



## ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ Α' ΛΥΚΕΙΟΥ

### ΟΔΗΓΙΕΣ:

1. Στο θέμα Α να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις ως σωστές με το γράμμα Σ ή ως λανθασμένες με το γράμμα Λ, χωρίς αιτιολόγηση, γράφοντας την επιλογή σας στον ειδικό χώρο στο «Φύλλο Απαντήσεων» που θα σας δοθεί μαζί με τις εκφωνήσεις των θεμάτων.

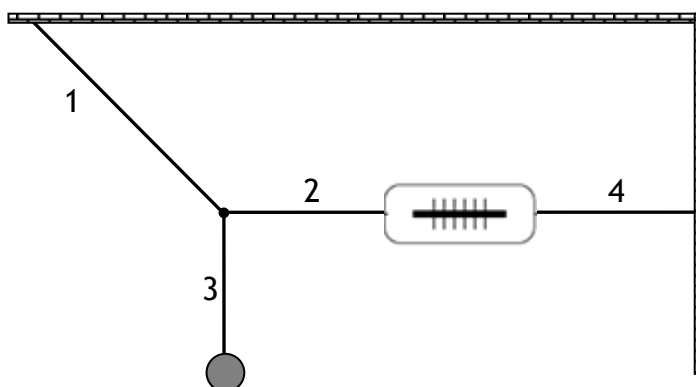
2. Η επεξεργασία των υπολοίπων θεμάτων να γίνει γραπτώς σε χαρτί Α4 ή σε τετράδιο που θα σας δοθεί (το οποίο θα παραδώσετε στο τέλος της εξέτασης) και οι απαντήσεις στα ερωτήματα τόσο του Θεωρητικού Μέρους όσο και του Πειραματικού θα πρέπει οπωσδήποτε να συμπληρωθούν στο «Φύλλο Απαντήσεων».

3. Το γράφημα του Πειραματικού Μέρους να το σχεδιάσετε στο μιλιμετρέ χαρτί που υπάρχει στο «Φύλλο Απαντήσεων».

### Θεωρητικό Μέρος

#### ΘΕΜΑ Α

A1. Το σώμα βάρους  $w$ , ισορροπεί με τη βοήθεια των αβαρών και μη εκτατών νημάτων 1, 2, 3 και 4, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Για τα μέτρα των τάσεων  $T_1, T_2, T_3, T_4$  των νημάτων 1, 2, 3, 4 αντίστοιχα και την ένδειξη του αβαρούς δυναμόμετρου, ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α.  $T_1 > T_2 + T_3$

β.  $T_1 < w$

γ.  $T_1 > T_4$

δ.  $T_2 = T_4$

ε. Η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι ίση με μηδέν.

A2. Ένα σώμα βρίσκεται ακίνητο πάνω σε οριζόντιο δάπεδο. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$ , δέχεται οριζόντια προς τα δεξιά δύναμη  $F$  που η αλγεβρική της τιμή μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση  $F = 30 - 3x$  (S.I.), όπου  $x$  η απόσταση από το σημείο εκκίνησης. Όταν η δύναμη μηδενιστεί καταργείται. Το σώμα παρουσιάζει με το δάπεδο τριβή ολίσθησης  $T = 10\text{N}$ . Ποιές από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιές λανθασμένες;





α. Το σώμα αρχικά επιταχύνεται και στη συνέχεια επιβραδύνεται.

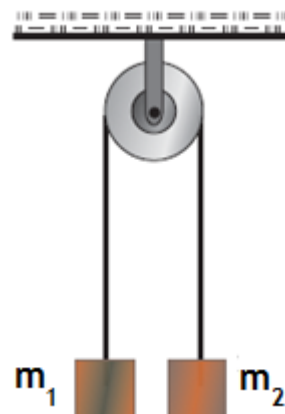
β. Το σώμα έχει την μέγιστη ταχύτητα στη θέση  $x = \frac{20}{3} \text{ m}$ .

γ. Όταν καταργηθεί η δύναμη το σώμα σταματά στιγμιαία και επιστρέφει προς την αρχική του θέση.

δ. Όταν μηδενιστεί η δύναμη μηδενίζεται και η τριβή.

ε. Στη θέση  $x = 10 \text{ m}$  το σώμα σταματά.

A3. Από μια αβαρή τροχαλία κρέμονται δύο σώματα με μάζες  $m_1$  και  $m_2$  ( $m_1 = 2m_2$ ), μέσω αβαρούς και μη εκτατού νήματος μεγάλου μήκους. Το νήμα μπορεί να γλιστρά στην τροχαλία και τα σώματα κρατιούνται στο ίδιο ύψος με το νήμα τεντωμένο. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  αφήνονται ελεύθερα να κινηθούν και τη χρονική στιγμή  $t_1$  το νήμα σπάει. Ποιές από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιές λανθασμένες;



α. Στο χρονικό διάστημα  $0 - t_1$ , το σώμα  $m_1$  θα έχει διπλάσιο μέτρο επιτάχυνσης από το  $m_2$ .

β. Αν τη χρονική στιγμή  $t_1$  τα σώματα απέχουν κατακόρυφα απόσταση  $d$ , τότε για κάθε σώμα ισχύει  $d = at_1^2$ , όπου  $a$  το μέτρο της επιτάχυνσης κάθε σώματος ακριβώς πριν κοπεί το νήμα.

γ. Μετά τη χρονική στιγμή  $t_1$  που κόβεται το νήμα, το σώμα μάζας  $m_1$  εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση, ενώ το σώμα μάζας  $m_2$  εκτελεί αρχικά επιβραδυνόμενη και στη συνέχεια επιταχυνόμενη κίνηση.

δ. Μετά τη χρονική στιγμή  $t_1$ , το σώμα μάζας  $m_1$  εκτελεί ελεύθερη πτώση.

ε. Μετά τη χρονική στιγμή  $t_1$ , η μετατόπιση του σώματος μάζας  $m_2$  συνεχώς αυξάνεται.

A4. Ένας μαθητής στηρίζεται στο δάπεδο και σπρώχνει με τα χέρια του οριζόντια ένα βαρύ κιβώτιο χωρίς επιτυχία, έτσι ώστε ο μαθητής και το κιβώτιο να παραμένουν ακίνητα. Ποιές από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιές λανθασμένες;

α. Η δύναμη στατικής τριβής από το πάτωμα στο κιβώτιο εξισορροπεί ακριβώς τη δύναμη ώθησης του μαθητή στο κιβώτιο.

β. Η δύναμη στατικής τριβής από το πάτωμα στα παπούτσια του μαθητή έχει κατεύθυνση προς τη φορά που σπρώχνει.

γ. Άσχετα με το πόσο δυνατά σπρώχνει ο μαθητής, το μέτρο της στατικής τριβής από το πάτωμα στο κιβώτιο είναι σταθερό και ίσο με  $\mu N$ , όπου  $\mu$  ο συντελεστής στατικής τριβής.

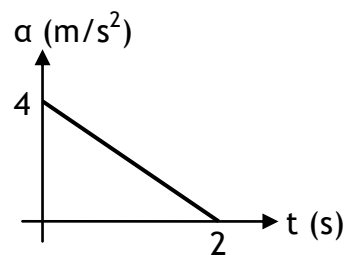
δ. Σε μια στιγμή ξεκούρασης στην προσπάθεια του μαθητή, ο συντελεστής τριβής ανάμεσα στο κιβώτιο και το πάτωμα μηδενίζεται.

ε. Οι δυνάμεις τριβής από το πάτωμα στο μαθητή και στο κιβώτιο κάθε στιγμή έχουν το ίδιο μέτρο.



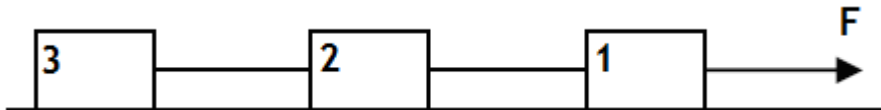


- A5. Ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα, κατά τη θετική φορά του άξονα  $x$  σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα μέτρου  $u_0 = 2\text{ m/s}$ . Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  που περνά από την αρχή  $O$  του άξονα, ασκείται στο σώμα δύναμη που έχει την φορά της  $u_0$  και στο διάγραμμα φαίνεται η επιτάχυνση που αποκτά το σώμα σε συνάρτηση με το χρόνο. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;
- Στο σώμα ασκείται σταθερή δύναμη.
  - Το σώμα επιβραδύνεται.
  - Τα διανύσματα της δύναμης και της μετατόπισης είναι αντίρροπα.
  - Η ταχύτητα του σώματος τη χρονική στιγμή  $2\text{ s}$  έχει μέτρο  $8\text{ m/s}$ .
  - Η μετατόπιση του σώματος αυξάνεται.



## ΘΕΜΑ Β

- B1. Τρία όμοια κιβώτια με ίσες μάζες συνδέονται με νήματα όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σύστημα κινείται προς τα δεξιά πάνω σε οριζόντιο επίπεδο, με το οποίο τα κιβώτια παρουσιάζουν συντελεστή τριβής ολίσθησης  $\mu$ , με την επίδραση οριζόντιας δύναμης μέτρου  $F$ .



Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  που το σύστημα έχει ταχύτητα μέτρου  $u_0$  κόβεται το νήμα που συγκρατεί μεταξύ τους τα κιβώτια 2 και 3, ενώ η δύναμη μέτρου  $F$  εξακολουθεί να ασκείται στο κιβώτιο 1. Στη χρονική διάρκεια που το κιβώτιο 3 επιβραδύνεται και τελικά σταματά, τα κιβώτια 1 και 2 διπλασιάζουν την ταχύτητά τους. Ακριβώς πριν το νήμα κοπεί το σύστημα των κιβωτίων κινείται με:

- σταθερή ταχύτητα μέτρου  $u_0$
- σταθερή επιτάχυνση μέτρου  $\mu g$
- σταθερή επιτάχυνση μέτρου  $\frac{1}{3} \mu g$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

- B2. Σε μία ευθύγραμμη σιδηροδρομική γραμμή κινείται με σταθερή ταχύτητα  $u_\tau$  ένα τρένο. Ο μηχανοδηγός του τρένου «πατάει» την κόρνα του τρένου για χρονικό διάστημα  $\Delta t_\tau$ . Ένας παρατηρητής που στέκεται επάνω στη σιδηροδρομική γραμμή, πίσω από το τρένο αντιλαμβάνεται πως η κόρνα του τρένου ηχεί για χρονικό διάστημα  $\Delta t_\pi$ . Δεχτείτε πως ο ήχος διαδίδεται στον ακίνητο ατμοσφαιρικό αέρα με ταχύτητα διάδοσης  $u_\delta$  ανεξάρτητα από την κίνηση της πηγής που τον παράγει. Η ταχύτητα κίνησης του τρένου δίνεται από τη σχέση:





α.  $u_{\tau} = \left(\frac{\Delta t_{\tau}}{\Delta t_{\pi}} - 1\right) \cdot u_{\delta}$

β.  $u_{\tau} = \left(\frac{\Delta t_{\pi}}{\Delta t_{\tau}} - 1\right) \cdot u_{\delta}$

γ.  $u_{\tau} = \left(\frac{\Delta t_{\tau}}{\Delta t_{\pi}} + 1\right) \cdot u_{\delta}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

- B3.** Μια μικρή σφαίρα εκτοξεύεται από το έδαφος κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα  $u_0$ . Η σφαίρα διέρχεται από τη θέση που βρίσκεται σε ύψος  $h$  από το έδαφος, τις χρονικές στιγμές  $t_1$  και  $t_2$ .

**B3.A.** Το μέτρο της ταχύτητας  $u_0$  είναι:

α.  $u_0 = \frac{1}{2} g \cdot (t_2 - t_1)$

β.  $u_0 = \frac{1}{2} g \cdot (t_1 + t_2)$

γ.  $u_0 = \frac{1}{2} g \cdot \frac{t_1 \cdot t_2}{t_1 + t_2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**B3.B.** Το μέγιστο ύψος  $H$  από το έδαφος στο οποίο φτάνει το σώμα είναι:

α.  $H = \frac{1}{2} g \cdot (t_1 + t_2)^2$

β.  $H = \frac{1}{4} g \cdot t_1 \cdot t_2$

γ.  $H = \frac{1}{8} g \cdot (t_1 + t_2)^2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

## ΘΕΜΑ Γ

Ένας εργάτης βάρους  $B=600\text{N}$  βρίσκεται όρθιος σε οριζόντια πλατφόρμα. Η εργασία του είναι να ανεβάσει όμοια κιβώτια, σχήματος παραλληλεπίπεδου, μάζας  $m=40\text{kg}$  που κινούνται σε κατακόρυφο φρεάτιο ύψους  $h=10\text{m}$  που εκτείνεται από το έδαφος έως την πλατφόρμα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιεί ένα αβαρές και μη εκτατό σχοινί που δένεται κάθε φορά στο κιβώτιο που πρόκειται να μετακινηθεί.

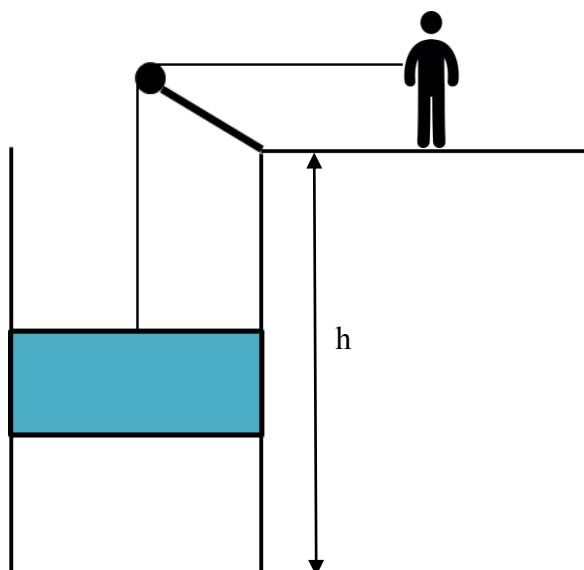
Κάθε φορά που ολοκληρώνει την άνοδο ενός κιβωτίου και έως ότου να αρχίσει η άνοδος του επόμενου, κάνει διάλλειμα δέκα δευτερολέπτων. Έτσι ανεβάσει τέσσερα κιβώτια κάθε ένα πρώτο λεπτό.

Το νήμα για να φτάσει στον εργάτη περνά από λείο κύλινδρο, έτσι ώστε το τμήμα του νήματος που κρατά ο εργάτης να είναι οριζόντιο και η τάση του νήματος στο κατακόρυφο και στο οριζόντιο τμήμα του σχοινιού να έχει το ίδιο μέτρο.

Η δύναμη που ασκεί ο εργάτης στο σχοινί έχει σταθερό μέτρο  $F$ , κατά τη διάρκεια της ανόδου κάθε κιβωτίου, ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση των κιβωτίων. Η στήριξη του εργάτη στην πλατφόρμα είναι απόλυτα ασφαλής ώστε να αποτρέπεται ο κίνδυνος να γλιστρήσει στα πλαίσια του ρυθμού εργασίας του.

Τα κιβώτια κατά την κίνηση τους στο φρεάτιο, ακουμπούν στα τοιχώματα του και δέχονται οριζόντια δύναμη μέτρου  $30\text{N}$  και στις τέσσερις τους έδρες που ακουμπούν στα τοιχώματα του φρεατίου. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ κιβωτίων και τοιχωμάτων ισούται με  $0,15$ .





Γ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης  $F$ .

Γ2. Να υπολογίσετε το μέτρο και την κατεύθυνση της δύναμης που δέχεται η οριζόντια πλατφόρμα από τον εργάτη.

Ένας επιμελής μαθητής που διερευνά το πρόβλημα λαμβάνοντας υπόψη τον παρακάτω πίνακα

**Συντελεστές τριβής ολίσθησης (προσεγγιστικές τιμές)**

Υλικό	$\mu$
Λάστιχο - τσιμέντο	0,90
Καουτσούκ - χάλυβα	0,95
Πλαστικό - άσφαλτος	0,80

υποστηρίζει πως η μέγιστη τιμή στατικής τριβής ανάμεσα στα παπούτσια του και την πλατφόρμα, που αντιστοιχεί στις παραπάνω συνθήκες, μπορεί να πάρει τιμές μεταξύ 480N και 570N. Είναι ορθή η εκτίμησή του αυτή;

Ένα απρόβλεπτο γεγονός με διασπορά λαδιού στην επιφάνεια της πλατφόρμας, δημιουργεί νέες συνθήκες στη στήριξη του εργάτη, με το συντελεστή τριβής ανάμεσα στα παπούτσια και την πλατφόρμα να διαμορφώνεται στην τιμή 0,7.

Γ3. Είναι δυνατή στον εργάτη η συνέχιση της εργασίας του με τις συνθήκες που εργαζόταν, χωρίς τον κίνδυνο να γλιστρήσει στην πλατφόρμα;

Γ4. Εάν όχι, πόσα κιβώτια ανά πρώτο λεπτό μπορεί να ανεβάζει με τις νέες συνθήκες στήριξης εφόσον εξακολουθεί να κάνει διάλλειμα 10 sec μεταξύ δύο κιβωτίων;

Δίνεται  $g = 10\text{m/s}^2$





## Πειραματικό Μέρος

### ΘΕΜΑ Δ

Όπως γνωρίζετε, στα πειράματα της Φυσικής απαιτείται συνήθως ο υπολογισμός του χρόνου με μεγάλη ακρίβεια, ειδικά για διαδικασίες που εξελίσσονται ταχύτατα. Μια εξ' αυτών είναι η ελεύθερη πτώση των σωμάτων στο γήινο βαρυτικό πεδίο (αγνοώντας την αντίσταση του αέρα).

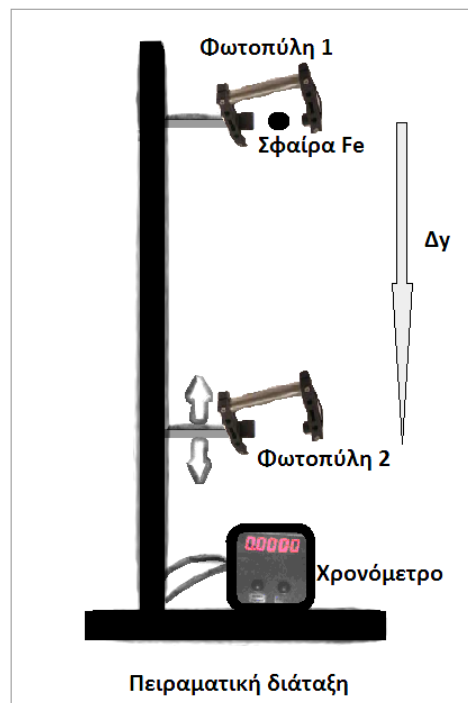
Για τη μέτρηση του χρόνου με μέγιστη ακρίβεια χρησιμοποιούμε ψηφιακούς χρονομετρητές που διεγείρονται από ειδικά αισθητήρια υπέρυθρης ακτινοβολίας (φωτοτρανζίστορ), τις **Φωτοπύλες (Φ/Π)**. Με αυτές και με τη βοήθεια διαφορετικών τρόπων λειτουργίας τους, μπορούμε να μετρήσουμε άμεσα τους χρόνους εξέλιξης πειραματικών διεργασιών και έμμεσα να υπολογίσουμε άλλα φυσικά μεγέθη (όπως μέση και στιγμιαία ταχύτητα, επιτάχυνση, δύναμη κ.ά.).

