

## ΑΡΧΗ 1ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ  
ΜΑΪΟΣ 2026  
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ  
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΕΠΤΑ (7)

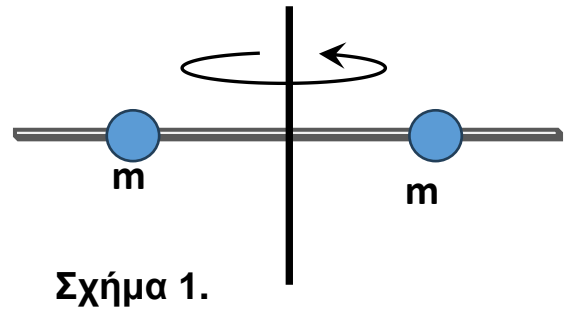
### Θέμα Α(25 Μονάδες)

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις **A1** έως και **A4** και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

**A1.** Η ράβδος του σχήματος είναι αβαρής και οι σημειακές μάζες  $m$  είναι κολλημένες στη ράβδο και απέχουν την ίδια απόσταση από τον άξονα περιστροφής. (σχήμα 1)

Αν οι μάζες ξεκολλήσουν και η απόστασή τους από τον άξονα περιστροφής διπλασιαστεί, η στροφορμή του συστήματος ως προς τον άξονα περιστροφής:

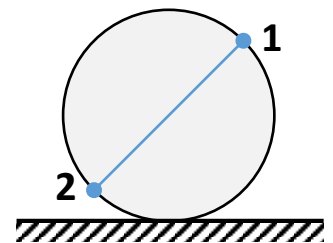
- α) παραμένει ίδια.
- β) διπλασιάζεται.
- γ) τριπλασιάζεται.
- δ) τετραπλασιάζεται



Μονάδες 5

**A2.** Ένας τροχός κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει, σε οριζόντιο επίπεδο. Δύο υλικά σημεία 1 και 2 του τροχού βρίσκονται στα άκρα μιας συγκεκριμένης διαμέτρου του, όπως φαίνεται στο **σχήμα 2**. Κατά την κίνηση του τροχού αυτά τα δύο σημεία :

- α) Έχουν κάθε στιγμή ταχύτητες ίσων μέτρων.
- β) Έχουν κάθε στιγμή αντίρροπες ταχύτητες.
- γ) Έχουν κάθε στιγμή ίσες γωνιακές ταχύτητες.
- δ) Έχουν κάθε στιγμή αντίθετες γωνιακές ταχύτητες.



Μονάδες 5

**A3.** Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση κατά το συντονισμό:

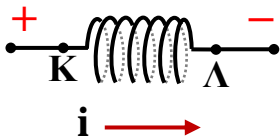
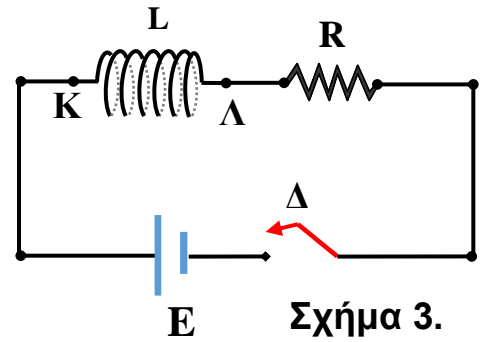
- α) Η ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή γίνεται μέγιστη.
- β) Η συχνότητα του διεγέρτη γίνεται μέγιστη.
- γ) Η ενέργεια της ταλάντωσης γίνεται μέγιστη.
- δ) Δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας.

Μονάδες 5

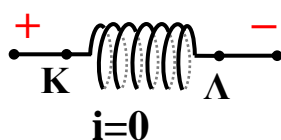
ΤΕΛΟΣ 1ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ

ΑΡΧΗ 2ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ

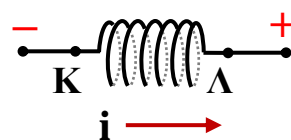
**A4.** Στο διπλανό κύκλωμα ο διακόπτης ( $\Delta$ ) είναι ανοικτός. Τη χρονική στιγμή  $t_0=0$  κλείνουμε ακαριαία τον διακόπτη ( $\Delta$ ). Ποιο σχήμα περιγράφει σωστά τι συμβαίνει στο πηνίο αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη;



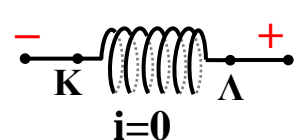
**α)**



**β)**



**γ)**



**δ)**

**Μονάδες 5**

**A5.** Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της κάθε πρότασης, και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη *Σωστό*, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη *Λάθος*, για τη λανθασμένη.

**α.** Κοντά στην πηγή ενός ταλαντούμενου ηλεκτρικού διπόλου οι εντάσεις του ηλεκτρικού πεδίου και του μαγνητικού πεδίου έχουν διαφορά φάσης  $\frac{\pi}{2}$  rad.

**β.** Ένα πλαίσιο περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα  $\omega$  μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο ώστε να δημιουργείται εναλλασσόμενη τάση της μορφής  $v=V\eta\mu(\omega t)$ . Η ενεργός τιμή της τάσης είναι ανάλογη της τιμής της γωνιακής ταχύτητας  $\omega$ .

**γ.** Η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένα μέλαν σώμα εξαρτάται από τη θερμοκρασία του και το υλικό του.

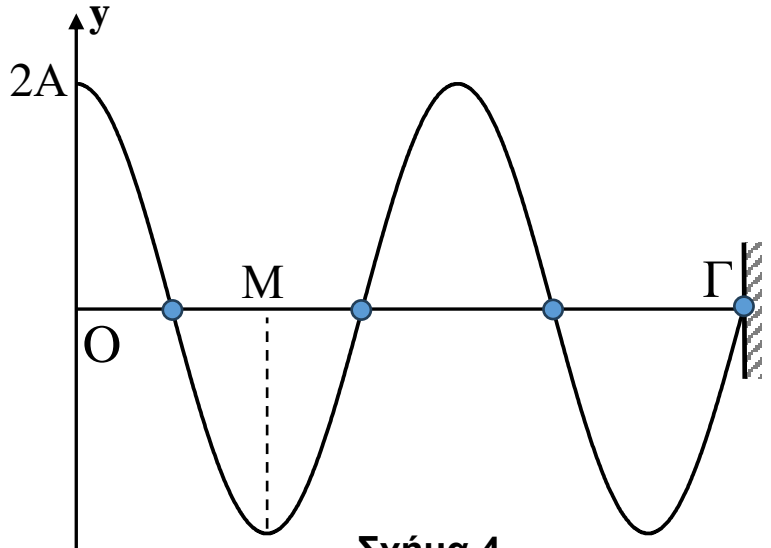
**δ.** Στο φαινόμενο Compton το σκεδαζόμενο φωτόνιο έχει μεγαλύτερη συχνότητα από το προσπίπτον φωτόνιο.

