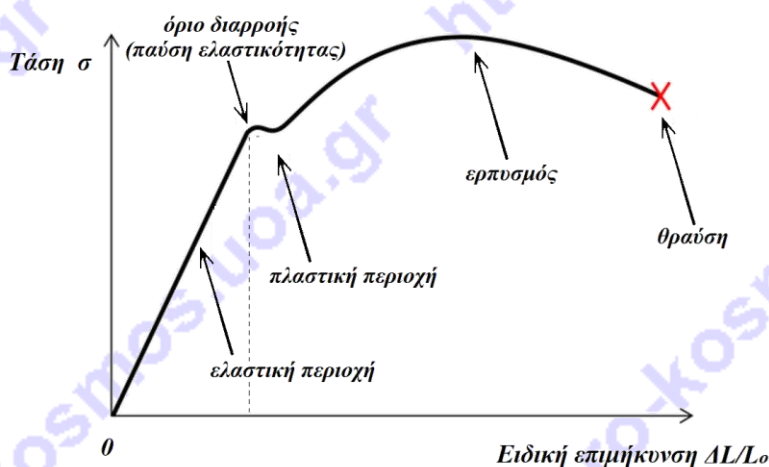
Ο συντελεστής αναλογίας εξαρτάται από το υλικό κατασκευής και ονομάζεται «**μέτρο ελαστικότητας E** » ή «**μέτρο του Young E** », ενώ η μονάδα μέτρησης του είναι το **1 Pa**.

Είναι απαραίτητο η παραμόρφωση στο παραπάνω όριο να θεωρείται «μικρή» ώστε να μπορεί να χαρακτηριστεί «ελαστική» και το υλικό να επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση μετά την άρση του αιτίου που το παραμόρφωσε. Σε αντίθετη περίπτωση το υλικό «εισέρχεται» στη μη ελαστική περιοχή και υφίσταται πλαστική (μόνιμη) παραμόρφωση εξαιτίας των ισχυρών τάσεων που αναπτύσσονται και προκαλούν «σπάσιμο των κρυσταλλικών δεσμών μεταξύ των δομικών λίθων του υλικού και τη δημιουργία νέων με άλλη μικροσκοπική διάταξη.

Το μέτρο ελαστικότητας E εξαρτάται μόνο από το υλικό κατασκευής, δηλαδή από τις δυνάμεις μεταξύ των δομικών λίθων του υλικού. Όσο ισχυρότερες είναι οι δυνάμεις αυτές

τόσο μεγαλύτερες είναι οι δυνάμεις επαναφοράς που αναπτύσσονται μέσα στο υλικό σε κάθε εξωτερική προσπάθεια παραμόρφωσης του υλικού. Εκφράζει κατά κάποιο τρόπο τη «σκληρότητα» των «ελατηρίων» που προσομοιώνουν τις δυνάμεις μεταξύ των δομικών λίθων (ατόμων, μορίων, ιόντων κλπ.) του υλικού. Για παράδειγμα μπορούμε να φανταστούμε ότι μια ράβδος αποτελείται μικροσκοπικά από παράλληλες σειρές ατόμων

συνδεδεμένες με ελατήρια τα οποία παριστάνουν τις διατομικές/διαμοριακές δυνάμεις. Το



Σχ. 5: Διάγραμμα τάσης – ειδικής επιμήκυνσης



πόσο θα επιμηκυνθεί η ράβδος όταν δεχθεί μία εφελκυστική τάση εξαρτάται από τη σκληρότητα των ελατηρίων αυτών. Όσο σκληρότερα είναι τα «ελατήρια» αυτά, τόσο μεγαλύτερο είναι το μέτρο Young και επομένως, τόσο μεγαλύτερη τάση απαιτείται για να παραχθεί μια δεδομένη παραμόρφωση (ειδική επιμήκυνση).

