# Προτεινόμενα Θέματα

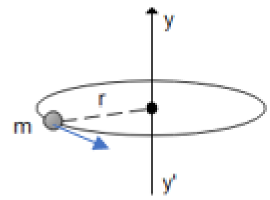
## Φυσική – Γ΄ Λυκείου

2024

### ΘΕΜΑ Α

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμίας από τις παρακάτω ερωτήσεις **Α1-Α4** και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

**Α1**. Υλικό σημείο μάζας $m$ εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας $r$ με γραμμική ταχύτητα $\upsilon$, γωνιακή ταχύτητα $\omega$ και ορμή $p$. Η στροφορμή $\vec{L}$ του υλικού σημείου ως προς άξονα $yy'$ που είναι κάθετος στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς και διέρχεται από το κέντρο της $K$ είναι:




**α.** Διανυσματικό μέγεθος με κατεύθυνση όμοια με την γραμμική ταχύτητα του σώματος και μέτρο $L = pr$.

**β.** Διανυσματικό μέγεθος που έχει την διεύθυνση του άξονα $yy'$ και μέτρο $L = pr\omega$.

**γ.** Διανυσματικό μέγεθος που έχει την διεύθυνση του άξονα $yy'$ και μέτρο $L = m\omega r^2$.

**δ.** Μονόμετρο μέγεθος με μέτρο $L = pr$.

**Α2.** Αν $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ είναι η μεταβολή του μήκους κύματος στο φαινόμενο *Compton* μεταξύ του αρχικού και του σκεδαζόμενου φωτονίου, η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου ισούται με:

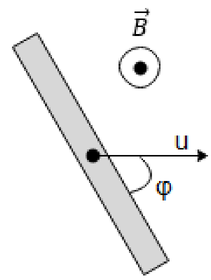
**α.** $K = hc\frac{\Delta\lambda}{\Delta\lambda+\lambda}$

**β.** $K = h\frac{\Delta\lambda}{(\Delta\lambda+\lambda)\lambda'}$

**γ.** $K = hc\frac{\Delta\lambda}{(\Delta\lambda+\lambda)\lambda}$

**δ.** $K = hc\frac{\Delta\lambda}{(\Delta\lambda+\lambda)\lambda'}$

**Α3.** Στο σχήμα ο αγωγός μήκους $l$ κινείται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ και η ταχύτητα $\vec{\upsilon}$ σχηματίζει γωνία $\varphi$ με τον αγωγό. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα του αγωγού έχει μέτρο:




**α.** $E_{E\Pi} = 2B\upsilon l\sigma\upsilon\nu\varphi$

**β.** $E_{E\Pi} = B\upsilon l\sigma\upsilon\nu\varphi$

**γ.** $E_{E\Pi} = B\upsilon l\eta\mu\varphi$

**δ.** $E_{E\Pi} = \frac{B\upsilon l\eta\mu\varphi}{2}$

**Α4**. Από τις παρακάτω ακτινοβολίες μικρότερη συχνότητα έχει:

**α.** Η υπέρυθρη ακτινοβολία.

**β.** Η υπεριώδης ακτινοβολία.

**γ.** Οι ακτίνες γ.

**δ.** Τα ραδιοκύματα.

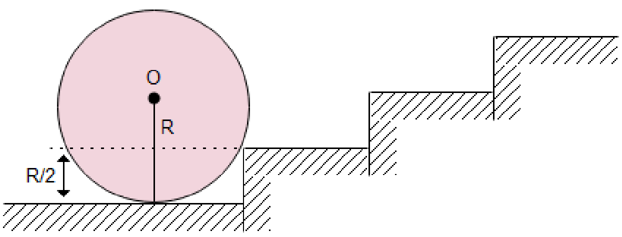
*Μονάδες 20*

**Α5.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στην κόλλα σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- **α.** Όταν σε ένα πηνίο η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πηνίο μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό τότε η $HE\Delta$ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο αυξάνεται με το χρόνο.
- **β.** Αρμονικό κύμα διαδίδεται σε ομογενές ελαστικό μέσο. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος εξαρτάται από το ελαστικό μέσο στο οποίο διαδίδεται το κύμα.
- **γ.** Η γωνιακή επιτάχυνση είναι διανυσματικό μέγεθος με μονάδα το $1rad/\sec^2$ και έχει την κατεύθυνση της γωνιακής ταχύτητας.
- **δ.** Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση η μετατόπιση του ταλαντωτή σε μια περίοδο είναι ίση με μηδέν.
- **ε.** Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση με αποσβέσεις της μορφής $F_{αντ} = -bυ$ σε κάθε περίοδο η ενέργεια του ταλαντωτή μειώνεται κατά ίσα ποσά.

*Μονάδες 5*

**Β1**. Στο σχήμα φαίνεται μια ομογενής σφαίρα μάζας βάρους w και ακτίνας $R$ που είναι ακίνητη σε λείο δάπεδο και ακουμπά σε σκαλί ύψους $\frac{R}{2}$ όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Την $t = 0$ αρχίζουμε να ασκούμε στη σφαίρα, εφαπτομενικά σε αυτή δύναμη $\vec{F}$ αυξανόμενο μέτρου σύμφωνα με τη σχέση $F = \lambda t$, όπου $\lambda$: θετική σταθερά.




Το ελάχιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται μετά την $t = 0$ ώστε η σφαίρα να ανεβεί στο σκαλί είναι:

- **α.** $\frac{w\sqrt{3}}{\lambda}$
- **β.** $\frac{w\sqrt{3}}{3\lambda}$
- **γ.** $\frac{w\sqrt{3}}{4\lambda}$

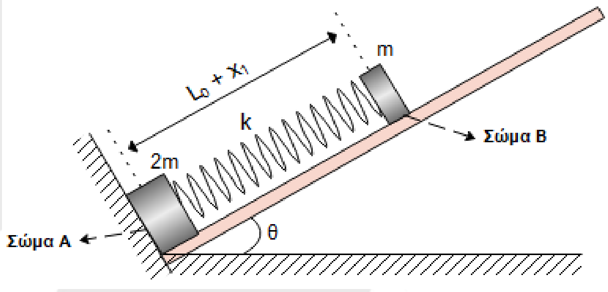
**Α.** Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

*Μονάδα 1*

**Β.** Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*Μονάδες 5*

**Β2.** Συγκρατούμε το σώμα $B(m)$ ώστε το ελατήριο φυσικού μήκους $L_0$ και σταθεράς $\kappa$ να παρουσιάζει επιμήκυνση $x_1 = \frac{2mg\eta\mu\theta}{\kappa}$ και το αφήνουμε ελεύθερο σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης $\theta$ όπως φαίνεται στο σχήμα. (Θεωρήστε τις τριβές αμελητέες)




**Ι.** Η ολική ενέργεια της ταλάντωσής του θα είναι:

- **α.** $E_{ολ} = \frac{9}{2k} m^2 g^2 \eta\mu^2\theta$
- **β.** $E_{ολ} = \frac{2}{k} m^2 g^2 \eta\mu^2\theta$

**γ.** $E_{o\lambda} = \frac{1}{2k}\, m^2 g^2 \eta\mu^2\theta$

**Α.** Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

*Μονάδα 1*

**Β.** Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*Μονάδες 3*

**ΙΙ.** Η σχέση που δίνει την δύναμη συναρτήσει του χρόνου που δέχεται το σώμα $A$ $(m)$ από το πλευρικό τοίχωμα είναι:

**α.** $N = 3mg\eta\mu\theta\left[1 - \eta\mu\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{\pi}{2}\right)\right]$

**β.** $N = 2mg\eta\mu\theta\left[1 - \eta\mu\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{\pi}{2}\right)\right]$