**ε.** Σύμφωνα με την αρχή της απροσδιοριστίας η αβεβαιότητα στη μέτρηση της ενέργειας μίας κατάστασης ενός κβαντικού συστήματος είναι ανάλογη με τον χρόνο που το σύστημα παραμένει σε αυτή την κατάσταση.

**Μονάδες 5**

**Θέμα Β (25 Μονάδες)**

**B1.** Σε μια χορδή μήκους  $L$  σχηματίζεται στάσιμο κύμα με ελεύθερο το ένα άκρο και ακλόνητο το άλλο. Τη χρονική στιγμή  $t_0=0$  το σημείο στη θέση  $x=0$  είναι στη θέση ισορροπίας και έχει θετική ταχύτητα. Ως αρχή  $x=0$  θεωρείται το ελεύθερο άκρο του σχοινιού. Το **σχήμα 4** αναπαριστά το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος κάποια χρονική στιγμή που όλα τα σημεία βρίσκονται σε ακραία θέση. Τριπλασιάζουμε τη συχνότητα ταλάντωσης της χορδής, χωρίς να μεταβληθεί το μέγιστο πλάτος του στάσιμου κύματος και στο ελεύθερο άκρο αποκαθίσταται πάλι κοιλία.



**Σχήμα 4.**

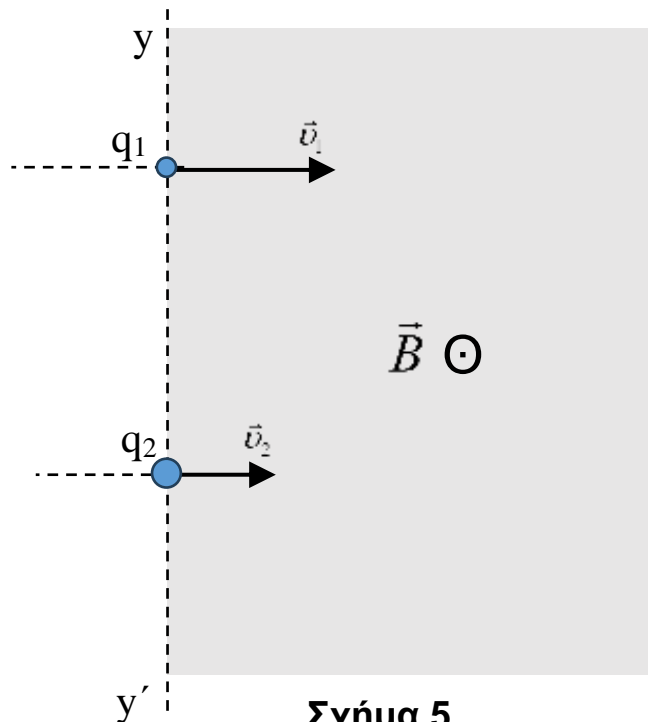
Αν αρχικά το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας του σημείου  $M$  που σημειώνεται στο σχήμα 4, είναι  $v_{\max,M}$  και μετά την αλλαγή της συχνότητας η μέγιστη ταχύτητά του έχει μέτρο  $v'_{\max,M}$ , τότε:

- α)  $\frac{v'_{\max,M}}{v_{\max,M}} = \frac{1}{3}$ .      β)  $\frac{v'_{\max,M}}{v_{\max,M}} = 1$ .      γ)  $\frac{v'_{\max,M}}{v_{\max,M}} = 3$ .

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

**Μονάδες 2**  
**Μονάδες 6**

**B2.** Δύο θετικά φορτισμένα σωματίδια (1) και (2) με ίσα φορτία  $q_1=q_2$ , διαφορετικές μάζες ( $m_1 \neq m_2$ ) και διαφορετικές ταχύτητες ( $v_1 \neq v_2$ ), κινούνται ευθύγραμμα και εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και κάθετα στην ευθεία  $y'y$  που οριοθετεί το χώρο πεδίου, (**σχήμα 5**). Θεωρούμε ότι τα δύο σωματίδια δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Το μαγνητικό πεδίο εκτείνεται σε όλο τον χώρο δεξιά από την ευθεία  $y'y$ .



**Σχήμα 5.**

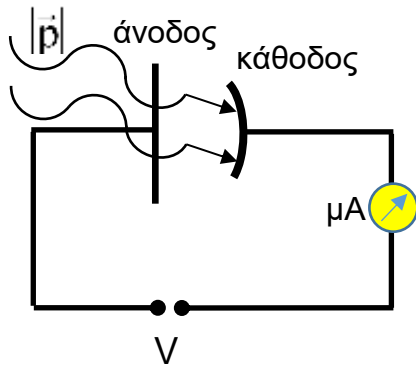
Τα σωματίδια διανύουν διάστημα  $S_1$  και  $S_2$  αντίστοιχα μέχρι να εξέλθουν από το μαγνητικό πεδίο. Αν γνωρίζουμε ότι το μήκος κύματος De Broglie του σωματιδίου (1) είναι  $\lambda_1$  και του σωματιδίου (2) είναι  $\lambda_2$  αντίστοιχα, τότε για τα διαστήματα  $S_1$  και  $S_2$  ισχύει:

- α)  $\frac{S_1}{S_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ .      β)  $\frac{S_1}{S_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ .      γ)  $\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)^2$ .

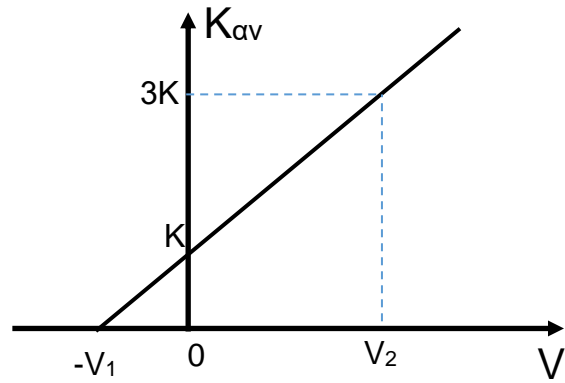
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.  
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 2**  
**Μονάδες 6**

**B3.** Φωτόνια ορμής μέτρου  $|\vec{p}|$  προσπίπτουν στην κάθοδο της διάταξης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου όπως φαίνεται στο **σχήμα 6**. Τα φωτοηλεκτρόνια εξέρχονται από την κάθοδο με μέγιστη κινητική ενέργεια  $K_{\max}$  και φτάνουν στην άνοδο με κινητική ενέργεια  $K_{av}$ . Στο **σχήμα 7** απεικονίζεται πως μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια  $K_{av}$  με την οποία φτάνουν τα φωτοηλεκτρόνια στην άνοδο, σε συνάρτηση με την εφαρμοζόμενη τάση  $V$ , μεταξύ της ανόδου και της καθόδου,  $V=V_{av} - V_{καθ}$ .