Από τη γραφική παράσταση που περιγράφει τη μεταβολή της τάσης ως προς την ειδική επιμήκυνση (σχ. 8) φαίνεται ότι στο όριο των «μικρών» τάσεων ακολουθείται μια γραμμική συμπεριφορά που συμφωνεί με το νόμο της ελαστικής παραμόρφωσης. Για μεγαλύτερες τάσεις ή ειδικές επιμηκύνσεις προκαλούνται μεγάλες αλλαγές στο υλικό και καταστρέφεται η γραμμική συμπεριφορά (παρατηρείται απόκλιση από το νόμο $\sigma = E \cdot \epsilon$). Εκεί εμφανίζονται μόνιμες παραμορφώσεις (μετά την άρση της τάσης το υλικό δεν επιστρέφει στο αρχικό του σχήμα-μέγεθος). Το υλικό συνεχίζει να παραμορφώνεται περισσότερο, ακόμα κι αν δεν αυξάνεται περαιτέρω η εφαρμοζόμενη τάση («ερπυσμός» υλικού) ώσπου τελικά το υλικό φθάνει στο όριο θραύσης όπου και καταστρέφεται δια της θραύσης του.

Είναι προφανές από τα παραπάνω ότι στην περιοχή της ελαστικής συμπεριφοράς η κλίση του διαγράμματος επιτρέπει τον προσδιορισμό του μέτρου ελαστικότητας Young E :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (4)$$

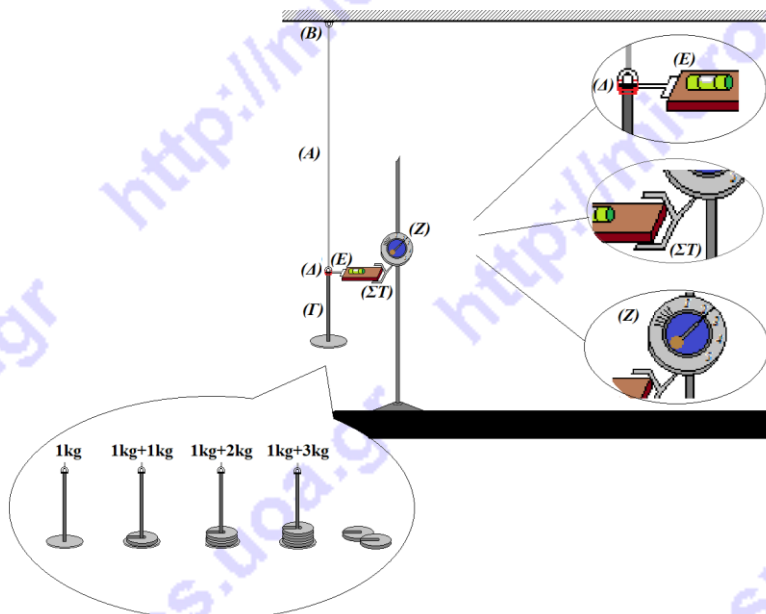
II. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

Διαθέτουμε ένα κυλινδρικό σύρμα (A) φυσικού (μετρημένου χωρίς να υφίσταται τάση) μήκους $L_0 = 2 \text{ m}$ και διαμέτρου $\delta = 0,5 \text{ mm}$ αναρτημένο ακλόνητα από την οροφή του εργαστηρίου (B), που καταλήγει προς τα κάτω σε μια κατάλληλα διαμορφωμένη βάση ανάρτησης βαρών (πλατφόρμας-δίσκου) (Γ) συνολικής μάζας 1 kg .

Στο τέλος του σύρματος υπάρχει μία ειδική προεξοχή (Δ) στο σύρμα (μικροστεφάνη),

κάθετη στον άξονα του σύρματος η οποία στηρίζει το ένα άκρο (E) μιας μικρής ορθογώνιας πλατφόρμας η οποία αρχικά ισορροπεί οριζόντια.

Το άλλο άκρο (ΣΤ) της ορθογώνιας πλατφόρμας στηρίζεται σε μία κατασκευή ενός βαθμολογημένου μικρομετρικού κοχλία (Z) ο οποίος με την περιστροφή του καθορίζει το ύψος αυτού του άκρου (ΣΤ) της ορθογώνιας πλατφόρμας. Είναι βαθμονομημένος ώστε να



Σχ. 6: Σχεδιάγραμμα πειραματικής διάταξης



μετρά τα χιλιοστά (mm) που ανεβάζει ή κατεβάζει με την περιστροφή του αυτό το άκρο (ΣΤ) της πλατφόρμας.

Πάνω στην ορθογώνια πλατφόρμα υπάρχει μόνιμα τοποθετημένη μία αεροστάθμη η οποία μας βοηθά στον έλεγχο της οριζοντίωσης της.

III. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

1) Υποθέτουμε ότι αναρτούμε μια μάζα 1 kg στην πλατφόρμα ανάρτησης (Γ). Αυτή, μαζί με τη μάζα της ίδιας της πλατφόρμας (1kg) που ήδη είναι αναρτημένη στο σύρμα, δημιουργούν μια συνολική εφελκυστική τάση.

2) Η τάση προκαλεί με τη σειρά της την επιμήκυνση του σύρματος κατά ΔL εξολοκλήρου προς τα κάτω (μιας και το άνω άκρο του σύρματος είναι ακλόνητα αναρτημένο στην οροφή (B)).

3) Μαζί με το άκρο του σύρματος, μετακινείται και η μικροστεφάνη προς τα κάτω κατά ΔL όπως επίσης και το ένα άκρο (E) της οριζόντιας πλατφόρμας η οποία στηρίζεται σε αυτήν. Η πλατφόρμα παύει πια να είναι οριζόντια. Αυτό γίνεται αμέσως αντιληπτό μέσω της αλλαγής της θέσης της φυσαλίδας στην αεροστάθμη.

4) Περιστρέφουμε κατάλληλα το μικροκοχλία (Z) για να κατεβάσουμε επίσης προς τα κάτω και το άλλο άκρο της πλατφόρμας (ΣΤ) ελέγχοντας παράλληλα πότε η αεροστάθμη θα επανέλθει στην αρχική θέση της, υποδεικνύοντας την επίτευξη της οριζοντίωσης.

5) Η πλατφόρμα θα γίνει πάλι οριζόντια όταν ο μικροκοχλίας κατεβάσει το άκρο της (ΣΤ) κατά ΔL . Εκεί διαβάζουμε την ένδειξη της κλίμακας του σε mm.

6) Αναρτούμε μία μεγαλύτερη μάζα στην πλατφόρμα ανάρτησης και επαναλαμβάνεται η διαδικασία σημειώνοντας στο τέλος την επιμήκυνση που αντιστοιχεί σε αυτή τη μάζα.

7) Για διάφορες μάζες ανάρτησης σημειώνουμε κάθε φορά σε ένα πίνακα τις μετρήσεις μας. Κατασκευάζουμε ένα πίνακα με τα ζεύγη «αναρτημένων μαζών – επιμηκύνσεων» (m_i , ΔL_i).

IV. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

B.1. Στο Φύλλο Απαντήσεων θα βρείτε πίνακα στις δύο πρώτες στήλες του οποίου φαίνονται οι μετρήσεις που ελήφθησαν. Προσέχουμε ότι η μάζα είναι η συνολική αναρτημένη (μαζί με τη μάζα της πλατφόρμας ανάρτησης 1 kg).

Συμπληρώστε τα κενά κελιά του πίνακα μετρήσεων ως εξής:

- Στην τρίτη (3^η) στήλη υπολογίστε το αναρτημένο βάρος για κάθε τιμή της συνολικής αναρτημένης μάζας. Δίδεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- Στην τέταρτη (4^η) στήλη υπολογίστε την τάση εφελκυσμού σ_i για κάθε βάρος με τη βοήθεια της σχέσης (1) της θεωρίας δεδομένου ότι η διατομή του σύρματος θεωρείται κυκλική με διάμετρο $\delta = 0,5 \text{ mm}$ και το εμβαδόν κυκλικού δίσκου ακτίνας R δίδεται από τη σχέση $S = \pi \cdot R^2$, με $\pi = 3,14$.
- Στην πέμπτη (5^η) στήλη υπολογίστε την ειδική επιμήκυνση ϵ_i για κάθε τιμή επιμήκυνσης, σύμφωνα με τη σχέση (2).

B.2. Σχεδιάστε τα σημεία που αντιστοιχούν στα ζεύγη τιμών «ειδική επιμήκυνση – τάση



εφελκυσμού» (ϵ_i , σ_i) στο τετραγωνισμένο χαρτί που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων, φροντίζοντας να τοποθετήσετε κατάλληλα στο διάγραμμα τους άξονες, τα σύμβολα των μεγεθών, τις μονάδες μέτρησής τους, τις κατάλληλες υποδιαιρέσεις των αξόνων και τα σημεία που αντιστοιχούν στα ζεύγη συντεταγμένων (ϵ_i , σ_i).