**γ.** $N = 3mg\eta\mu\theta\left[1 - \eta\mu\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t\right)\right]$

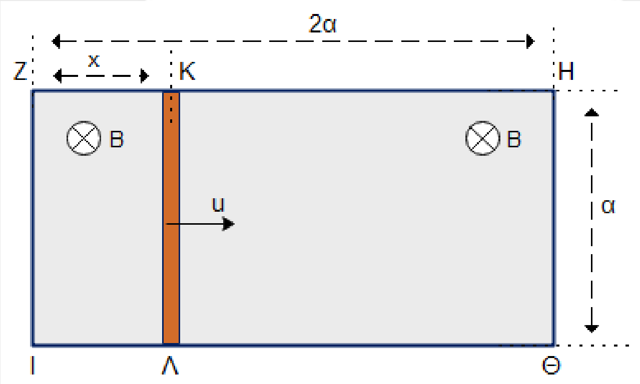
**Α.** Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

*Μονάδα 1*

**Β.** Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*Μονάδες 4*

**Β3.** Συρμάτινο πλαίσιο σχήματος παραλληλογράμμου με πλευρές $\alpha$ και $2\alpha$ παρουσιάζει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^*$ και είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$. Αγωγός $K\Lambda$ μήκους $\alpha$ με την ίδια αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^*$ έχει σταθερή ταχύτητα $\upsilon$ και κινείται χωρίς τριβές όπως φαίνεται στο σχήμα έτσι ώστε να είναι παράλληλος στις πλευρές $ZI$ και $H\Theta$. Ο αγωγός ξεκινάει την $t = 0$ από την πλευρά $ZI$. ($x$ η τυχαία απόσταση από την πλευρά $ZI$)




**Ι.** Η συνολική αντίσταση $R_{o\lambda}$ του ισοδύναμου κυκλώματος που δημιουργείται μια τυχαία χρονική στιγμή θα είναι:

**α.** $R_{o\lambda} = 6\alpha R^*(1 + \alpha)$

**β.** $R_{o\lambda} = \frac{(\alpha+2x)(5\alpha-2x)}{\alpha} + 6\alpha R^*$

**γ.** $R_{o\lambda} = \frac{(\alpha+2x)(5\alpha-2x)R^*}{6\alpha} + \alpha R^*$

**Α.** Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. *Μονάδα 1*

**Β.** Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. *Μονάδες 4*

**ΙΙ.** Η τιμή της ελάχιστης έντασης του επαγωγικού ρεύματος στον αγωγό θα δίνεται από τη σχέση:

**α.** $I_{\varepsilon\pi\, min} = \frac{B\upsilon}{2R^*}$

**β.** $I_{επ\ min} = \frac{2B\upsilon}{5R^*}$

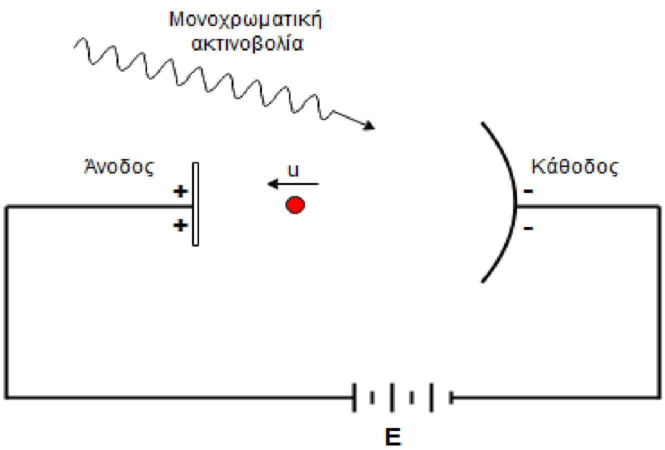
**γ.** $I_{επ\ min} = \frac{B\upsilon}{6R^*}$

**Α.** Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. *Μονάδα 1*

**Β.** Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. *Μονάδες 4*

**ΘΕΜΑ Γ**

Σε μια συσκευή μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου στην κάθοδο προσπίπτει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ορμής $P = 1{,}6\ 10^{-27}\ kg\, m/s$. Η συχνότητα κατωφλίου του μετάλλου της καθόδου είναι $f_0 = 0{,}24 \cdot 10^{15}\ Hz$.