**Σχήμα 6.**



**Σχήμα 7.**

**A.** Η τιμή της τάσης  $V_2$  που φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος 7 ισούται με:

i)  $V_2=V_1$

ii)  $V_2=2V_1$

iii)  $V_2=3V_1$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Μονάδες 1**

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 4**

**B.** Αν στην κάθοδο προσπίπτουν φωτόνια με ορμή διπλάσιου μέτρου, δηλαδή  $p'=2p$ , τότε η αντίστοιχη τιμή της τάσης  $V_1$  στο διάγραμμα του σχήματος 7, θα έχει την τιμή  $V_1'$  για την οποία ισχύει:

i)  $V_1'=V_1$

ii)  $V_1'=V_1 + \frac{p \cdot c}{e}$

iii)  $V_1'=V_1 + \frac{2p \cdot c}{e}$

Δίνεται η απόλυτη τιμή του φορτίου του ηλεκτρονίου  $e$  και  $c$  η ταχύτητα του φωτός στο κενό.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Μονάδες 1**

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 3**

### **Θέμα Γ (25 Μονάδες)**

Ένας ομογενής αγωγός ΚΛ μήκους  $L=1m$ , μάζας  $m=0,8kg$  και ωμικής αντίστασης  $R_{ΚΛ}=2\Omega$  βρίσκεται σε επαφή με δύο κατακόρυφους μεταλλικούς οδηγούς  $Ay_1$  και  $\Gamma y_2$  που έχουν μηδενική ωμική αντίσταση. Ο αγωγός ΚΛ μπορεί να κινείται χωρίς τριβές πάνω στους κατακόρυφους μεταλλικούς οδηγούς, εφραπτόμενος διαρκώς σε αυτούς (**σχήμα 8**). Τα άκρα Α και Γ των μεταλλικών οδηγών είναι συνδεδεμένα με κυκλικό πλαίσιο. Το πλαίσιο έχει συνολική ωμική αντίσταση  $R_{\pi\lambda}=3\Omega$

ΑΡΧΗ 5ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ

και αποτελείται από  $N=200$  σπείρες ακτίνας  $r = \frac{1}{\pi} \text{ m}$ . Τα κάτω άκρα των κατακόρυφων

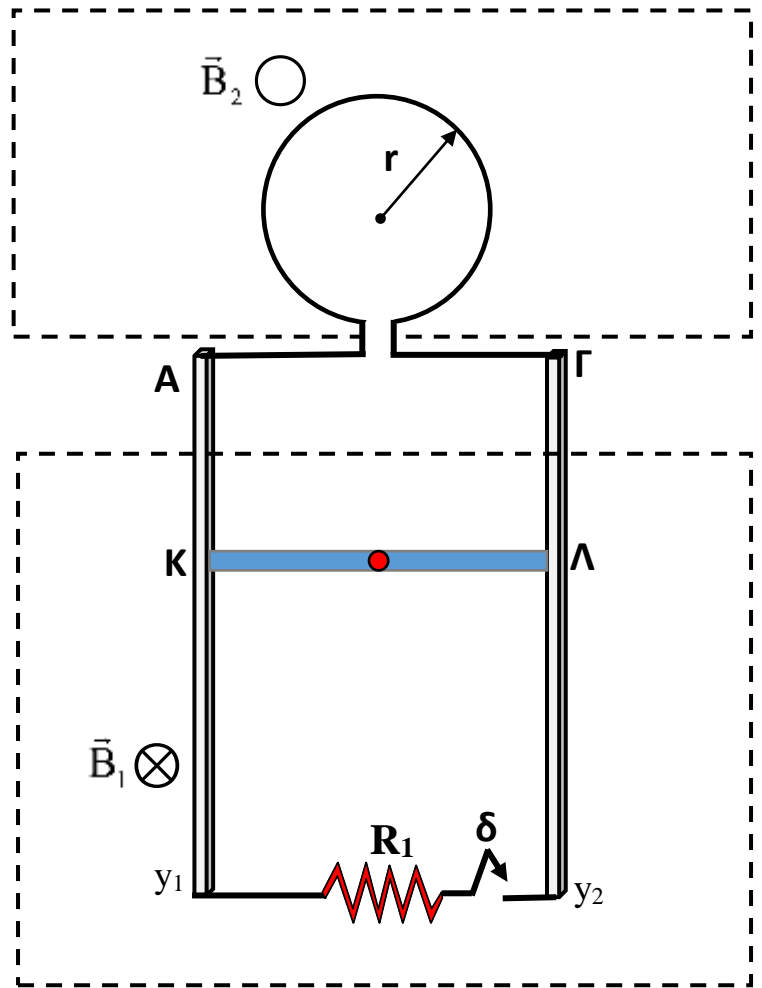
αγωγών συνδέονται μέσω διακόπτη  $\delta$  με ωμικό αντιστάτη ωμικής αντίστασης  $R_1=6\Omega$ .

Στο χώρο των κατακόρυφων οδηγών υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο  $\vec{B}_1$  μέτρου έντασης  $B_1=2\text{T}$ , κάθετο στο επίπεδο των αγωγών με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Στο χώρο του κυκλικού αγωγού υπάρχει μαγνητικό πεδίο  $\vec{B}_2$  κάθετο στο επίπεδο του αγωγού, το μέτρο του οποίου μειώνεται με σταθερό ρυθμό  $\frac{\Delta B_2}{\Delta t}$  μέχρι να μηδενιστεί.

Αρχικά ο διακόπτης  $\delta$  είναι ανοιχτός και ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί ακίνητος στο χρονικό διάστημα που μεταβάλλεται το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου  $\vec{B}_2$ .

- Γ1. Να προσδιορίσετε τη φορά του μαγνητικού πεδίου  $\vec{B}_2$  που υπάρχει στο χώρο του κυκλικού αγωγού δικαιολογώντας την απάντησή σας. (2 μονάδες). Προσδιορίστε την τιμή του ρυθμού  $\frac{\Delta B_2}{\Delta t}$ , ώστε ο αγωγός να ισορροπεί. (5 μονάδες)



Σχήμα 8.