B.3. Στο σμήνος των πειραματικών σημείων που σχεδιάσετε, προσπαθήστε να προσαρμόσετε μία ευθεία* που να περιγράφει τη σχέση τάσης – ειδικής επιμήκυνσης, χαράζοντας την «με το μάτι». Κατά τη χάραξη έχετε υπόψη τα εξής:

- Η ευθεία να διέρχεται από την περιοχή του διαγράμματος μεταξύ των σημείων ώστε περίπου όσα σημεία αφήνει «από πάνω της» να αφήνει και «από κάτω της».
- Οι αποστάσεις των σημείων του σμήνους από την ευθεία να είναι κατ' εκτίμηση («με το μάτι») και κατά το δυνατόν οι μικρότερες δυνατές.
- Η ευθεία να διέρχεται κατά το δυνατόν από την κοινή αρχή των αξόνων (0,0) του διαγράμματος ή όσο πιο κοντά σε αυτή γίνεται (διότι για μηδενική τάση αναμένεται να έχουμε μηδενική ειδική επιμήκυνση).

(* **Σημείωση:** Στη Στατιστική, η ευθεία αυτή που προσαρμόζεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο σε ένα σμήνος σημείων για το οποίο τα δύο μεγέθη που περιγράφουν οι συντεταγμένες αναμένεται να συνδέονται γραμμικά μεταξύ τους, ονομάζεται Ευθεία Ελαχίστων Τετραγώνων και η ακριβής εύρεση των παραμέτρων της είναι τυποποιημένη και ακολουθεί συγκεκριμένους μαθηματικούς κανόνες.)

B.4. Από τη γραφική παράσταση εκτιμήστε την κλίση της πειραματικής ευθείας, δηλαδή την τιμή του μέτρου ελαστικότητας Young E .

B.5. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται ενδεικτικά οι τιμές του μέτρου ελαστικότητας Young E ορισμένων υλικών. Με βάση την τιμή που βρήκατε παραπάνω, εκτιμήστε από τι υλικό είναι κατασκευασμένο το σύρμα της διάταξης που μελετήσατε;

Υλικό	Μέτρο ελαστικότητας Young (GPa)
Αλουμίνιο	70
Χαλκός	117
Ατσάλι	200
Βολφράμιο	400

Καλή Επιτυχία



Επώνυμο: Όνομα: Τάξη: ...

Πατρώνυμο: Μητρώνυμο:

Σχολείο: Τηλέφωνο Σχολείου:

ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A.1. Είναι προτιμότερο να: (επιλέξτε ένα)

Σπρώχνει Τραβά

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

A.2. $v_{εξ} = \dots\dots\dots$

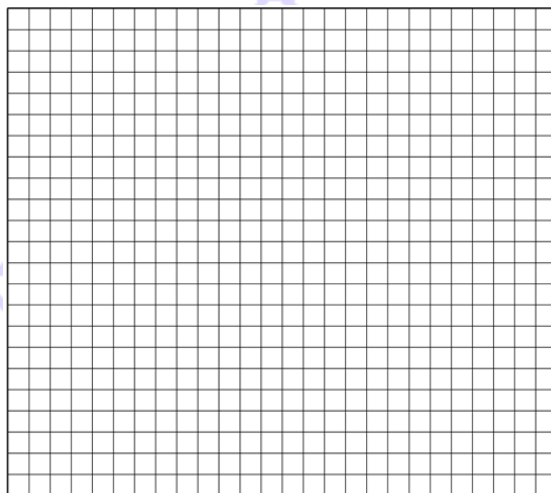
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

B.1. ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Συνολική μάζα m_i (kg)	Επιμήκυνση ΔL_i ($\times 10^{-3}m$)	Συνολικό βάρος w_i (N)	Τάση εφελκυσμού σ_i (Pa)	Ειδική επιμήκυνση ϵ_i
3	1,5			
4	2,0			
5	2,4			
6	2,8			
7	3,5			
8	4,0			



B.2. – B.3.