**Γ1**. Να βρείτε την τάση αποκοπής $V_0$ της διάταξης.

*Μονάδες 5*

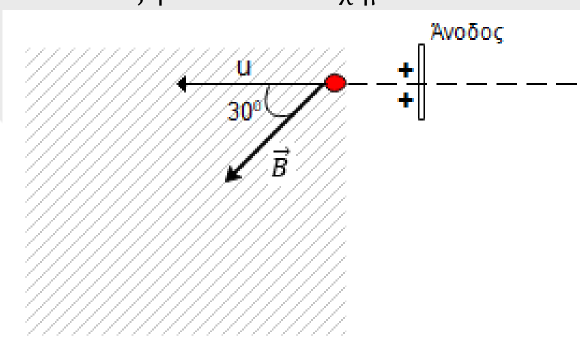
**Γ2**. Να βρείτε την μέγιστη κινητική ενέργεια με την οποία φτάνουν τα φωτοηλεκτρόνια στην άνοδο, όταν για την τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου ισχύει: $\Delta V = \frac{59}{32}\ V_0$.

*Μονάδες 5*

**Γ3**. Να σχεδιάσετε τις γραφικές παραστάσεις της μέγιστης κινητικής ενέργειας εκπομπής των φωτοηλεκτρονίων σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας και της τάσης αποκοπής σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας. Να σχολιάσετε και για τις δύο γραφικές παραστάσεις τις κλίσεις και των δύο ευθειών.

*Μονάδες 5*

Ηλεκτρόνιο το οποίο φτάνει στην άνοδο με την κινητική ενέργεια του ερωτήματος **Γ2.** εισάγεται σε μαγνητικό πεδίο έντασης $B = \frac{91}{16} T$ με την ταχύτητα του να σχηματίζει γωνία 30° με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου όπως φαίνεται στο σχήμα.



**Γ4**. Να βρείτε την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του και το βήμα της έλικας.

*Μονάδες 5*

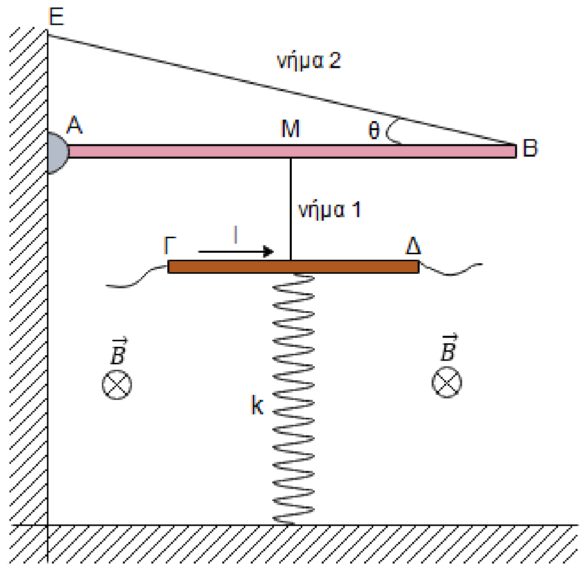
**Γ5**. Να βρείτε το συνολικό μήκος της διαδρομής του σε χρονικό διάστημα μιας περιόδου της κυκλικής τροχιάς.

*Μονάδες 5*

Δίνονται: $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ η ταχύτητα του φωτός, $h = \frac{20}{3} \cdot 10^{-34}\ j \cdot s$, $q_e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$, $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\ kg$.

**ΘΕΜΑ Δ**

Ράβδος μάζας $M = 8kg$ και μήκους $L$ ισορροπεί με τη βοήθεια άρθρωσης στο ένα άκρο της $A$ και των νημάτων (1) και (2). Το νήμα (1) στο μέσο $M$ της ράβδου και το νήμα (2) στο άκρο της $B$ όπου και σχηματίζει γωνία $\theta$ με τη ράβδο με $\eta\mu\theta = 0{,}6$ $\kappa\alpha\iota$ $\sigma\upsilon\nu\theta = 0{,}8$. Το νήμα (1) είναι συνδεδεμένο με ρευματοφόρο αγωγό μήκους $l = 1m$ και μάζας $m = 4kg$ ο οποίος είναι δεμένος σε ελατήριο σταθεράς $k = 100 \frac{N}{m}$ και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 10A$. Ο αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1T$ με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο αγωγός ισορροπεί και το ελατήριο είναι επιμηκυμένο κατά $\Delta l = 0{,}1m$.