Μονάδες 7

Τη στιγμή που μηδενίζεται η τιμή του μαγνητικού πεδίου  $\vec{B}_2$  κλείνουμε το διακόπτη  $\delta$ . Ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κατέρχεται παραμένοντας διαρκώς οριζόντιος και σε επαφή με τους κατακόρυφους μεταλλικούς οδηγούς  $Ay_1$  και  $\Gamma y_2$ . Κάποια στιγμή ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα και σταθεροποιείται το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του κυκλικού αγωγού.

- Γ2. Να βρείτε το μέτρο της οριακής ταχύτητα  $v_{op}$ , που θα αποκτήσει ο αγωγός.

Μονάδες 6

- Γ3. Όταν ο αγωγός έχει οριακή ταχύτητα να βρείτε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κυκλικός αγωγός στο κέντρο του (5 μονάδες) και την κατεύθυνσή του (1 μονάδα).

Μονάδες 6

- Γ4. Για χρονικό διάστημα  $\Delta t=2\text{sec}$  που ο αγωγός κινείται με σταθερή ταχύτητα  $v_{op}$  να υπολογίσετε τη συνολική θερμότητα που εκλύεται από τους αντιστάτες του κυκλώματος (2 μονάδες) και να

## ΑΡΧΗ 6ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ

επιβεβαιώσετε ότι ισούται με την απόλυτη τιμή της μεταβολής της μηχανικής ενέργειας του αγωγού (2 μονάδες). Πως εξηγείται αυτό; (2 μονάδες)

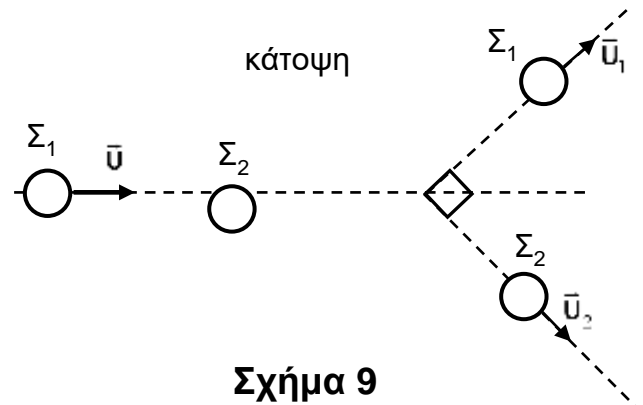
**Μονάδες 6**

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας  $g=10 \frac{m}{s^2}$ , θεωρήστε  $\pi^2 \approx 10$  και  $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$ .

### Θέμα Δ (25 Μονάδες)

Η σφαίρα  $\Sigma_1$ , μάζας  $m_1$  κινείται με ταχύτητα μέτρου  $v$  σε λείο οριζόντιο επίπεδο και συγκρούεται μη κεντρικά με όμοια σφαίρα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2=m_1$  που είναι αρχικά ακίνητη, όπως φαίνεται στο **σχήμα 9**.

Μετά την κρούση οι σφαίρες έχουν ταχύτητες μέτρων  $v_1$  και  $v_2$ , αντίστοιχα και κινούνται σε κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις.



**Σχήμα 9**

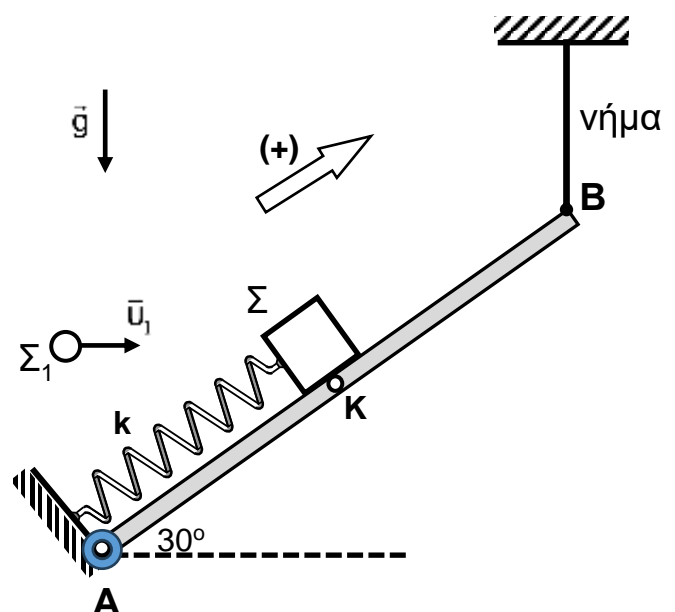
**Δ1.** Να ελέγξετε αν η κρούση είναι ελαστική ή ανελαστική.

**Μονάδες 4**

Μετά την κρούση η σφαίρα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1=2kg$  κινούμενη οριζόντια με την ταχύτητα  $\vec{v}_1$  μέτρου

$v_1 = \frac{8}{\sqrt{3}} m/s$  εγκαταλείπει το οριζόντιο επίπεδο και

σφηνώνεται ακαριαία σε σώμα  $\Sigma$  μάζας  $M=3m_1$ . Το σώμα  $\Sigma$  είναι δεμένο στο πάνω άκρο ελατηρίου, σταθεράς  $k=100 N/m$ , ενώ το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Το σώμα  $\Sigma$  ισορροπεί σε λεπτή λεία ομογενή ράβδο μάζας  $M_p=4kg$  και μήκους  $\ell=2m$ . Η ράβδος είναι αρθρωμένη στο άκρο της  $A$  και ισορροπεί με τη βοήθεια κατακόρυφου νήματος, που είναι δεμένο στο άκρο της  $B$ . Η ράβδος σχηματίζει γωνία κλίσης  $\varphi=30^\circ$  με την οριζόντια διεύθυνση. Το άλλο άκρο του νήματος είναι ακλόνητα δεμένο σε οροφή. Το σώμα  $\Sigma$  ισορροπεί στο μέσο  $K$  της ράβδου και ο άξονας του ελατηρίου και η ράβδος είναι παράλληλοι μεταξύ τους. (**Σχήμα 10**)



**Σχήμα 10**

Το συσσωμάτωμα που προκύπτει μετά την κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά  $D=k$ .

**Δ2.** Να βρείτε την μεταβολή της ορμής του σώματος  $\Sigma$  στη διάρκεια της κρούσης κατά μέτρο και κατεύθυνση.

**Μονάδες 4**

## ΑΡΧΗ 7ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ

**Δ3.** Να δείξετε ότι το πλάτος απομάκρυνσης της ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι  $A=0,3\text{m}$ .