Σε έναν **A** τρόπο λειτουργίας των Φ/Π, το χρονόμετρο μετρά το χρόνο  $t_{κιν}$  που χρειάζεται μια μικρή μεταλλική σφαίρα να διανύσει την απόσταση  $\Delta y$  μεταξύ δύο Φ/Π, δηλαδή το χρόνο κίνησης της μεταλλικής σφαίρας από την αρχική της θέση (δηλ. τη θέση της 1<sup>ης</sup> Φ/Π) μέχρι τη θέση της 2<sup>ης</sup> Φ/Π. Ουσιαστικά μετρά το χρονικό διάστημα, από τη χρονική στιγμή διέλευσης του σώματος από την 1<sup>η</sup> Φ/Π μέχρι τη στιγμή διέλευσης από τη 2<sup>η</sup> Φ/Π (βλ. σχήμα).

Σε έναν **B** τρόπο λειτουργίας των Φ/Π, το χρονόμετρο μετρά το χρόνο διέλευσης  $\Delta t$  που απαιτείται, ώστε η σφαίρα διαμέτρου  $d$ , να διέλθει από την 2<sup>η</sup> Φ/Π. Η μέση ταχύτητα της σφαίρας μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση  $v = d/\Delta t$ , όπου  $d$  είναι η μετατόπιση της σφαίρας που πραγματοποιείται σε χρόνο  $\Delta t$  ή

διαφορετικά όπου  $\Delta t$  είναι ο χρόνος που απαιτείται για να διέλθει η μικρή σφαίρα διαμέτρου  $d$  από τη Φ/Π 2. Για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα  $\Delta t$ , η μέση ταχύτητα δεχόμαστε ότι ισούται με την στιγμιαία ταχύτητα της σφαίρας.

Σε ένα πείραμα ελεύθερης πτώσης (αγνοώντας την αντίσταση του αέρα) όπου επιθυμούμε να μετρήσουμε σε έναν τόπο την επιτάχυνση της βαρύτητας, αφήνουμε μικρές ατσάλινες σφαίρες διαμέτρου  **$d = 0,015\text{m}$**  να πέσουν ελεύθερα από μια αρχική θέση I. Στη θέση I έχει τοποθετηθεί ηλεκτρομαγνητικό σύστημα συγκράτησης της σφαίρας και η 1<sup>η</sup> Φ/Π στη θέση εκκίνησης της σφαίρας (ακριβέστερα ελάχιστα πιο κάτω, με αποτέλεσμα η σφαίρα να περνά από την 1<sup>η</sup> Φ/Π με μια μικρή ταχύτητα). Η 2<sup>η</sup> Φ/Π έχει τοποθετηθεί στη θέση II που απέχει απόσταση  $\Delta y$ , η οποία μεταβάλλεται 4 φορές κατά τη διάρκεια του πειράματος, αλλά δε τη μετρούμε, οπότε δεν έχετε και δεδομένα για τα διάφορα  $\Delta y$  στον ακόλουθο Πίνακα τιμών του πειράματος.







Με χρήση του Πίνακα τιμών που ακολουθεί και του γραφήματος (χαρτί mm), μπορείτε να υπολογίσετε με κατάλληλη διαδικασία την επιτάχυνση της βαρύτητας στον τόπο που διεξήχθη το πείραμα.

Πίνακας τιμών

	1 <sup>η*</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	4 <sup>η*</sup>	5 <sup>η</sup>	6 <sup>η</sup>	7 <sup>η</sup>
Μέτρηση	$t_{κιν}(s)$	$\langle t_{κιν} \rangle$ Μέση τιμή	$d(m)$	$\Delta t(s)$	$\langle \Delta t \rangle$ Μέση τιμή	$u = d/\Delta t$ (m/s)	$\Delta y(m)$
1η	0,0925 0,0923		0,015	0,0117 0,0119			-
2η	0,1296 0,1294		0,015	0,0094 0,0096			-
3η	0,1652 0,1654		0,015	0,0077 0,0075			-
4η	0,1977 0,1975		0,015	0,0064 0,0066			-
Τρόπος λειτουργίας Φ/Π	A			B			

*\*(Για την ακριβή μέτρηση του χρόνου λαμβάνουμε 2 μετρήσεις για κάθε ύψος  $\Delta y$  και για τους 2 τρόπους A, B λειτουργίας των Φ/Π, ώστε να αποφύγουμε δυσλειτουργίες των φωτοπυλών ή/και του χρονομετρητή).*

- Δ1.** Να συμπληρώσετε τον Πίνακα (δηλ. τις στήλες 2, 5, 6) στο επισυναπτόμενο φύλλο απαντήσεων και να σχεδιάσετε, στο μιλιμετρέ χαρτί που υπάρχει στο φύλλο απαντήσεων, γραφική παράσταση κάνοντας χρήση των στηλών 2 και 6 του πίνακα.

Με βάση τη γραφική παράσταση που σχεδιάσατε:

- Δ2.** Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας, στον τόπο που διεξήχθη το πείραμα, περιγράφοντας αναλυτικά τη διαδικασία που ακολουθήσατε.
- Δ3.** Να εκτιμήσετε το μέτρο  $u$  της ταχύτητας, με την οποία η σφαίρα περνά από την 1<sup>η</sup> Φ/Π, περιγράφοντας τη διαδικασία που ακολουθήσατε.
- Δ4.** Να εκτιμήσετε την απόσταση  $\Delta y$  που απέχουν οι δύο Φ/Π, αν ο χρόνος κίνησης της σφαίρας μεταξύ των δύο Φ/Π ήταν  $t_{κιν} = 0,1s$ , περιγράφοντας τη διαδικασία που ακολουθήσατε.









Όνομα: .....

Σχολείο: .....

Επώνυμο: .....

Πόλη: .....

Όνομα πατρός: .....

**Α΄ Λυκείου**  
**Φύλλο Απαντήσεων**

**ΘΕΜΑ Α**

- A1. α. .... β. .... γ. .... δ. .... ε. ....  
 A2. α. .... β. .... γ. .... δ. .... ε. ....  
 A3. α. .... β. .... γ. .... δ. .... ε. ....  
 A4. α. .... β. .... γ. .... δ. .... ε. ....  
 A5. α. .... β. .... γ. .... δ. .... ε. ....

**ΘΕΜΑ Β**

B1. Σωστή απάντηση το .....

B3.A. Σωστή απάντηση το .....

B2. Σωστή απάντηση το .....

B3.B. Σωστή απάντηση το .....

**ΘΕΜΑ Γ**

Γ1. Η δύναμη που ασκείται από τον εργάτη έχει μέτρο  $F = \dots\dots\dots$

Γ2. Η δύναμη που δέχεται η πλατφόρμα από τον εργάτη έχει μέτρο  $A = \dots\dots\dots$  και κατεύθυνση .....

Η εκτίμηση του μαθητή είναι .....

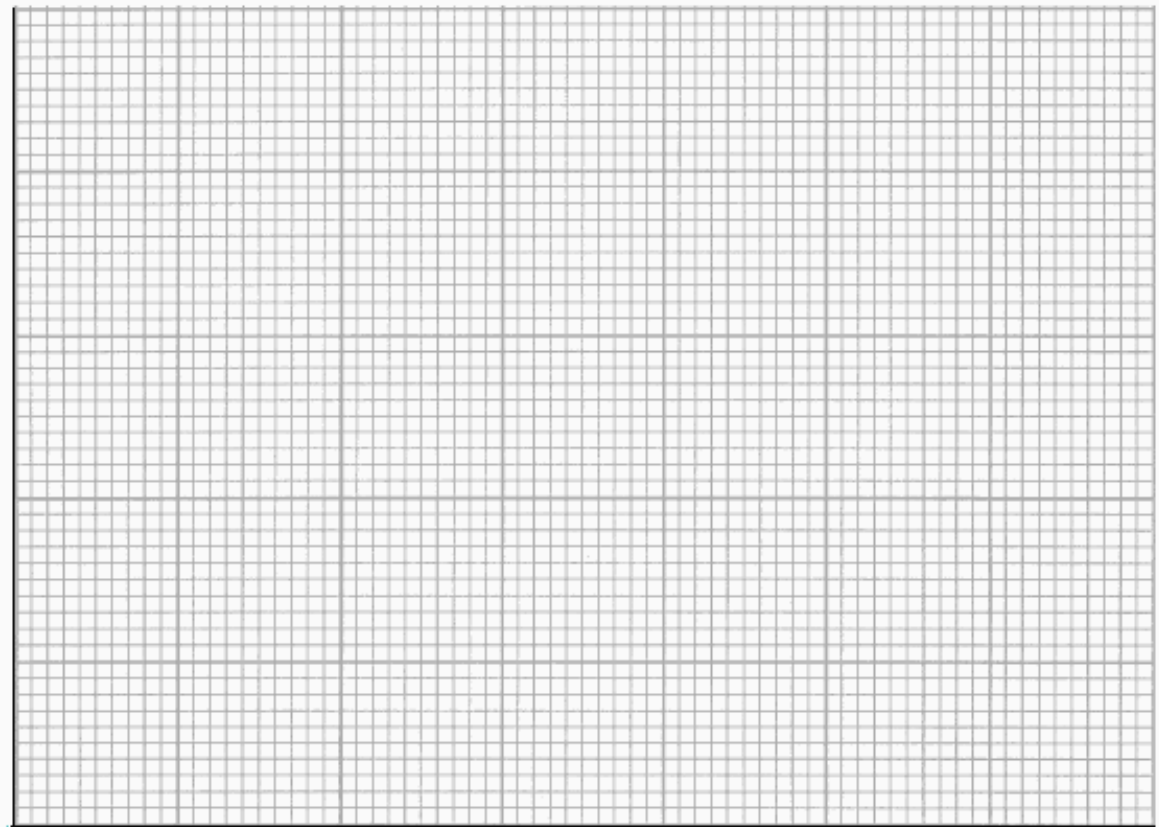
Γ3. Η συνέχιση της εργασίας του εργάτη είναι .....

