



## 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.

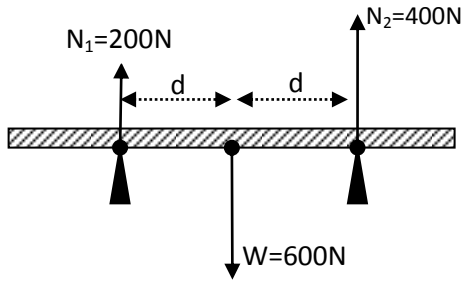
**Α5.** Δύο ίδιες δεξαμενές είναι γεμάτες με νερό. Η μία βρίσκεται στο Ελσίνκι στη Φινλανδία και η άλλη στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου. Και οι δύο δεξαμενές έχουν από μια τρύπα στο τοίχωμά τους σε ίδιο βάθος από την επιφάνεια του νερού που περιέχουν. Η ταχύτητα εκροής θα είναι και από τις δύο οπές η ίδια.

**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

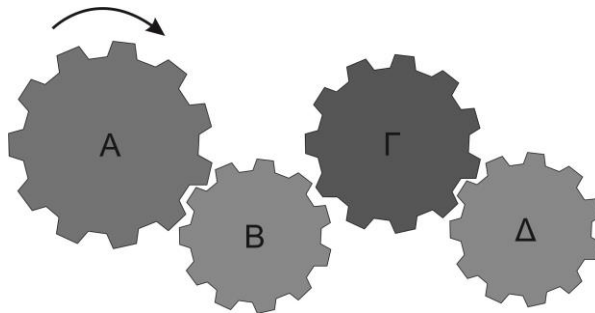
### B.1

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.



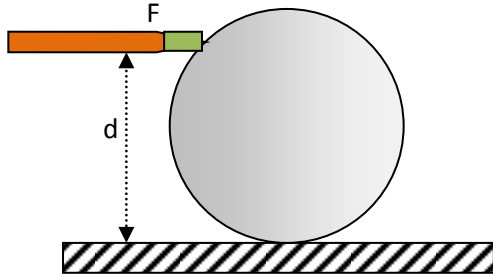
Το σχήμα δίνεται ενδεικτικά για την κατανόηση της συμπλοκής των τροχών και δεν ανταποκρίνεται στα αριθμητικά δεδομένα ως μη απαραίτητα.





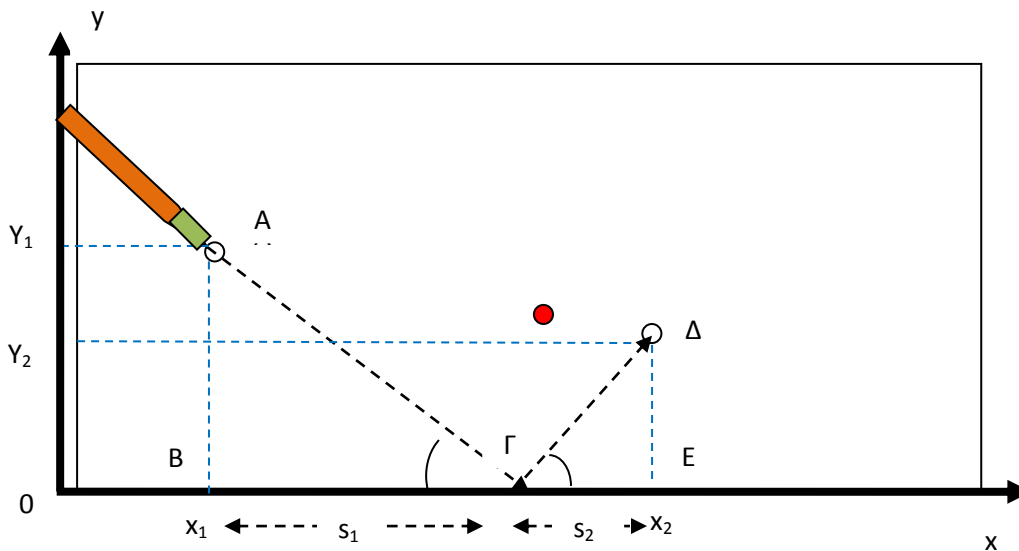
### B.3

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.



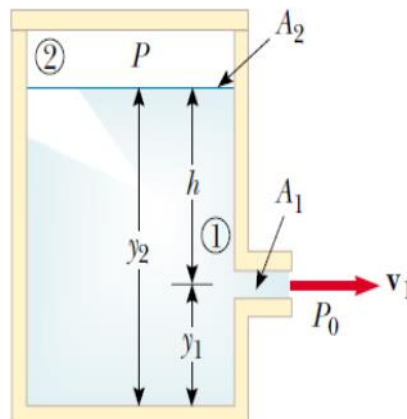
Με ποια γωνία ως προς τον άξονα  $Ox$  πρέπει να χτυπήσει η στέκα του μπιλιάρδου μετωπικά ελαστικά την πρώτη λευκή μπίλια στο  $A$  με συντεταγμένες θέσης  $(x_1, y_1)$ , ώστε αφού συγκρουστεί ελαστικά με το τοίχωμα  $Ox$  (σπόντα), να συγκρουστεί ακολούθως ελαστικά μετωπικά με τη δεύτερη σφαίρα στο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