**Μονάδες 5**

**Δ4.** Να βρεθεί η μέγιστη τιμή της τάσης του νήματος στη διάρκεια της ταλάντωσης.

**Μονάδες 5**

**Δ5.** Να βρείτε την συνιστώσα της δύναμης που ασκεί το κιβώτιο στο σώμα  $m_1$ , κατά μήκος του άξονα της κίνησης του συσσωματώματος, τη στιγμή που το μέτρο της δύναμης επαναφοράς είναι ίσο με το μέτρο της δύναμης του ελατηρίου για πρώτη φορά μετά την έναρξη της ταλάντωσης του συσσωματώματος.

**Μονάδες 7**

Δίνονται:

Τα σώματα θεωρούνται πολύ μικρών διαστάσεων.

Θετική φορά θεωρήστε την κατεύθυνση προς τα πάνω κατά μήκος της ράβδου προς το άκρο Β.

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας  $g=10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

**ΣΑΣ ΕΥΧΟΜΑΣΤΕ ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ**

**Ακολουθεί Τυπολόγιο**

**ΤΕΛΟΣ 7ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ**

**ΛΥΣΕΙΣ**

**ΘΕΜΑ Α**

A1 → α

A2 → γ

A3 → γ

A4 → β

A5

α. → Σ

β. → Σ

γ. → Λ

δ. → Λ

ε. → Λ

**ΘΕΜΑ Β**

**B.1**

*Σωστή επιλογή είναι το γ.*

Έστω ότι η αρχική συχνότητα είναι  $f_1$  και το μήκος κύματος  $\lambda_1$ . Το σημείο M βρίσκεται στη θέση

$x_M = \frac{\lambda_1}{2}$  και είναι κοιλία.

Από την ταχύτητα διάδοσης του κύματος  $\lambda_1 \cdot f_1 = \lambda_2 \cdot f_2 \rightarrow \lambda_1 \cdot f_1 = \lambda_2 \cdot 3f_1 \rightarrow \lambda_1 = 3\lambda_2$

$x_M = \frac{\lambda_1}{2} = \frac{3\lambda_2}{2} = k \frac{\lambda}{2}$  που σημαίνει ότι παραμένει κοιλία και συνεπώς το πλάτος ταλάντωσης θα παραμείνει 2A.

$$\frac{v'_{\max, M}}{v_{\max, M}} = \frac{\omega_2 \cdot 2A}{\omega_1 \cdot 2A} = \frac{2\pi f_2}{2\pi f_1} = 3$$

**B.2**

*Σωστή επιλογή είναι το β.*

Τα θετικά φορτισμένα σωματίδια δέχονται δυνάμεις Lorentz κάθετες στην ταχύτητά τους και εξέρχονται από το μαγνητικό πεδίο έχοντας διαγράψει ημικύκλια με ταχύτητες σταθερών μέτρων. (το σχήμα 1 είναι ενδεικτικό)

Η ακτίνα της τροχιάς δίνεται από την σχέση  $R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} =$

$\frac{p}{q \cdot B}$ , όπου p το μέτρο της ορμής κάθε σωματιδίου.

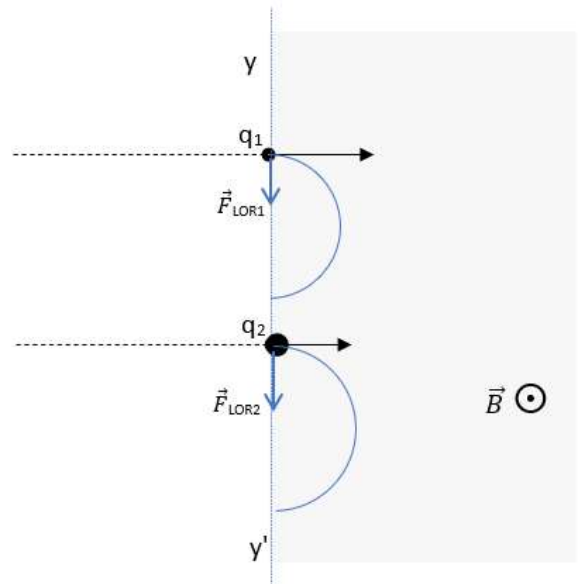
Το μήκος κάθε ημικυκλίου (διάστημα S που διανύεται)

θα είναι  $S = \pi \cdot R \rightarrow \frac{\pi \cdot p}{q \cdot B}$  (1)

Όμως ισχύει  $p = \frac{h}{\lambda}$ , όπου λ το μήκος κύματος De Broglie του κάθε σωματιδίου.

Αντικαθιστώντας στην (1)  $\rightarrow S = \frac{\pi \cdot h}{\lambda \cdot B \cdot q}$ . Άρα :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Για το σωματίδιο 1: } S_1 = \frac{\pi \cdot h}{\lambda_1 \cdot B \cdot q} \\ \text{Για το σωματίδιο 2: } S_2 = \frac{\pi \cdot h}{\lambda_2 \cdot B \cdot q} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$



**Σχήμα 1.**

**B.3.**

*B.3.A. Σωστή επιλογή είναι το ii.*

Τα φωτοηλεκτρόνια εξέρχονται από την κάθοδο με  $K_{καθ} = K_{max}$ .

• Για  $V = 0$  φτάνει στην άνοδο με κινητική ενέργεια K.

Από το ΘΜΚΕ προκύπτει:

$$K_{αν} - K_{καθ} = e \cdot V \rightarrow K - K_{max} = 0 \rightarrow K_{max} = K \quad (1)$$

Οπότε για την τάση αποκοπής ισχύει  $eV_1 = K_{max} = K \quad (2)$

(Αναλυτικά για  $V = -V_1 < 0$  από ΘΜΚΕ :  $0 - K_{max} = -eV_1 \rightarrow K_{max} = eV_1$ )

• Για  $V_2$  φτάνει στην άνοδο με κινητική ενέργεια 3K

Από το ΘΜΚΕ προκύπτει:

$$3K - K = eV_2 \rightarrow 2K = eV_2 \xrightarrow{(2)} V_2 = 2V_1$$

**Παρατήρηση**

• Όταν  $V > 0$ ,  $\vec{E}_{\eta\lambda} \uparrow \uparrow \vec{E}_{\eta\lambda}$ . και το  $W_{F_{\eta\lambda}} = eV > 0$ , εφαρμόζοντας το ΘΜΚΕ μεταξύ καθόδου – ανόδου προκύπτει:  $K_{αν} - K_{καθ} = eV$ .

• Όταν  $V < 0$ ,  $\vec{E}_{\eta\lambda} \uparrow \downarrow \vec{E}_{\eta\lambda}$ . και το  $W_{F_{\eta\lambda}} = -eV < 0$ , εφαρμόζοντας το ΘΜΚΕ μεταξύ καθόδου – ανόδου προκύπτει:  $K_{αν} - K_{καθ} = -eV$ .