B.4. $E = \dots\dots\dots$

B.5. Το σύρμα της διάταξης είναι κατασκευασμένο από: $\dots\dots\dots$



Συνοπτικές Απαντήσεις

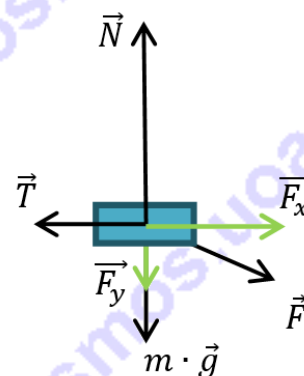
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A.1.

1^η Περίπτωση (σπρώχνοντας το έλκηθρο): Στο σχήμα (α) φαίνονται οι δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα παιδί-έλκηθρο που ολισθαίνει στο χιόνι. Το μέτρο της τριβής ολίσθησης δίνεται από τον τύπο:

$T = \mu \cdot N$, όπου N το μέτρο της κάθετης δύναμης επαφής και μ ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ χιονιού-έλκηθρου. Στον κατακόρυφο άξονα ισχύει ο 1^{ος} νόμος του Newton, οπότε:

$$\vec{N} + \vec{F}_y + m \cdot \vec{g} = 0, N = F_y + m \cdot g \quad (1)$$

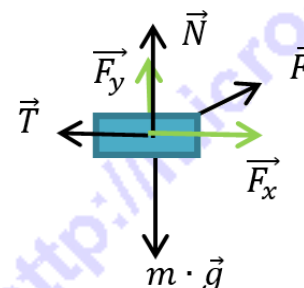


Σχήμα (α)

2^η Περίπτωση (τραβώντας το έλκηθρο): Στο σχήμα (β) φαίνονται αντίστοιχα με την παραπάνω περίπτωση οι δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα παιδί-έλκηθρο που ολισθαίνει στο χιόνι. Ομοίως, στον κατακόρυφο άξονα ισχύει ο 1^{ος} νόμος του Newton, οπότε:

$$\vec{N} + \vec{F}_y + m \cdot \vec{g} = 0, N = m \cdot g - F_y \quad (2)$$

Οπότε η τριβή ολίσθησης έχει μικρότερο μέτρο στην 2^η περίπτωση, άρα ο μπαμπάς πρέπει να τραβά το έλκηθρο καθώς με αυτόν τον τρόπο απαιτείται να ασκεί μικρότερη δύναμη για να το κινεί με μια σταθερή ταχύτητα.



Σχήμα (β)

A.2. Θεωρούμε κατακόρυφο θετικό ημιάξονα Oy με αρχή ($y=0$) σημείο του εδάφους και φορά προς τα πάνω. Την χρονική στιγμή $t = 0$ νερό εξέρχεται με ταχύτητα $u_0 > 0$ από τη θέση $y_0 = +1,0$ m και εκτελεί κατακόρυφη βολή στο βαρυτικό πεδίο της Γης με επιτάχυνση $g = -9,8 \text{ m/s}^2$. Την χρονική στιγμή $t = 1,5$ s το νερό βρίσκεται στην θέση $y = 0$ με αρνητική ταχύτητα. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση θέσης στην κατακόρυφη βολή:

$$y = y_0 + u_0 \cdot t + 1/2 \cdot g \cdot t^2,$$

Και αντικαθιστώντας τις κατάλληλες αλγεβρικές τιμές προκύπτει,

$$0 = 1,0 + u_0 \cdot 1,5 - 1/2 \cdot 9,8 \cdot 1,5^2,$$

Οπότε $u_0 \cong 6,7$ m/s.