Γ4. .... κιβώτια ανά πρώτο λεπτό

**ΘΕΜΑ Δ**

Δ1.	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>	4 <sup>η</sup>	5 <sup>η</sup>	6 <sup>η</sup>	7 <sup>η</sup>
Μέτρηση	$t_{κιν}(s)$	$\langle t_{κιν} \rangle$ Μέση τιμή	$d(m)$	$\Delta t(s)$	$\langle \Delta t \rangle$ Μέση τιμή	$u = d/\Delta t$ (m/s)	$\Delta y(m)$
1η	0,0925 0,0923		0,015	0,0117 0,0119			-
2η	0,1296 0,1294		0,015	0,0094 0,0096			-
3η	0,1652 0,1654		0,015	0,0077 0,0075			-
4η	0,1977 0,1975		0,015	0,0064 0,0066			-
Τρόπος λειτουργίας Φ/Π	A			B			





**Δ2.**  $g =$  .....

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

**Δ3.**  $u =$  .....

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

**Δ4.**  $\Delta y =$  .....

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





## ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

**ΘΕΜΑ Α** (Στο θέμα Α να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις ως σωστές με το γράμμα Σ ή ως λανθασμένες με το γράμμα Λ, χωρίς αιτιολόγηση.)

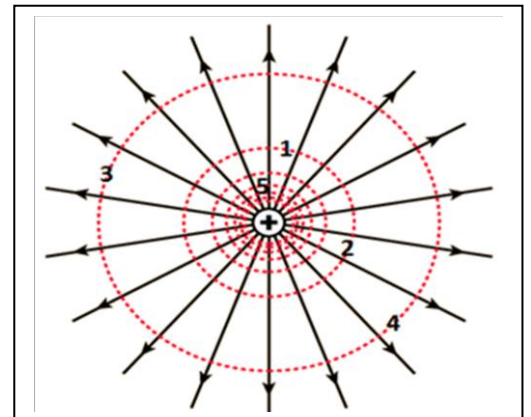
### A1.

Δύο σώματα Κ και Λ εκτοξεύονται οριζόντια ταυτόχρονα από διαφορετικό ύψος  $h_K$  και  $h_L$  ( $h_K > h_L$ ) με ίδια ταχύτητα  $U_K = U_L$

- A. Το σώμα Κ θα φτάσει ταυτόχρονα με το σώμα Λ στο έδαφος
- B. Το σώμα Κ θα πέσει μακρύτερα από το σώμα Λ
- Γ. Το σώμα Κ θα φτάσει στο έδαφος με μικρότερη ταχύτητα από ότι το Λ
- Δ. Το σώμα Λ θα αποκτήσει μεγαλύτερη επιτάχυνση από το σώμα Κ
- Ε. Η τροχιά που θα διαγράψουν και τα δύο σώματα είναι ημικυκλική

### A2.

Στη διπλανή εικόνα φαίνεται σημειακό ηλεκτρικό φορτίο που δημιουργεί ακτινικό ηλεκτρικό πεδίο γύρω του και οι δυναμικές γραμμές του πεδίου. Με κέντρο το φορτίο και σε διάφορες ακτίνες / αποστάσεις έχουν σχεδιαστεί ομόκεντροι εστιγμένοι (.....) κύκλοι, ενώ σε τρεις από αυτούς και σε διαφορετικά σημεία της περιφέρειάς τους έχουν τοποθετηθεί οι αριθμοί 1,2,3,4 και 5. Στα πέντε αυτά αριθμημένα σημεία μετράμε το δυναμικό του πεδίου.



- A.  $V_5 < V_1$  και  $V_3 < V_4$
- B.  $V_5 > V_1$  και  $V_3 = V_4$
- Γ.  $V_5 < V_1$  και  $V_3 = V_4$
- Δ.  $V_2 > V_4$  και  $V_3 = V_4$
- Ε.  $V_4 > V_2$  και  $V_5 < V_1$





**A3.**

Δύο ίδιοι αντιστάτες αντίστασης  $R$  ο καθένας συνδέονται : α) παράλληλα και β) σε σειρά. Αν τροφοδοτήσουμε καθένα δίπολο με ίδια ιδανική πηγή τάσης  $V$  ( $r=0$ ) :

1. Το ρεύμα που περνά από την πηγή και στα δύο κυκλώματα είναι το ίδιο
2. Η συνολική αντίσταση στο κύκλωμα β) είναι διπλάσια από ότι στο κύκλωμα α)
3. Η ισχύς του κυκλώματος α) είναι τετραπλάσια από την ισχύ του κυκλώματος β)
4. Αν τα δύο κυκλώματα λειτουργήσουν για τον ίδιο χρόνο το κόστος λειτουργίας στο κύκλωμα α) είναι μεγαλύτερο από ότι στο κύκλωμα β)
5. Αν αντικαταστήσουμε τους αντιστάτες με όμοιους λαμπτήρες τότε μεγαλύτερη φωτεινότητα έχουν οι λαμπτήρες του κυκλώματος β)

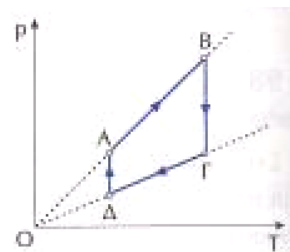
**A4.**

Ο Αστερίξ και ο Οβελίξ κάνουν πατινάζ στην επιφάνεια μιας παγωμένης κυκλικής λίμνης. Ο Οβελίξ εκτός από την πτώση που είχε όταν ήταν μικρός μέσα στο καζάνι με το μαγικό φίλτρο, έχει και τετραπλάσια μάζα από τον Αστερίξ. Σε μια στιγμή και ενώ είναι ακίνητοι στο κέντρο της λίμνης, ο Οβελίξ στιγμιαία σπρώχνει τον Αστερίξ.

- A. Οι δύο άντρες θα αποκτήσουν ίσες κατά μέτρο ταχύτητες.
- B. Η συνολική ορμή που θα έχουν μαζί ο Αστερίξ με τον Οβελίξ μετά το σπρώξιμο θα είναι μηδέν.
- Γ. Η δύναμη που δέχεται ο Αστερίξ, είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη που δέχεται ο Οβελίξ.
- Δ. Οι δύο άντρες θα αποκτήσουν αντίθετες ορμές.
- Ε. Ο Οβελίξ θα φτάσει στην όχθη της Λίμνης με καθυστέρηση ίση με τον τριπλάσιο χρόνο σε σχέση με αυτόν που χρειάστηκε ο Αστερίξ.

**A5.**

Το διάγραμμα  $p$ - $T$  (πίεσης-απόλυτης θερμοκρασίας) του σχήματος αποδίδει την κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή ενός ιδανικού αερίου.



- A. Στη μεταβολή  $AB$  το έργο του αερίου είναι μηδέν.
- B. Στη μεταβολή  $BΓ$  ο όγκος του αερίου αυξάνεται.
- Γ. Στη μεταβολή  $ΓΔ$  το αέριο απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον του.
- Δ. Στη μεταβολή  $ΔΑ$  η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου αυξάνεται.
- Ε. Ισχύει  $W_{ΑΒΓΔΑ} < Q_{ΑΒΓΔΑ}$





## ΘΕΜΑ Β

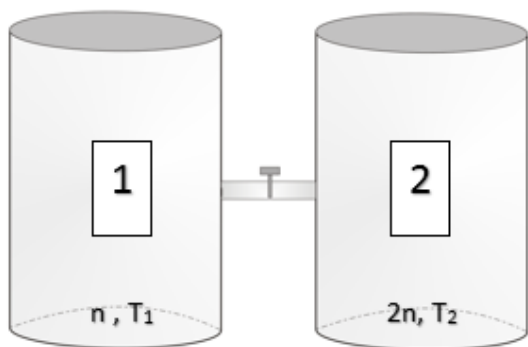
**B1.** Η διάρκεια που θα έπρεπε να έχει η περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της, ώστε οι κάτοικοι του ισημερινού να μην αισθάνονται το βάρος τους είναι:

- α) 2,4h      β) 1600πs      γ) 64πmin

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Θεωρήστε ότι στον ισημερινό η ακτίνα της Γης είναι 6400km και η επιτάχυνση της βαρύτητας  $10\text{m/s}^2$ .

**B2.** Δύο κυλινδρικά δοχεία 1 και 2 επικοινωνούν με σωλήνα αμελητέου πάχους, όλα τα μέρη της



κατασκευής αποτελούνται από αδιαβατικά τοιχώματα που δεν παραμορφώνονται ενώ επιπλέον στον σωλήνα σύνδεσης έχει προσαρμοστεί στρόφιγγα η οποία λειτουργεί ως θερμομονωτικό διάφραγμα. Στο δοχείο 1 περιέχονται  $n$  mol μονατομικού ιδανικού αερίου θερμοκρασίας  $T_1$ , ενώ στο άλλο δοχείο (2) περιέχονται  $2n$  mol ενός άλλου επίσης μονατομικού

ιδανικού αερίου, θερμοκρασίας  $T_2$ . Κάποια στιγμή που την ορίζουμε ως αρχή των χρόνων ανοίγουμε τη στρόφιγγα και τα δύο αέρια αναμειγνύονται, χωρίς όμως να αντιδρούν μεταξύ τους. (Δίνεται η παγκόσμια σταθερά  $R$  των ιδανικών αερίων και  $C_V = 3R/2$ ).