**B.3.B**

*Σωστή επιλογή είναι το ii.*

$$E_{\phi} = p \cdot c$$

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein:

$$K_{\max} = h \cdot f - \phi \rightarrow K_{\max} = p \cdot c - \phi \xrightarrow{(2)} eV_1 = p \cdot c - \phi \quad (3)$$

$$\text{Αντίστοιχα για } p' = 2p \text{ προκύπτει: } eV'_1 = 2p \cdot c - \phi \quad (4)$$

$$\text{Αφαιρούμε (4) - (3) : } e(V'_1 - V_1) = pc \rightarrow V'_1 = V_1 + \frac{p \cdot c}{e}$$

**ΘΕΜΑ Γ**

**Γ1.**

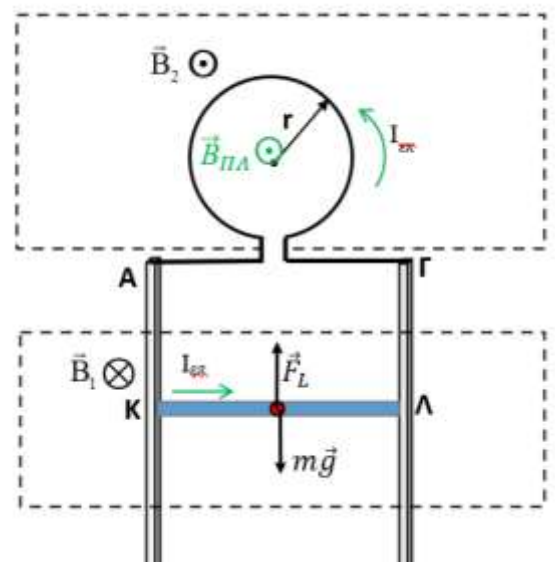
Από την ισορροπία του αγωγού  $\Sigma \vec{F} = \vec{0} \rightarrow$  Η φορά της  $\vec{F}_L$  είναι αντίρροπη του βάρους, επομένως (από τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού) υπολογίζεται η φορά του  $I_{\epsilon\pi}$ . Από τον κανόνα του δεξιού χεριού στο κέντρο του κυκλικού αγωγού προκύπτει η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί στο κέντρο του λόγω επαγωγής. Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz αφού το πεδίο  $B_2$  μειώνεται και εξαιτίας της μείωσης αυτής δημιουργείται το  $I_{\epsilon\pi}$ , θα πρέπει  $\vec{B}_2 \nearrow \vec{B}_{\Pi\Lambda}$  και έτσι προσδιορίζεται η φορά του  $\vec{B}_2$  που σημειώνεται στο σχήμα 2.

$$\text{Έχουμε } \Sigma F = 0 \rightarrow F_L - w = 0 \rightarrow B_1 I_{\epsilon\pi} L = mg \rightarrow I_{\epsilon\pi} = 4A$$

$$I_{\epsilon\pi} = \frac{E_{\epsilon\pi}}{R_{\pi\lambda} + R_{\kappa\lambda}} \rightarrow E_{\epsilon\pi} = I_{\epsilon\pi} (R_{\pi\lambda} + R_{\kappa\lambda}) \rightarrow \left| N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = 20V \rightarrow \left| N \frac{\Delta(BS)}{\Delta t} \right| = 20V$$

$$\rightarrow \left| 200 \cdot S \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = 20V \rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{20}{200 \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{20}{200 \cdot \pi \cdot \left(\frac{1}{\pi}\right)^2} = \frac{\pi^2 20}{200\pi} \rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{\pi}{10} T/s$$

$$\rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\frac{\pi}{10} T/s.$$



**Σχήμα 2.**

**Γ.2**

Κατά την πτώση του αγωγού εμφανίζεται στη ράβδο

$E_{επ} = B_1 \cdot v \cdot L$  με την πολικότητα του σχήματος 3.

Έχουμε  $R_{ΟΛ} = R_{ΚΛ} + \frac{R_{\pi\lambda} \cdot R_1}{R_{\pi\lambda} + R_1} = 4\Omega$

Άρα  $I_{επ} = \frac{E_{επ}}{R_{ΟΛ}}$

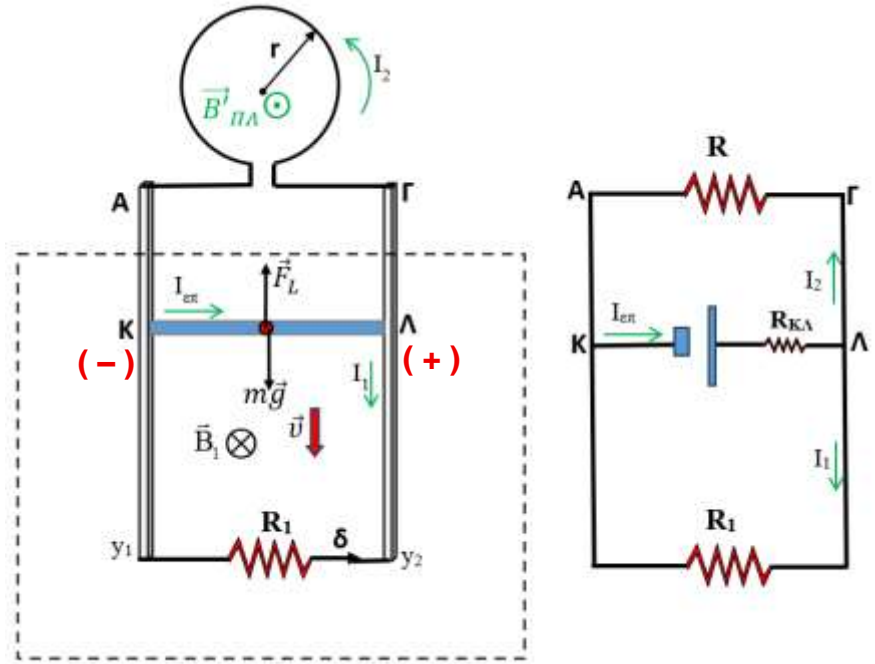
Οριακή ταχύτητα έχουμε όταν

$\Sigma \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow w - F_L = 0 \Rightarrow$

$m \cdot g = B_1 I_{ορ} L \rightarrow m \cdot g = \frac{B^2 v_{ορ} L^2}{R_{ολ}}$

$v_{ορ} = \frac{m \cdot g R_{ολ}}{B^2 L^2} = \frac{0,8 \cdot 10 \cdot 4}{2^2 \cdot 1^2} \rightarrow$