**Δ1**. Να υπολογίσετε την δύναμη που ασκεί η άρθρωση στην ράβδο.

*Μονάδες 5*

Αν κοπεί το νήμα (1) και μηδενιστεί ταυτόχρονα η ένταση του ρεύματος στον αγωγό:

**Δ2**. Να υπολογίσετε την ενέργεια ταλάντωσης του αγωγού.

*Μονάδες 5*

**Δ3.** Να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στον αγωγό σε συνάρτηση με το χρόνο έως την $t = 0{,}4\pi\ s$. Να θεωρήσετε $t = 0$ τη χρονική στιγμή που ο αγωγός περνά από τη θέση ισορροπίας του με θετική ταχύτητα.(Θεωρείστε τη θετική φορά προς τα πάνω).

*Μονάδες 5*

**Δ4**. Κάποια χρονική στιγμή που ο αγωγός περνά από τη θέση ισορροπίας του με θετική ταχύτητα, αντικαθιστούμε τον αγωγό με σημειακό σώμα αμελητέων διαστάσεων και το συνδέουμε με χορδή που εκτείνεται στον άξονα $x$. Το αρμονικό κύμα που διαδίδεται στη χορδή έχει ταχύτητα διάδοσης

$\upsilon = 2{,}5\frac{m}{s}$. Όταν σημείο $M$ της χορδής έχει απομάκρυνση $y = -0{,}5m$ να βρεθεί η απομάκρυνση σημείου $N$ το οποίο δέχεται την κύμανση $0{,}2\pi\ s$ μετά το σημείο $M$.

*Μονάδες 5*

**Δ5.** Να βρείτε μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t = \pi\ s$ από τη στιγμή που αρχίζει να διαδίδεται το κύμα πόσα σημεία της χορδής έχουν μέγιστη κινητική ενέργεια.

*Μονάδες 5*

Δίνεται: $g = 10\frac{m}{s^2}$,



**Ενδεικτικές Απαντήσεις**

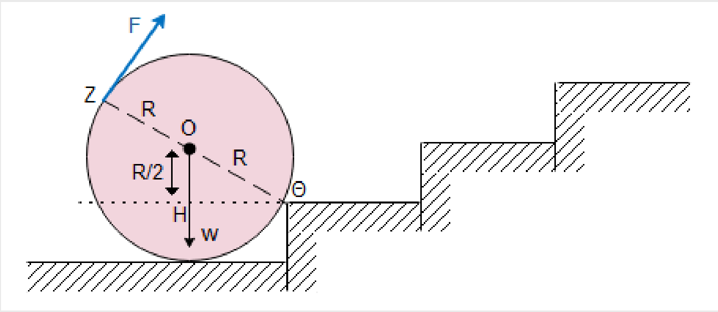
**ΘΕΜΑ Α**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Α1. γ** | **Α2. γ** | **Α3. γ** | **Α4. δ** | |
| **Α5. α. Λάθος** | **β. Σωστό** | **γ. Λάθος** | **δ. Σωστό** | **ε. Λάθος** |

**ΘΕΜΑ Β**

**Β1. Σωστή απάντηση: γ**

Έχουμε:




Θα πρέπει να βρούμε πρώτα το σημείο εφαρμογής της δύναμης ώστε να έχουμε τη μέγιστη ροπή από τη δύναμη $\vec{F}$. Θα είναι το σημείο $Z$ το αντιδιαμετρικό του σημείου επαφής της σφαίρας με το σκαλοπάτι, ώστε το μέτρο της δύναμης να είναι ελάχιστο και κατά συνέπεια το χρονικό διάστημα να είναι ελάχιστο γιατί: $F_{min} = \lambda \cdot t_{min}$