**I.** Πόση είναι η κινητική ενέργεια των μορίων του μίγματος αφού αποκατασταθεί η θερμική ισορροπία; (Να επιλέξετε μια από τις παρακάτω προτεινόμενες απαντήσεις)

**A)**  $E_K = 9nR\left(\frac{T_2+2T_1}{2}\right)$       **B)**  $E_K = -3nR\left(\frac{T_1+2T_2}{2}\right)$       **Γ)**  $E_K = 3nR\left(\frac{T_1+2T_2}{2}\right)$

**II.** Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας στο προηγούμενο ερώτημα.

**B3.** Σώμα (1) και σώμα (2) με μάζες  $m_1$ ,  $m_2 = 2 m_1$  βρίσκονται στο ίδιο ύψος πάνω από το έδαφος. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  εκτοξεύουμε το σώμα (1) οριζόντια με ταχύτητα  $U_0$ , ενώ ταυτόχρονα αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί το σώμα (2) χωρίς αρχική ταχύτητα. Το σώμα (2) φτάνει στο έδαφος με ταχύτητα διπλάσιου μέτρου από αυτή της ταχύτητας εκτόξευσης του σώματος (1). Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα και για τα δύο σώματα.

Αν  $\Delta r_1$  είναι η μεταβολή της ορμής του σώματος (1) στη χρονική διάρκεια της κίνησης του μέχρι



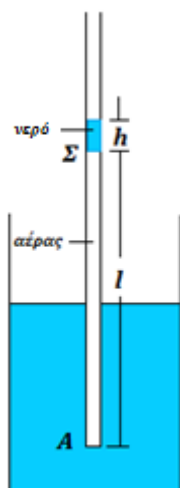


να φτάσει στο έδαφος και  $\Delta p_2$  είναι η αντίστοιχη μεταβολή για το σώμα (2), τότε το πηλίκο των μέτρων  $|\Delta p_1| / |\Delta p_2|$  ισούται με: i) 1 ii) 1/2 iii) 2

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

## ΘΕΜΑ Γ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)

Ο λεπτός κατακόρυφος γυάλινος σωλήνας σταθερής διατομής του σχήματος, κλειστός στο κάτω άκρο, φράσσεται στο πάνω άκρο του από μια κατακόρυφη στήλη νερού, και στο τμήμα ΑΣ ύψους  $l = 30 \text{ cm}$ , εγκλωβίζονται  $6,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$  αερίου He. Βυθίζουμε το σωλήνα σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας  $27^\circ\text{C}$ , με το κλειστό του άκρο προς τα κάτω. Αυξάνοντας σταδιακά τη θερμοκρασία, μετράμε το ύψος της στήλης του αερίου για διάφορες τιμές της και καταγράφουμε τα δεδομένα στον παρακάτω πίνακα.



$\alpha/\alpha$	Θερμοκρασία ( $^\circ\text{C}$ )	Ύψος στήλης $l$ (cm)	Όγκος $V$ ( $\text{m}^3$ )
1	27	30,0	
2	37	31,0	
3	47	31,9	
4	57	33,1	
5	67	34,0	
6	77	34,9	

Αν δεχτούμε ότι οι διαστάσεις του σωλήνα και της στήλης του νερού δεν μεταβάλλονται σημαντικά με την αύξηση της θερμοκρασίας:

**α.** Να αναγνωρίσετε το είδος της μεταβολής που υφίσταται το αέριο στο σωλήνα και να υπολογίσετε την τιμή του μεγέθους ( $P, V$  ή  $T$ ) που παραμένει σταθερό κατά τη διάρκειά της. Στους υπολογισμούς σας να θεωρήσετε ότι η ατμοσφαιρική πίεση είναι  $P_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  και πως η στήλη νερού ύψους  $h=2\text{cm}$  και πυκνότητας  $\rho=10^3 \text{ kg/m}^3$  ασκεί μια επιπρόσθετη δύναμη στο εγκλωβισμένο αέριο. Δίνεται  $g=10\text{m/s}^2$ .

**β.** Να υπολογίσετε τον όγκο  $V$  του εγκλωβισμένου αερίου για κάθε θερμοκρασία, αν γνωρίζετε ότι το εμβαδό της διατομής του σωλήνα είναι  $S=5 \text{ mm}^2$  και να συμπληρώσετε την αντίστοιχη στήλη του πίνακα.





γ. Να παραστήσετε γραφικά τον όγκο  $V$  του αερίου σε συνάρτηση με την απόλυτη θερμοκρασία και να σύρετε τη βέλτιστη ευθεία δια μέσου των πειραματικών σημείων. (Το γράφημα να γίνει στη συνοδευτική σελίδα την οποία θα επισυνάψετε μέσα στο τετράδιό σας. Προσοχή! Βαθμονομήστε κατάλληλα τους άξονες ώστε το γράφημα να αναπτυχθεί στο μεγαλύτερο μέρος της σελίδα του μιλιμετρέ, τιλοδοτήστε και συμπεριλάβετε τις κατάλληλες μονάδες).

Επαληθεύεται ο νόμος του Gay-Lussac; Εξηγήστε.

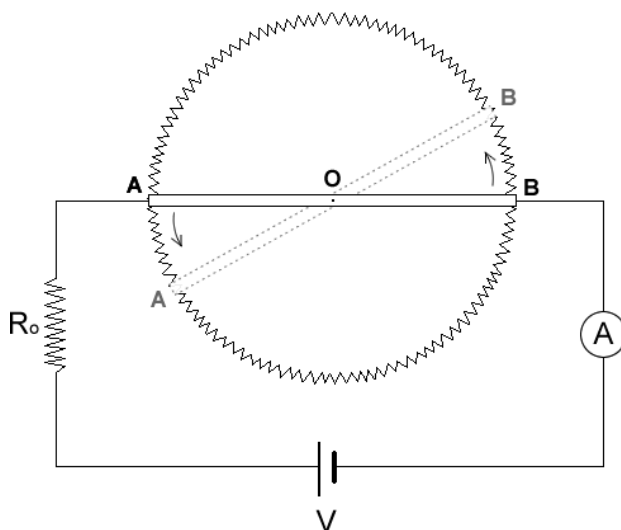
δ. Αν δεχτούμε ότι το εν λόγω αέριο συμπεριφέρεται ως ιδανικό για τις συνθήκες του πειράματος, δηλ. ισχύει η καταστατική εξίσωση, το διάγραμμα  $V=f(T)$  που κατασκευάσατε, εκφράζει πειραματικά τη σχέση:

$$V = \left(\frac{nR}{P}\right) \cdot T$$

Εξηγήστε με ποιο τρόπο θα μπορούσε κάποιος να υπολογίσει την τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων  $R$  από τα δεδομένα του γραφήματος.

## ΘΕΜΑ Δ

Το κύκλωμα του σχήματος περιλαμβάνει μία ιδανική πηγή τάσης  $V=10V$ , την αντίσταση  $R_0=1,5\Omega$  και τον κυκλικό ομογενή αντιστάτη με συνολική αντίσταση  $R=2\Omega$ . Η αγώγιμη ράβδος μηδενικής αντίστασης  $AB$ , έχει μήκος  $\frac{2}{\pi}m$  και μπορεί να περιστρέφεται, χωρίς τριβές, γύρω από κάθετο άξονα που περνά από το κέντρο της  $O$ , έχοντας διαρκώς τα άκρα της  $A$ ,  $B$  σε επαφή με την κυκλική αντίσταση. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  η ράβδος είναι οριζόντια και τα άκρα της  $A$  και  $B$  έχουν γραμμική ταχύτητα σταθερού μέτρου  $u=8m/s$ .



α) Να υπολογίσετε τη συνολική αντίσταση του κυκλώματος σε συνάρτηση με το χρόνο  $R_{ολ}(t)$  για το χρονικό διάστημα  $0 < t < \frac{1}{4} s$







β) Να υπολογίσετε την ένδειξη του αμπερομέτρου τη χρονική στιγμή  $t = \frac{1}{8} s$

γ) Να υπολογίσετε την ισχύ του κυκλώματος τη χρονική στιγμή  $t = \frac{1}{8} s$





Όνομα: .....

Σχολείο: .....

Επώνυμο: .....

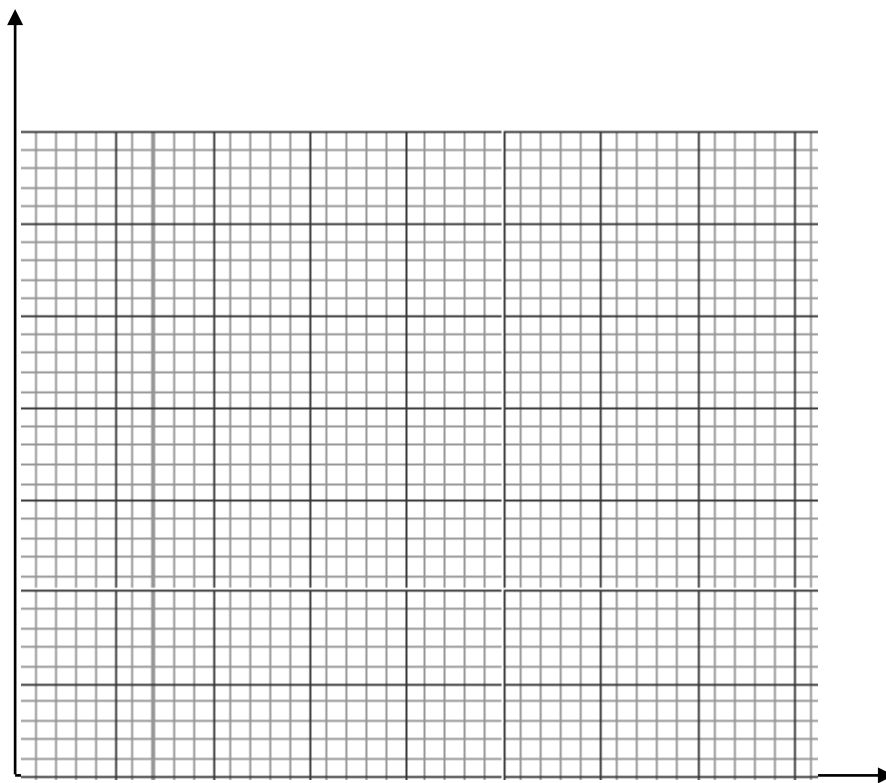
Πόλη: .....