$v_{ορ} = 8 \text{ m/s}$



**Σχήμα 3.**

**Γ3.** Όταν  $v = v_{ορ} = 8 \text{ m/s}$

$I_{ορ} = \frac{B_1 v L}{R_{ολ}} \rightarrow I_{ορ} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 1}{4} = 4 \text{ A}$

$V_{\pi} = E_{επ} - I_{ορ} \cdot R_{ΚΛ} \rightarrow V_{\pi} = 2 \cdot 8 \cdot 1 - 2 \cdot 4 \rightarrow V_{\pi} = 8 \text{ V}$

$V_{\Pi} = 8 \text{ V} \rightarrow I_2 \cdot R_{\pi\lambda} = 8 \rightarrow I_2 = \frac{8}{3} \text{ A}$

$B'_{\pi\lambda} = N \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi \cdot I_2}{r} = 200 \cdot \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{4\pi} \frac{2\pi \cdot \frac{8}{3}}{\frac{1}{\pi}} = \frac{32 \cdot 10^{-4}}{3} \text{ T}$

**Γ4.**

Όταν  $v = v_{ορ} = 8 \text{ m/s}$ , έχουμε :

$Q_{R_{ολ}} = I_{ορ}^2 \cdot R_{ολ} \cdot \Delta t = 4^2 \cdot 4 \cdot 2 \text{ J} = 128 \text{ J}$

$|\Delta E_{ΜΗΧ}| = |U_{B_{αρ}, \tau_{ελ}} + K_{\tau_{ελ}} - (U_{B_{αρ}, \sigma\rho\chi} + K_{\sigma\rho\chi})| = |-m \cdot g \cdot \Delta H + 0| = m \cdot g \cdot v_{ορ} \cdot \Delta t = -0,8 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 2 = 128 \text{ J}$

Σύμφωνα με την διατήρηση της ενέργειας η ελάττωση της μηχανικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα στους αντιστάτες μέσω της δύναμης Laplace.

**ΘΕΜΑ Δ**

Δ1. Το σύστημα είναι μονωμένο. Εφαρμόζουμε την διατήρηση της ορμής διανυσματικά:

$$\vec{p}_{αρχ} = \vec{p}_{τελ} \Rightarrow \vec{p}_1 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$$

Επειδή τα διανύσματα των ορμών μετά την κρούση είναι κάθετα μεταξύ τους για το μέτρο της ορμής θα ισχύει:

$$p_1^2 = p_1'^2 + p_2'^2 \quad (1)$$

Η κινητική ενέργεια ενός σώματος σχετίζεται με την ορμή του με την σχέση  $K = \frac{p^2}{2m}$ .

Διαιρούμε με 2m τη σχέση (1):

$$\frac{p_1^2}{2m} = \frac{p_1'^2}{2m} + \frac{p_2'^2}{2m} \Rightarrow K_1 = K'_1 + K'_2$$

Η κρούση είναι ελαστική.

**Δ2.**

Από Α.Δ.Ο. στον x'x

$$\vec{p}_{αρχ} = \vec{p}_{τελ} \Rightarrow m_1 u_{1x} = (m_1 + M) u_{\Sigma} \rightarrow$$

$$2 \cdot \frac{8}{\sqrt{3}} \sin 30^\circ = (2+6) u_{\Sigma} \rightarrow u_{\Sigma} = 1 \text{ m/s}$$

$$\Delta \vec{p}_{\Sigma} = \vec{p}_{\Sigma,τελ} - \vec{p}_{\Sigma,αρχ} \Rightarrow M u_{\Sigma} - 0 \rightarrow$$

$$\Delta p_{\Sigma} = 6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Με κατεύθυνση προς τα θετικά του άξονα x'x.

**Δ3.**

Από τη Θ.Ι.1 του σώματος M.

$$\Sigma \vec{F}_{1x} = \vec{0} \Rightarrow F_{ελ} - w_x = 0 \Rightarrow$$

$$k \Delta \ell_0 = M \cdot g \cdot \eta \mu 30^\circ = 0 \Rightarrow \Delta \ell_0 = 0,3 \text{ m}$$

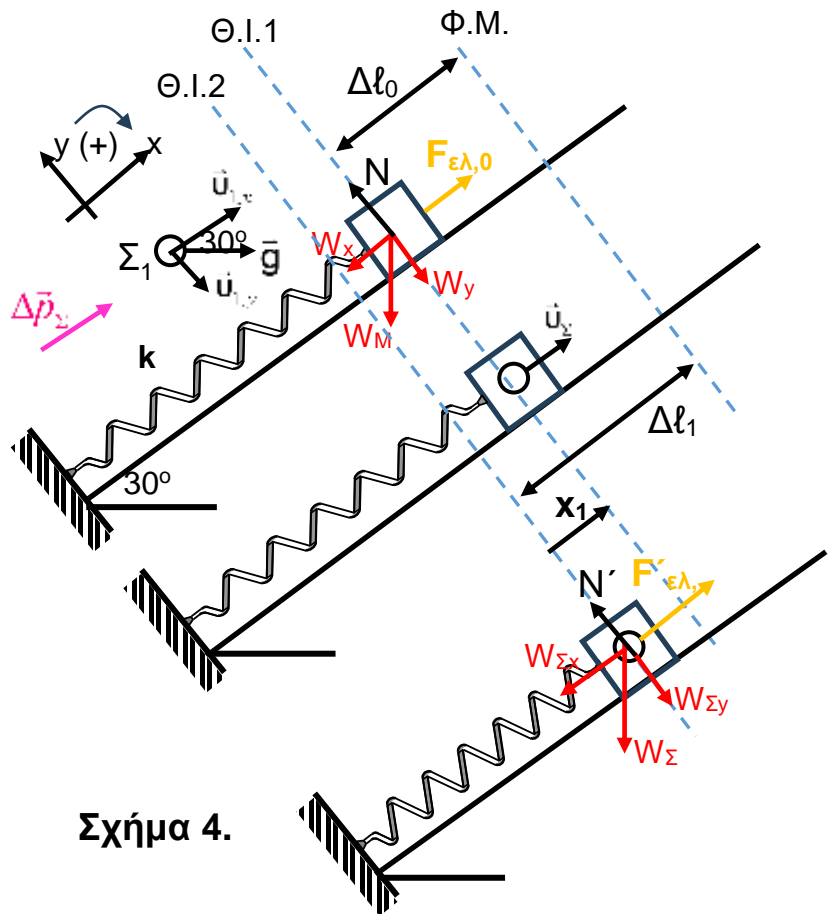
Από τη Θ.Ι.2 του συσσωματώματος (m<sub>1</sub> + M)

$$\Sigma \vec{F}_{2x} = \vec{0} \Rightarrow F'_{ελ} - w_{\Sigma,x} = 0 \Rightarrow$$

$$k \Delta \ell_1 = (M+m) \cdot g \cdot \eta \mu 30^\circ = 0 \Rightarrow \Delta \ell_1 = 0,4 \text{ m}$$

Η θέση x<sub>1</sub> που γίνεται η κρούση απέχει από τη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης x<sub>1</sub>=0, 1m.