Στο ορθογώνιο τρίγωνο $O\Theta M$ εφαρμόζουμε Πυθαγόρειο Θεώρημα:

$$R^2 = (\Theta H)^2 + \left(\frac{R}{2}\right)^2 \Leftrightarrow (\Theta H) = \frac{R\sqrt{3}}{2}$$

Πρέπει:

$$\vec{\tau}_{F(\theta)} \geq \vec{\tau}_{w(\theta)} \Leftrightarrow F \cdot 2R \geq w(\Theta H) \Leftrightarrow F \cdot 2R \geq w\frac{R\sqrt{3}}{2} \Leftrightarrow F \geq \frac{w\sqrt{3}}{4}$$

Τελικά:

$$F_{min} = \frac{w\sqrt{3}}{4} = \lambda \cdot t_{min} \Rightarrow t_{min} = \frac{w \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot \lambda}$$

**Β2.Ι.**

**Σωστή απάντηση: α**

Βρίσκουμε τη θέση ισορροπίας η οποία απέχει απόσταση $x_2$ από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου.

Στη $\Theta.I.$ έχουμε:

$$\overrightarrow{\Sigma F} = \vec{0} \Leftrightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w_x \Leftrightarrow kx_2 = mg\eta\mu\theta \Leftrightarrow x_2 = \frac{mg\eta\mu\theta}{k}$$

Αφήνουμε ελεύθερο το σώμα Β με αρχική ταχύτητα 0, άρα το σώμα βρίσκεται σε θέση πλάτους για το οποίο θα ισχύει:

$$A = x_1 + x_2 = \frac{2mg\eta\mu\theta}{k} + \frac{mg\eta\mu\theta}{k} = \frac{3mg\eta\mu\theta}{k}$$

Τελικά η ολική ενέργεια της ταλάντωσής του θα είναι:

$$E_{o\lambda} = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{9}{2k}m^2g^2\eta\mu^2\theta$$

**Β2.ΙΙ.**

**Σωστή απάντηση: α**

Για το σώμα Β είναι:

$$F_{\varepsilon\lambda} - w_x = -Dx \Leftrightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w_x - kx = mg\eta\mu\theta - \kappa x$$

Η εξίσωση της απομάκρυνσης θα είναι: $x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$ με:

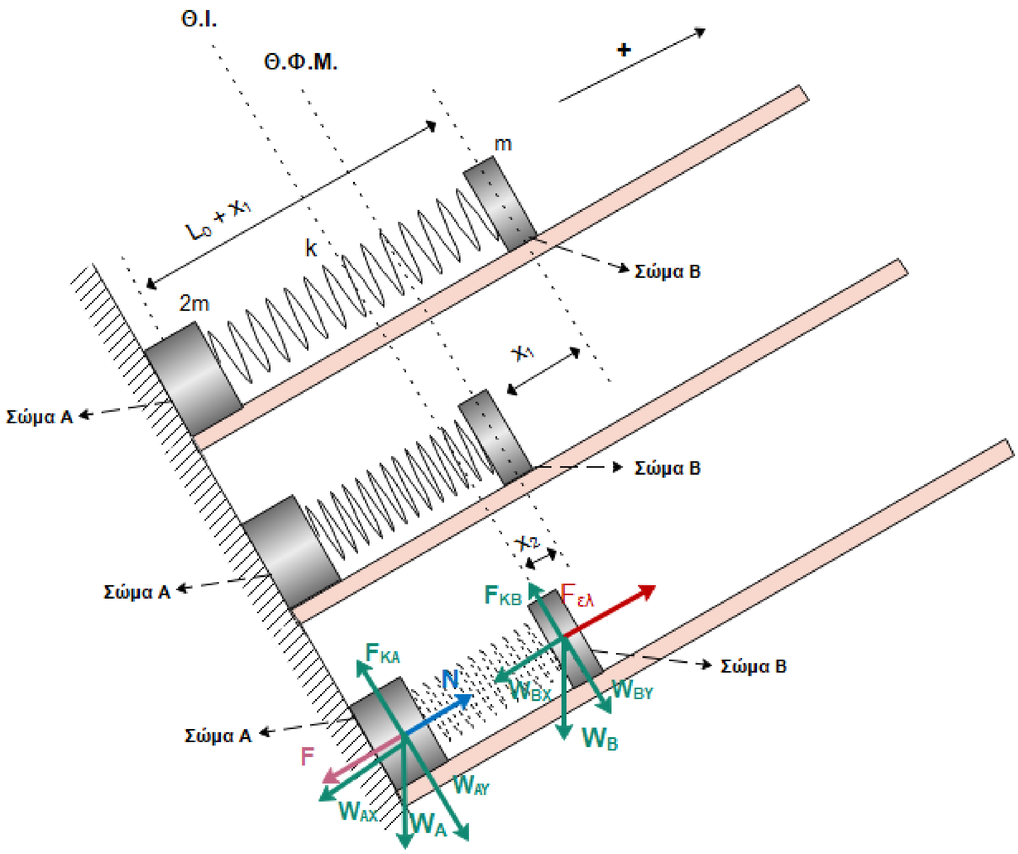
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}},\ A = \frac{3mg\eta\mu\theta}{\kappa} \text{ και } \varphi_0 = \frac{\pi}{2}\ (t = 0\ x = +A).$$