Όνομα πατρός: .....

### ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

Οι υπολογισμοί και το γράφημα για τα υποερωτήματα β και γ του ΘΕΜΑΤΟΣ Γ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ) να γίνουν σ' αυτή τη σελίδα, την οποία και θα επισυνάψετε μέσα στο τετράδιό σας.

α/α	Θερμοκρασία (°C)	Ύψος στήλης $l$ (cm)	Όγκος $V$ (m <sup>3</sup> )
1	27	30,0	
2	37	31,0	
3	47	31,9	
4	57	33,1	
5	67	34,0	
6	77	34,9	





## ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

**ΘΕΜΑ Α** (Στο θέμα Α να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις ως σωστές με το γράμμα Σ ή ως λανθασμένες με το γράμμα Λ, χωρίς αιτιολόγηση.)

**Α1.** Ένας ιδανικός ταλαντωτής την χρονική στιγμή  $t = 0$  βρίσκεται στην θέση ισορροπίας του και κινείται προς την αρνητική κατεύθυνση. Την  $135^{\text{η}}$  φορά που βρίσκεται στην θέση που η κινητική του ενέργεια ισουται με την δυναμική του ενέργεια η μετατόπιση του είναι  $-\frac{A\sqrt{2}}{2}$ .

**Α2.** Ένα σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Για τη μέγιστη κινητική του ενέργεια και για τη μέγιστη δυναμική του ενέργεια ισχυει πάντα  $K_{\max} = U_{\max}$ .

**Α3.** Τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται στα στερεά, τα υγρά και τα αέρια.

**Α4.** Ένα πραγματικό ιστορικό στοιχείο λέει οτι τα γερμανικά υποβρύχια στον Β' παγκόσμιο πόλεμο έσβησαν τις μηχανές και περνούσαν το στενό του Γιβραλτάρ χωρίς να μπορούν να γίνουν αντιληπτά. Αυτό το έκαναν επειδή η Μεσόγειος έχει αλμυρότερο νερό απο τον Ατλαντικό. Η πρόταση που θέλουμε να κρίνεις είναι : Για να περάσουν απο τον Ατλαντικό στην Μεσόγειο, οι Γερμανοί κατέβαζαν τα υποβρύχια τους σε μεγάλο βάθος ωστε να αξιοποιήσουν τα στοιχεία που προαναφέρονται.

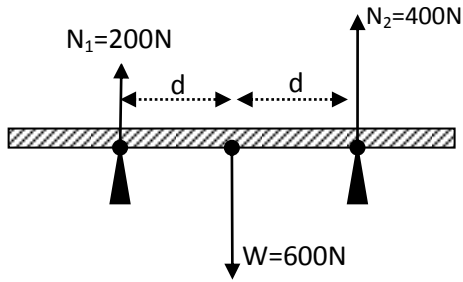
**Α5.** Δύο ίδιες δεξαμενές είναι γεμάτες με νερό. Η μία βρίσκεται στο Ελσίνκι στη Φινλανδία και η άλλη στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου. Και οι δύο δεξαμενές έχουν από μια τρύπα στο τοίχωμά τους σε ίδιο βάθος από την επιφάνεια του νερού που περιέχουν. Η ταχύτητα εκροής θα είναι και από τις δύο οπές η ίδια.

**Α6.** Μεταξύ δύο οριζόντιων πλακών τοποθετούμε νευτώνειο υγρό. Εάν η κάτω πλάκα είναι ακίνητη και η επάνω κινείται με σταθερή ταχύτητα  $v = 2\text{m/s}$  τότε το στρώμα του υγρού που ισαπέχει από τις δύο επιφάνειες έχει ταχύτητα μέτρου  $2\text{ m/s}$ .

**Α7.** Για ένα στερεό, που στρέφεται γύρω από σταθερό άξονα, η στροφορμή του είναι ανάλογη της κινητικής του ενέργειας.

**Α8.** Η ράβδος του παρακάτω σχήματος που είναι ομογενής και ισοπαχής ισορροπεί.





**A9.** Όταν η ολική ορμή ενός συστήματος δυο σωμάτων είναι μηδέν τότε και η ολική κινητική ενέργεια του συστήματος είναι μηδέν.

**A10.** Σκέδαση είναι η ανάκλαση του φωτός σε διαφορετικές κατευθύνσεις όταν αυτό προσπίπτει σε τραχείες επιφάνειες.

## ΘΕΜΑ Β

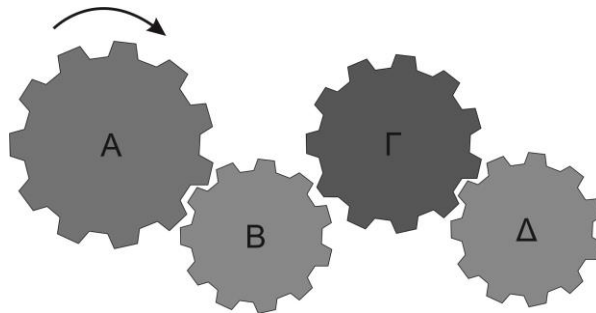
### B.1

Σώμα μάζας  $m_1$  κινείται με ταχύτητα  $v = 10 \frac{m}{s}$  πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο. Κάποια στιγμή συγκρούεται πλαστικά και μετωπικά με σώμα μάζας  $m_2$  που ήταν ακίνητο. Για τις μάζες  $m_1$  και  $m_2$  ισχύει  $m_1 + m_2 = \text{σταθερό}$ . Το συσσωμάτωμα που προκύπτει κινείται με ταχύτητα  $\vec{V}$ . Δίνεται ότι η θερμότητα  $Q$  που εκλύεται κατά την κρούση είναι η μεγαλύτερη δυνατή. Να υπολογίσετε την ταχύτητα  $\vec{V}$ .

### B.2

Οι οδοντωτοί τροχοί Α, Β, Γ, Δ του σχήματος έχουν αντίστοιχα 30, 10, 20, 10 δοντάκια ίδιου σχήματος και μεγέθους. Αν ο τροχός Α περιστρέφεται δεξιόστροφα με συχνότητα 10 στροφές το λεπτό να προσδιορίσετε προς πια κατεύθυνση και με ποια συχνότητα στρέφεται ο τροχός Δ.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



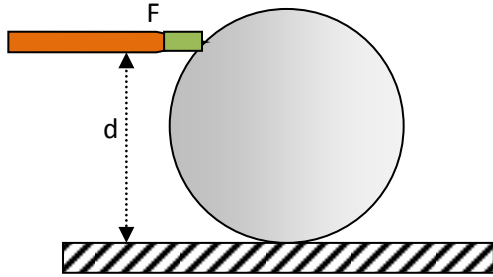
Το σχήμα δίνεται ενδεικτικά για την κατανόηση της συμπλοκής των τροχών και δεν ανταποκρίνεται στα αριθμητικά δεδομένα ως μη απαραίτητα.





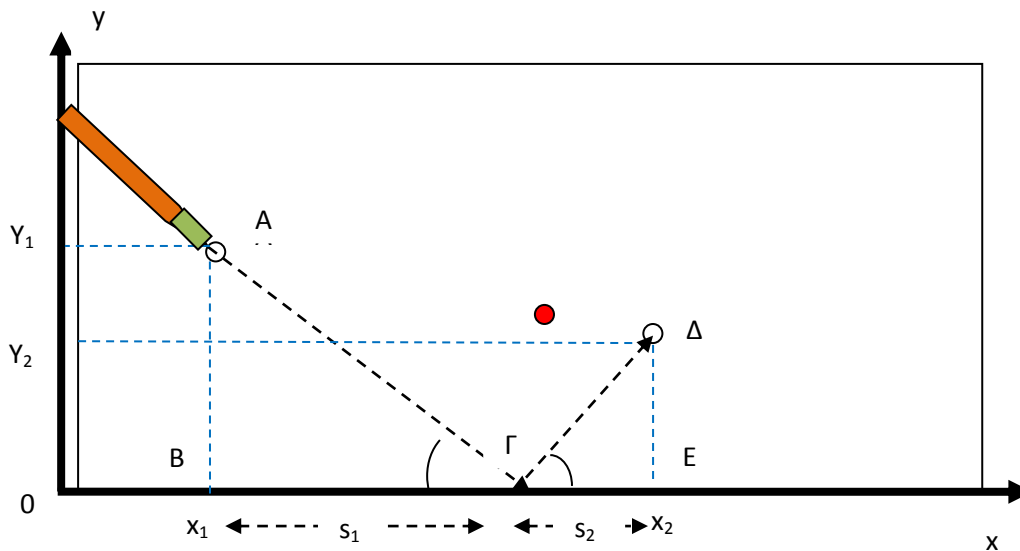
### B.3

Σε ποιο ύψος  $d$  πάνω από το οριζόντιο τραχύ δάπεδο του μπιλιάρδου πρέπει να χτυπήσουμε με τη στέκα του μπιλιάρδου που είναι σε οριζόντια θέση, τη μπίλια ακτίνας  $R$ , μάζας  $m$  και ροπής αδράνειας  $I_{cm} = \frac{2}{5} m \cdot R^2$  ώστε αυτή να εκτελέσει κύλιση χωρίς ολίσθηση αμέσως μετά το χτύπημα. Θεωρήστε σταθερή τη μέση δύναμη  $F$  κατά τη διάρκεια  $\Delta t$  του κτυπήματος και ότι ο φορέας της δύναμης διέρχεται από το κατακόρυφο επίπεδο του κέντρου μάζας της μπίλιας.