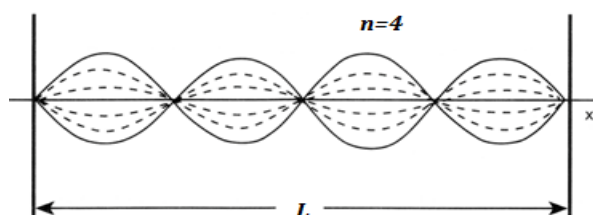


γραμμική πυκνότητα  $\mu$  (μάζα ανά μονάδα μήκους της χορδής). Θεωρητικά μάλιστα συνδέονται με τη σχέση:

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

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:

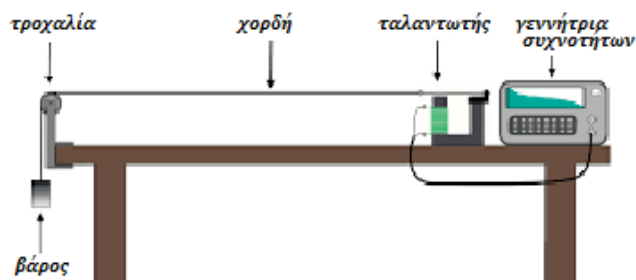
$$\lambda = 2 L/n \quad (3)$$



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 ( $\Sigma_2$ ).

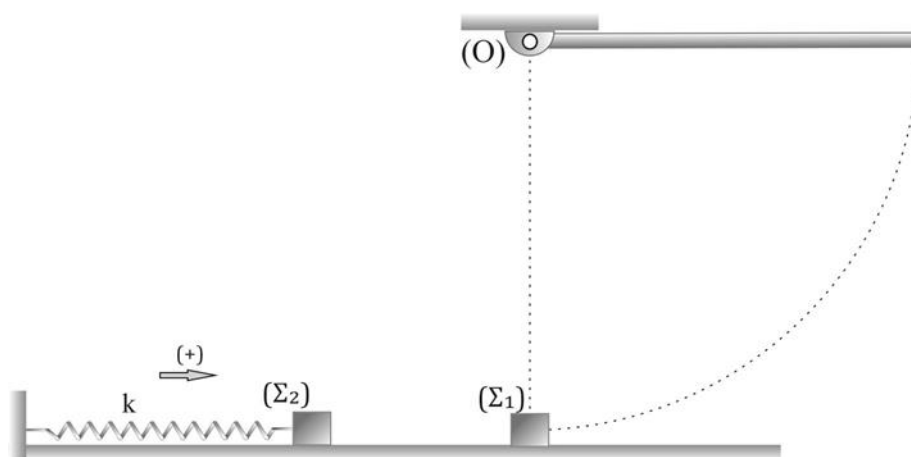
**Δ3.** Τα δύο σώματα ( $\Sigma_1$ ) και ( $\Sigma_2$ ) συγκρούονται ξανά; Αν ναι να προσδιορίσετε το ελάχιστο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από την πρώτη μέχρι την δεύτερη ελαστική μετωπική κρούση των σωμάτων ( $\Sigma_1$ ) και ( $\Sigma_2$ )

**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

της  $I_{cm} = \frac{1}{12} M \cdot \ell^2$ , η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10m/s^2$  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: .....

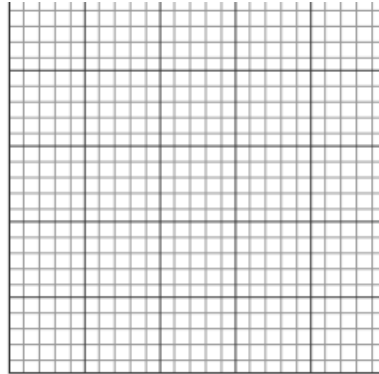
Όνομα πατρός: .....

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ

#### Πείραμα 1

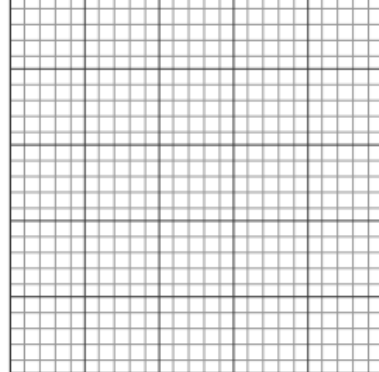
1.

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



2.

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



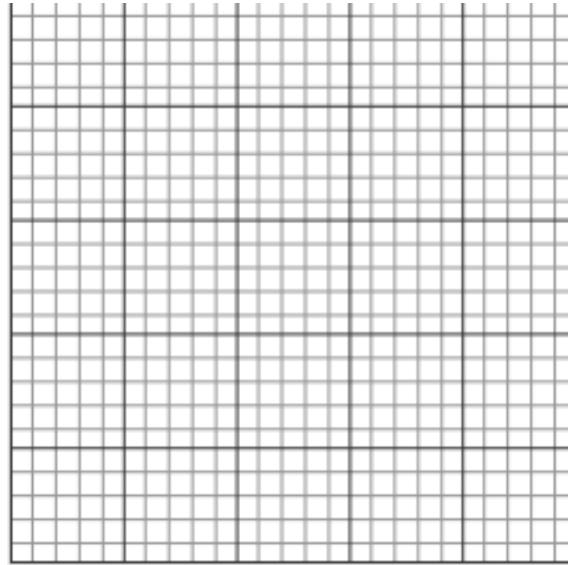
#### Πείραμα 2

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

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