Επομένως:

$$x = \frac{3mg\eta\mu\theta}{k}\eta\mu\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Στο σώμα $A$ ασκείται η αντίθετη της $F_{\varepsilon\lambda}$ η $F'_{\varepsilon\lambda} = -F_{\varepsilon\lambda} = \kappa x - mg\eta\mu\theta$ και αυτό ισορροπεί:

$$\overrightarrow{\Sigma F} = 0 \Leftrightarrow$$
$$N + F'_{\varepsilon\lambda} - 2mg\eta\mu\theta = 0 \Leftrightarrow$$
$$N = 2mg\eta\mu\theta - F'_{\varepsilon\lambda} \Leftrightarrow$$
$$N = 3mg\eta\mu\theta - kx \Leftrightarrow$$
$$N = 3mg\eta\mu\theta - k\frac{3mg\eta\mu\theta}{k}\eta\mu\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{\pi}{2}\right) \Leftrightarrow$$
$$N = 3mg\eta\mu\theta\left[1 - \eta\mu\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t + \frac{\pi}{2}\right)\right]$$




**Β3.Ι.**

**Σωστή απάντηση: γ**

Έστω ότι ο αγωγός βρίσκεται σε απόσταση $x$ από την πλευρά $ZI$.

Η αντίσταση του $KZI\Lambda$ θα είναι: $R_{KZI\Lambda} = R^* \cdot (2x + \alpha)$

Η αντίσταση του $KH\Theta\Lambda$ θα είναι:

$R_{KZI\Lambda} = R^*\,(2\alpha - x + \alpha + 2\alpha - x) = R^*\,(5\alpha - 2x)$

και συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους.

Η αντίσταση του $K\Lambda$ είναι: $R_{K\Lambda} = R^* \cdot \alpha$

και συνδέεται σε σειρά με την ισοδύναμη αντίσταση των $R_{KZI\Lambda}$ και $R_{KZI\Lambda}$.

Άρα:

$$R_{o\lambda} = \frac{(2x+\alpha)R^*\,(5\alpha - 2x)R^*}{R^* \cdot (2x+\alpha) + R^*\,(5\alpha - 2x)} + R^* \cdot \alpha \Leftrightarrow$$

$$R_{o\lambda} = \frac{(\alpha + 2x)(5\alpha - 2x)R^*}{6\alpha} + \alpha R^* \Leftrightarrow$$

$$R_{o\lambda} = \frac{(\alpha + 2x)(5\alpha - 2x)R^* + 6\alpha^2\,R^*}{6\alpha}$$