### B.4

Μια τεχνική που εφαρμόζουν οι παίκτες του μπιλιάρδου, προκειμένου να αποφύγουν την ανεπιθύμητη μπίλια που βρίσκεται μπροστά από την μπίλια-στόχο, είναι το χτύπημα με σπόντα μέσω των τοιχωμάτων του μπιλιάρδου.



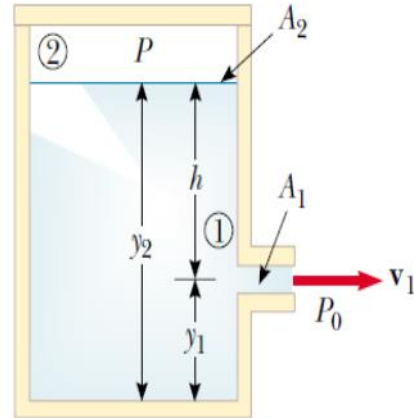
Με ποια γωνία ως προς τον άξονα  $Ox$  πρέπει να χτυπήσει η στέκα του μπιλιάρδου μετωπικά ελαστικά την πρώτη λευκή μπίλια στο  $A$  με συντεταγμένες θέσης  $(x_1, y_1)$ , ώστε αφού συγκρουστεί ελαστικά με το τοίχωμα  $Ox$  (σπόντα), να συγκρουστεί ακολούθως ελαστικά μετωπικά με τη δεύτερη σφαίρα στο  $\Delta$  με συντεταγμένες θέσης  $(x_2, y_2)$ . Θεωρήστε ότι η μπίλια ολισθαίνει μόνο, χωρίς τριβές στο οριζόντιο δάπεδο.





### B.5

Ένα κλειστό, ανένδοτο δοχείο περιέχει νερό πυκνότητας  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$  και έχει μια μικρή οπή μ σε βάθος  $h = 2,2 \text{ m}$  από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού. Αν το εμβαδόν διατομής του δοχείου  $A_2$  είναι πολύ μεγαλύτερο από το εμβαδόν διατομής της οπής  $A_1$ , η ατμοσφαιρική πίεση είναι  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ , η πίεση του αέρα στο εσωτερικό του δοχείου  $p = 1,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , ενώ η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι  $g = 10 \cdot \text{m/s}^2$ , να υπολογίσετε:



α. Το μέτρο της αρχικής ταχύτητας εκροής  $v_1$  του νερού από την οπή.

Καθώς η στάθμη του νερού κατέρχεται, μεγαλώνει ο όγκος του αέρα στο δοχείο, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η πίεση. Θεωρήστε ότι η μεταβολή του αέρα γίνεται με σταθερή θερμοκρασία και δεν μεταφέρεται αέρας μέσω του νερού. Αν το αρχικό ύψος του δοχείου, που περιείχε τον αέρα, ήταν  $h_1 = 0,3 \text{ m}$  να υπολογίσετε:

β. Σε ποιο ύψος από την οπή θα σταματήσει η εκροή του νερού.

γ. Ποια είναι τότε η πίεση  $p'$  του αέρα στο εσωτερικό του δοχείου για να σταματήσει η εκροή του νερού.

Θεωρείστε ότι υπό σταθερή θερμοκρασία ο όγκος ορισμένης μάζας αερίου μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με την πίεσή του.

### ΘΕΜΑ Γ' (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)

Η ταχύτητα  $v$  με την οποία διαδίδεται ένα κύμα σε ένα μέσον συνδέεται με τη συχνότητα  $f$  και το μήκος κύματός του  $\lambda$  μέσω της θεμελιώδους εξίσωσης της κυματικής:

$$v = \lambda \cdot f \quad (1)$$

η οποία θα μπορούσε να μας οδηγήσει στο (ψευδές) συμπέρασμα ότι αυτή εξαρτάται από τα  $\lambda$  και  $f$ . Στην πραγματικότητα η ταχύτητα εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες του μέσου στο οποίο διαδίδεται. Στην περίπτωση λ.χ. μιας τεντωμένης χορδής η ταχύτητα εξαρτάται από τη δύναμη  $F$  με την οποία εντείνεται η χορδή και τη



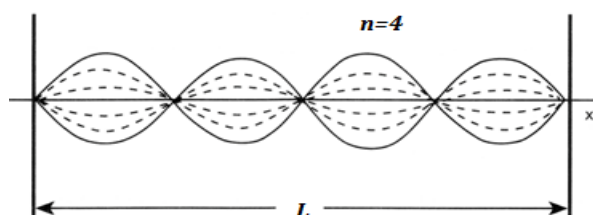


γραμμική πυκνότητα  $\mu$  (μάζα ανά μονάδα μήκους της χορδής). Θεωρητικά μάλιστα συνδέονται με τη σχέση:

$$v = \sqrt{F / \mu} \quad (2)$$

Στο ακόλουθο σχήμα περιγράφεται ένα στάσιμο κύμα που δημιουργήθηκε σε μια τεντωμένη χορδή μήκους  $L$ , στερεωμένη στα δύο της άκρα. Με βάση τη θεωρία, το πλήθος των κοιλιών  $n$  που σχηματίζονται συνδέονται με το μήκος του κύματος  $\lambda$  με τη σχέση:

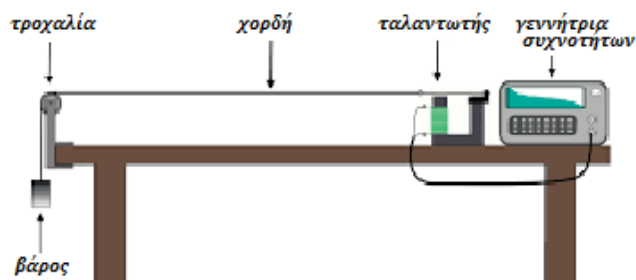
$$\lambda = 2 L/n \quad (3)$$



Με συνδυασμό των σχέσεων (1), (2) και (3) μπορούμε να εκφράσουμε την συχνότητα ως:

$$f = (n / 2L) \sqrt{F / \mu} \quad (4)$$

Προκειμένου να επαληθευθεί πειραματικά η ισχύς των παραπάνω σχέσεων, μια ομάδα μαθητών διεξάγει σειρά πειραμάτων. Η τεντωμένη χορδή του σχήματος, στερεώνεται στο ένα άκρο της και στο άλλο, μέσω μιας τροχαλίας, τεντώνεται από μια μάζα που κρέμεται. Η χορδή μπορεί να δονείται με κατάλληλο ταλαντωτή, με συχνότητες που μπορούν να ελέγχονται από τους μαθητές, με τρόπο ώστε να προκαλούν ένα στάσιμο κύμα κατά μήκος της.



### Πείραμα 1

Οι μαθητές κρεμούν μια μάζα στην άκρη της χορδής μήκους  $L$ . Μεταβάλλουν τη συχνότητα με την οποία δονείται η χορδή, ώστε να δημιουργείται μόνιμο κυματικό







μοτίβο (στάσιμο κύμα) με διαφορετικό αριθμό κοιλιών  $n$ . Για κάθε συχνότητα, μετρούν το μήκος κύματος και υπολογίζουν την ταχύτητά του. Τα δεδομένα τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

<i>a/a</i>	<i>Αριθ. κοιλιών n</i>	<i>Συχνότητα (Hz)</i>	<i>Μήκος κύματος (m)</i>	<i>Ταχύτητα (m/s)</i>
1	2	62,6	2,25	141
2	3	92,8	1,50	139
3	4	124,0	1,13	140
4	5	156,6	0,90	141

1. Να χαράξετε την καμπύλη της συχνότητας ως συνάρτηση του αριθμού κοιλιών  $n$  (στην τελευταία σελίδα). Ποια είναι η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών; Με βάση τα στοιχεία του πειράματος επαληθεύεται πειραματικά η σχέση (4);

2. Να χαράξετε την καμπύλη της ταχύτητας  $v$  ως συνάρτηση της συχνότητας  $f$  (Προσοχή! να βαθμονομήσετε τον άξονα ταχυτήτων σε ένα εύρος από 0-200 m/s). Να διατυπώσετε το συμπέρασμα στο οποίο μας οδηγεί το αποτέλεσμα του γραφήματος.

### Πείραμα 2

Οι μαθητές μεταβάλλουν τη μάζα που κρέμεται από το άκρο της χορδής γραμμική πυκνότητα μάζας  $\mu = 0.00051 \text{ kg/m}$ . Η αύξηση της μάζας αυξάνει τη δύναμη  $F$  με την οποία εντείνεται η χορδή. Σε κάθε περίπτωση, επιλέγουν κατάλληλη συχνότητα ώστε η χορδή να δονείται, δημιουργώντας στάσιμο κύμα, με τον ίδιο αριθμό κοιλιών (π.χ.  $n=2$ ). Η μετρούμενη συχνότητα, τα μήκη κύματος και οι υπολογισμένες ταχύτητες φαίνονται στον Πίνακα 2.

<i>a/a</i>	<i>Μάζα (kg)</i>	<i>Συχνότητα (Hz)</i>	<i>Μήκος κύματος (m)</i>	<i>Ταχύτητα (m/s)</i>
5	0,5	65,9	1,5	99
6	1,0	93,6	1,5	140
7	1,5	114,4	1,5	172
8	2,0	131,9	1,5	198

Η ταχύτητα των κυμάτων  $v$  σχετίζεται θεωρητικά με τη δύναμη  $F$  και γραμμική πυκνότητα μάζας  $\mu$  με τη σχέση (2). Με βάση τα δεδομένα του πειράματος, να υπολογίσετε το πηλίκο  $F/\mu$  και να παραστήσετε γραφικά τη συνάρτηση  $v^2$  ως συνάρτηση του πηλίκου  $F/\mu$ . (στην τελευταία σελίδα). Συμφωνούν τα πειραματικά αποτελέσματα με τα θεωρητικά, όπως αυτά προβλέπονται από τη σχέση (2); Αν όχι, ποιοι θα μπορούσε να είναι οι λόγοι; Δίνεται  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ .





### Πείραμα 3

Στο πείραμα 3, οι μαθητές αντικαθιστούν κάθε φορά τη χορδή που δονείται. Κρατούν την τάση σταθερή  $F=9,8 \text{ N}$  και η χορδή δονείται ώστε να σχηματίζει κάθε φορά το ίδιο μοτίβο στάσιμου κύματος (π.χ.  $n=2$ ). Για κάθε χορδή, μετρούν την γραμμική πυκνότητα. Η μετρούμενη συχνότητα, τα μήκη κύματος και οι υπολογισμένες ταχύτητες φαίνονται στον Πίνακα 3.

<i>Πίνακας 3</i>				
<i>a/a</i>	<i>Γραμμ.πυκνότητα (kg/m)</i>	<i>Συχνότητα (Hz)</i>	<i>Μήκος κύματος (m)</i>	<i>Ταχύτητα (m/s)</i>
9	0,000345	112,0	1,5	168
10	0,000492	94,3	1,5	142
11	0,000695	79,1	1,5	119

Η "πειραματική" ταχύτητα του κύματος, προσδιορίστηκε για κάθε χορδή, από τη συχνότητα και το μήκος κύματος με τη βοήθεια της σχέσης (1). Να υπολογίσετε και καταγράψετε τη "θεωρητική" ταχύτητα του κύματος για κάθε γραμμική πυκνότητα με βάση τα στοιχεία για  $F$  και  $\mu$  που δίνονται και τη βοήθεια της σχέσης (2). Να συγκρίνετε τις αντίστοιχες τιμές. Υπάρχουν διαφορές;

**Προσοχή!** Όλες οι απαντήσεις του πειραματικού θέματος να δοθούν στο τελευταίο φύλλο, το οποίο και θα επισυνάψετε στο τετράδιο των απαντήσεων. Όσον αφορά τα γραφήματα: βαθμονομήστε τους άξονες, τιτλοδοτήστε και συμπεριλάβετε τις κατάλληλες μονάδες σε κάθε άξονα.

### **ΘΕΜΑ Δ'**

Ομογενής ράβδος μάζας  $M=3\text{kg}$  και μήκους  $\ell=1,6\text{m}$  συγκρατείται ακίνητη σε οριζόντια θέση. Η ράβδος μπορεί να στρέφεται γύρω από την άρθρωση (O) χωρίς τριβές. Η ράβδος αφήνεται ελεύθερη και όταν φτάνει στην κατακόρυφη θέση, το κατώτερο άκρο της A συγκρούεται ελαστικά με το σώμα ( $\Sigma_1$ ) μάζας  $m_1=1\text{kg}$ , το οποίο είναι ακίνητο σε λείο οριζόντιο επίπεδο.

Κατά μήκος του λείου οριζοντίου επιπέδου υπάρχει δεύτερο σώμα ( $\Sigma_2$ ) μάζας  $m_2=1\text{kg}$  το οποίο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση (Α.Α.Τ.), δεμένο στο ένα άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k=400 \text{ N/m}$ , το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο, όπως στο σχήμα. Ο άξονας του ελατηρίου είναι στη διεύθυνση κίνησης του σώματος ( $\Sigma_1$ ). Τα δύο σώματα ( $\Sigma_1$ ) και ( $\Sigma_2$ ) συγκρούονται μετωπικά και ελαστικά.





Η ολική ενέργεια ταλάντωσης του σώματος ( $\Sigma_2$ ) πριν την κρούση είναι  $E_{ολ,2} = 8J$ . Την στιγμή της κρούσης για την απομάκρυνση του σώματος ( $\Sigma_2$ ) ισχύει  $x \geq 0$ . Δίνεται ότι στη θέση  $x$  η ολική ενέργεια της Α.Α.Τ. που εκτελεί το σώμα ( $\Sigma_2$ ), μετά την κρούση με το σώμα ( $\Sigma_1$ ), έχει τη μέγιστη δυνατή τιμή. Να υπολογίσετε:

**Δ1.** Το μέτρο της δύναμης που δέχεται η ράβδος από την άρθρωση, ακριβώς πριν την κρούση με το σώμα ( $\Sigma_1$ ).

**Δ2.** Τη θέση που έγινε η ελαστική κρούση μεταξύ των σωμάτων ( $\Sigma_1$ ) και ( $\Sigma_2$ ).

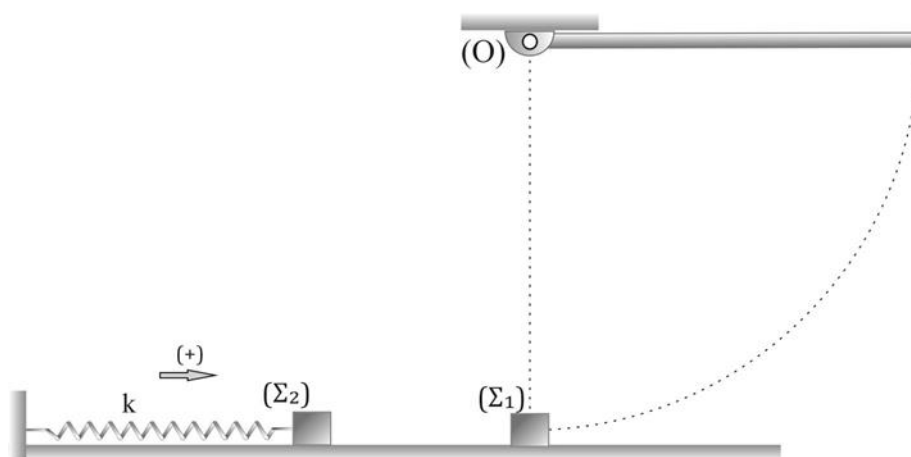
**Δ3.** Τα δύο σώματα ( $\Sigma_1$ ) και ( $\Sigma_2$ ) συγκρούονται ξανά; Αν ναι να προσδιορίσετε το ελάχιστο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από την πρώτη μέχρι την δεύτερη ελαστική μετωπική κρούση των σωμάτων ( $\Sigma_1$ ) και ( $\Sigma_2$ )

**Δ4.** Ποια είναι η μέγιστη δυναμική ενέργεια που θα αποκτήσει η ράβδος, μετά τη δωδέκατη κρούση των σωμάτων ( $\Sigma_1$ ), ( $\Sigma_2$ ) και ράβδου.

Θεωρήστε επίπεδο αναφοράς ( $\Sigma_1$ ), ( $\Sigma_2$ ) και ράβδου το οριζόντιο επίπεδο της ταλάντωσης. Δίνονται: η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς το κέντρο μάζας

$$I_{cm} = \frac{1}{12} M \cdot \ell^2, \text{ η επιτάχυνση της βαρύτητας } g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ και } \eta\mu \frac{\pi}{6} = \eta\mu \frac{5\pi}{6} = \frac{1}{2}.$$

Οι διαστάσεις των σωμάτων ( $\Sigma_1$ ) και ( $\Sigma_2$ ) θεωρούνται αμελητέες.





Όνομα: .....

Σχολείο:.....

Επώνυμο: .....

Πόλη: .....

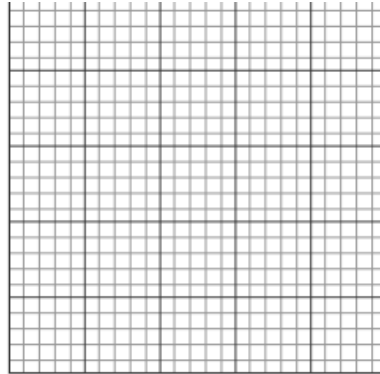
Όνομα πατρός: .....

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ

#### Πείραμα 1

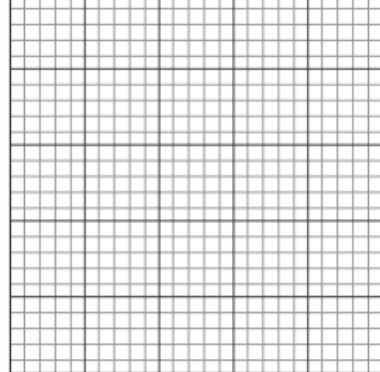
1.

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



2.

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



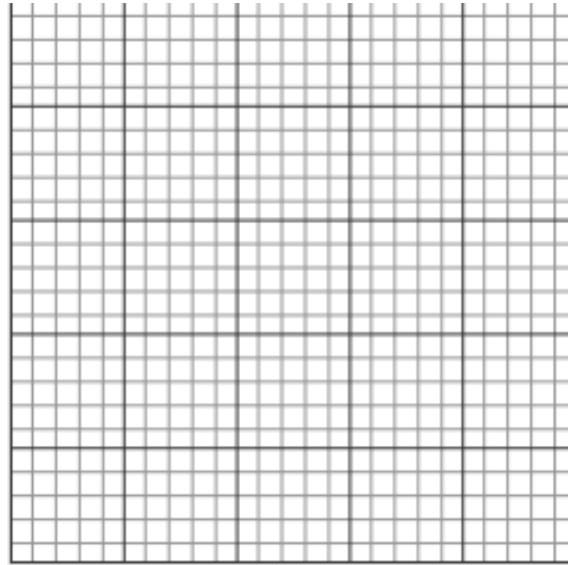
#### Πείραμα 2

1. ....

2.

$\alpha/\alpha$	Μάζα (kg)	Ταχύτητα $v$ (m/s)	Ταχύτητα $v^2$ (m/s) <sup>2</sup>	πηλίκο $F/\mu$ ( )
5	0,5	99		
6	1,0	140		
7	1,5	172		
8	2,0	198		





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

**Πείραμα 3**

$\alpha/\alpha$	Γραμμ.πυκνότητα (kg/m)	"Θεωρητική" ταχύτητα (m/s)	"Πειραματική" ταχύτητα (m/s)
9	0,000345		168
10	0,000492		142
11	0,000695		119

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