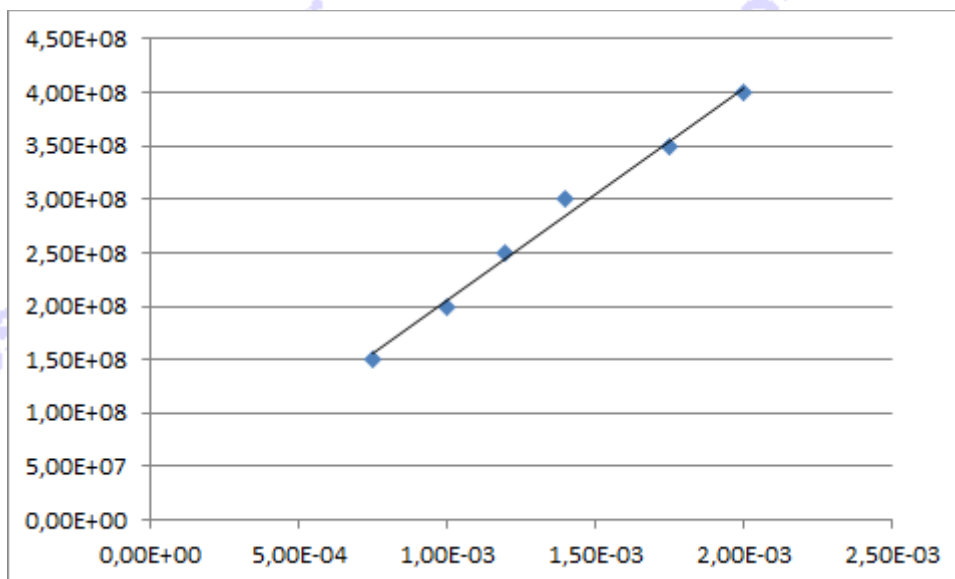


ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Β.1. ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Συνολική μάζα m_i (kg)	Επιμήκυνση ΔL_i ($\times 10^{-3}$ m)	Συνολικό βάρος w_i (N)	Τάση εφελκυσμού σ_i ($\times 10^8$ Pa)	Ειδική επιμήκυνση ε_i ($\times 10^{-4}$)
3	1,5	29,43	1,50	7,5
4	2,0	39,24	2,00	10,00
5	2,4	49,05	2,50	12,00
6	2,8	58,86	3,00	14,00
7	3,5	68,67	3,50	17,50
8	4,0	78,48	4,00	20,00

Β.2. – Β.3.



Β.4. $E=199$ GPa

Β.5. Το σύρμα της διάταξης είναι κατασκευασμένο από: **Ατσάλι**



Κατανομή βαθμολογίας

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ (25 μόρια)

A.1.

ΣΥΝΟΛΟ: **5 μόρια** για την ορθή απάντηση **15 μόρια** για την αιτιολόγηση

A.2.

ΣΥΝΟΛΟ: **10 μόρια**

Αν υπάρξει απολύτως ορθή περιγραφική λύση με σαφή αναφορά στα μέτρα της Ν και Τ στις δύο περιπτώσεις και κατόπιν σύγκριση με την F_x , οι μαθητές να λάβουν τα ίδια μόρια με αυτούς που θα δώσουν μαθηματική λύση.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ (25 μόρια)

B.1. 5 μόρια

B.2.

ΣΥΝΟΛΟ: **5 μόρια**

2 μόρια για επιλογή κλίμακας αξόνων που οδηγεί σε κεντραρισμένο γράφημα (1 μόριο) και κάλυψη όλης της έκτασης του τετραγωνισμένου χαρτιού (1 μόριο).

1 μόριο για αναγραφή συμβόλων φυσικών μεγεθών στους άξονες.

1 μόριο για αναγραφή μονάδων φυσικών μεγεθών στους άξονες.

1 μόριο για ορθή αποτύπωση πειραματικών σημείων.

B.3.

ΣΥΝΟΛΟ: **5 μόρια**

5 μόρια για σχεδίαση ευθείας που διέρχεται από το εσωτερικό της περιοχής που ορίζουν τα πειραματικά σημεία.

3 μόρια για σχεδίαση ευθείας που διέρχεται από το εσωτερικό της περιοχής που ορίζουν τα πειραματικά σημεία, αλλά και από κάποια σημεία.

0 μόρια για σχεδίαση ευθείας που διέρχεται από το εξωτερικό της περιοχής που ορίζουν τα πειραματικά σημεία.

B.4.

ΣΥΝΟΛΟ: **5 μόρια**

5 μόρια για ορθή τιμή $\pm 10\%$, δηλ. $E \in [179, 219]$

4 μόρια για ορθή τιμή $\pm 20\%$, δηλ. $E \in [159, 179] \cup [219, 239]$

3 μόρια για ορθή τιμή $\pm 25\%$, δηλ. $E \in [149, 159] \cup [239, 249]$

0 μόρια για οποιαδήποτε άλλη τιμή

B.5. 5 μόρια