Από την διατήρηση της ενέργειας της ταλάντωσης προκύπτει:



$$E = \frac{1}{2} kx_1^2 + \frac{1}{2} (m + M)v_2^2 = \frac{1}{2} 100 \cdot 0,1^2 + \frac{1}{2} 8 \cdot 1^2 \rightarrow$$

$$\frac{1}{2} 100A^2 = \frac{1}{2} + \frac{8}{2} \rightarrow 100A^2 = 9 \rightarrow A = 0,3m$$

**Δ4.**

Όταν το συσσωμάτωμα θα βρίσκεται στην πάνω ακραία θέση, η τάση του νήματος μεγιστοποιείται.

Η θέση ισορροπίας της ταλάντωσης βρίσκεται 0,1m κάτω από το κέντρο μάζας K της ράβδου.

Από την ισορροπία του συσσωματώματος στην κατακόρυφη διεύθυνση προκύπτει:

$$\Sigma \vec{F}_y = \vec{0} \Rightarrow N - w_{\Sigma y} = 0 \Rightarrow$$

$$N = (M+m) \cdot g \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow N = 40\sqrt{3} \text{ N}$$

$$|N'| = |N| = 40\sqrt{3} \text{ N (δράση - αντίδραση)}$$

Για τη ράβδο:

$$\Sigma \vec{\tau}_{(A)} = \vec{0} \Rightarrow w_p \frac{\ell}{2} \sin(30^\circ) + N' \cdot 1,2 - T \cdot \ell \cdot \sin(30^\circ) = 0 \Rightarrow$$

$$40 \frac{2\sqrt{3}}{2} + 40\sqrt{3} \cdot 1,2 - T \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow T = 68 \text{ N}$$

**Δ5.**

Από τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για το σώμα  $m_1$  σε μία τυχαία θέση  $x$  παίρνουμε:

$$\Sigma F_{1,x} = m_1 \alpha \xrightarrow{\alpha = -\omega^2 x}$$

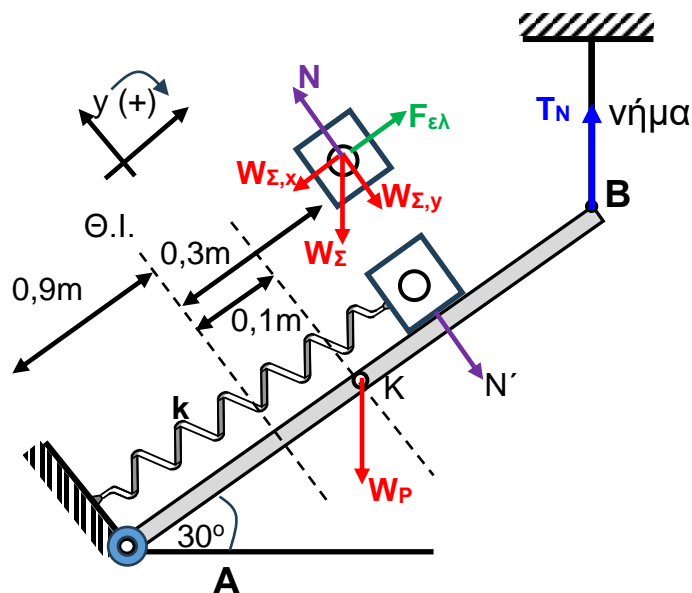
$$F - m_1 g \mu \theta = -m_1 \omega^2 x \xrightarrow{\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + M}} = \sqrt{12,5} \text{ r/s}}$$

$$F = 10 - 25x$$

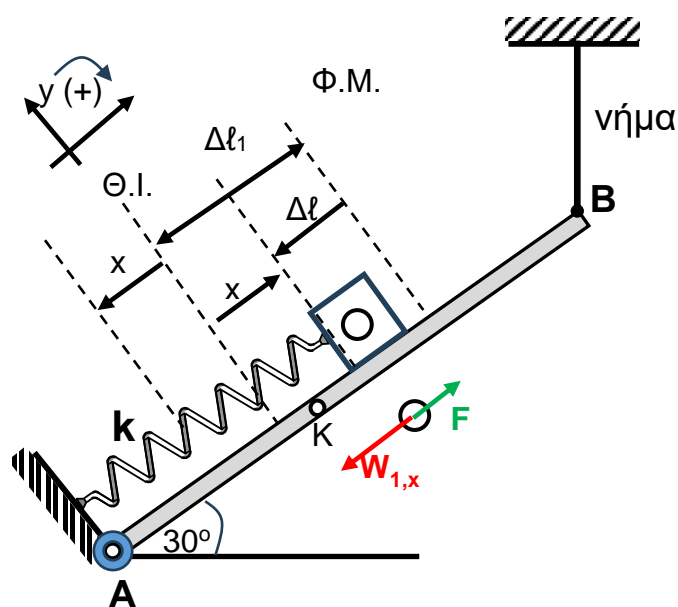
Το μέτρο της δύναμης του ελατηρίου ισούται με το μέτρο της δύναμης επαφής στις θέσεις:

$$|F_{ελ}| = |F_{επ}| \rightarrow |k \cdot \Delta l| = D|x| \rightarrow |\Delta l| = |x|$$

Από το σχήμα 6 φαίνεται ότι το μέτρο της παραμόρφωσης του ελατηρίου μπορεί να είναι ίσο με το μέτρο της απομάκρυνσης της ταλάντωσης πάνω από τη θέση ισορροπίας,



Σχήμα 5.



Σχήμα 6.

## ΑΡΧΗ 14ΗΣ ΣΕΛΙΔΑΣ

καθώς κάτω από τη θέση ισορροπίας η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι  $\Delta\ell = x + \Delta\ell_1$  που δεν δύναται να συμβεί, (άτοπο).

Έτσι πάνω από τη θέση ισορροπίας όπου θα ισχύει:

$$\Delta\ell_1 = x + \Delta\ell \rightarrow \Delta\ell_1 = 2x \rightarrow x = 0,2\text{m}.$$

Με αντικατάσταση προκύπτει  $F = 5\text{N}$  με φορά προς τα πάνω.