**Β3.ΙΙ.**

**Σωστή απάντηση: β**

Από το προηγούμενο ερώτημα:

$$R_{o\lambda} = \frac{(\alpha + 2x)(5\alpha - 2x)R^*}{6\alpha} + \alpha R^* \Leftrightarrow$$

$$R_{o\lambda} = \frac{(\alpha + 2x)(5\alpha - 2x)R^* + 6\alpha^2\,R^*}{6\alpha}$$

Ο αγωγός κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο άρα θα αναπτύσσεται σε αυτόν επαγωγική τάση μέτρου: $E_{ΕΠ} = Bυα$
και το ρεύμα στον αγωγό θα είναι:

$$I_{ΕΠ} = \frac{E_{ΕΠ}}{R_{ολ}} = \frac{Bυα}{R_{ολ}}$$

Άρα:

$$I_{ΕΠ} = \frac{Bυα6α}{(α+2x)(5α-2x)R^* + 6α^2 R^*}$$

Θα πρέπει να βρούμε τη θέση $x$ στην οποία έχουμε ελάχιστη ένταση του ρεύματος.
$I_{ΕΠ_{min}}$ θα έχουμε όταν ο παρονομαστής δηλαδή η παράσταση:

$$(α+2x)(5α-2x) + 6α^2 R^*$$

παίρνει τη μέγιστη τιμή της.

Επειδή $6α^2 R^*$: σταθερό θα πρέπει να βρούμε πότε η παράσταση: $(α+2x)(5α-2x)$ παίρνει τη μέγιστη τιμή της.
Έστω $z = a + 2x$ και $n = 5a - 2x$.
Ισχύει $z + n = 6a = c$: σταθερό. Άρα: $z = c - n$ (1).
Επιπλέον: $zn = n(c-n) = -n^2 + cn$.

Θεωρούμε τη συνάρτηση: $f(n) = -n^2 + cn$ που παριστάνει το γινόμενο των αριθμών $z, n$ συναρτήσει του $n$ όταν το άθροισμά τους είναι σταθερό $c$.Η μέγιστη τιμή της συνάρτησης, άρα και του γινομένου των δύο αριθμών δίνεται για $n = -\frac{c}{-2} = \frac{c}{2}$, δηλαδή στην κορυφή της παραβολής που αποτελεί την γραφική παράσταση της συνάρτησης $f(n)$.
Για $n = \frac{c}{2} \Leftrightarrow c = 2n$, η (1): $z = 2n - n \Leftrightarrow z = n$.
Δηλαδή το γινόμενο δύο αριθμών με σταθερό γινόμενο γίνεται μέγιστο όταν οι αριθμοί είναι ίσοι.
Τελικά: $z = n \Leftrightarrow α + 2x = 5a - 2x \Leftrightarrow x = a$
Επομένως η ένταση του ρεύματος γίνεται ελάχιστη όταν ο αγωγός βρίσκεται στο μέσο του πλαισίου και έχουμε:

$$I_{ΕΠ_{min}} = \frac{Bυα6α}{(α+2α)(5α-2α)R^* + 6α^2 R^*} \Leftrightarrow$$
$$I_{ΕΠ_{min}} = \frac{Bυα6α}{9α^2 R^* + 6α^2 R^*} \Leftrightarrow$$
$$I_{ΕΠ_{min}} = \frac{Bυα6α}{15α^2 R^*} \Leftrightarrow$$
$$I_{ΕΠ_{min}} = \frac{2Bυ}{5R^*}$$

**ΘΕΜΑ Γ**

**Γ1**. Είναι:

$$f_0 = \frac{φ}{h} \Leftrightarrow φ = f_0 h$$

Αν τα φωτοηλεκτρόνια φτάνουν στην άνοδο με μηδενική κινητική ενέργεια τότε:

$$V_0 = \left|\frac{K}{q_e}\right| \Leftrightarrow V_0 = \frac{hf - φ}{q_e} = \frac{pc - φ}{q_e} = \frac{pc - f_0\, h}{q_e} = 2V$$

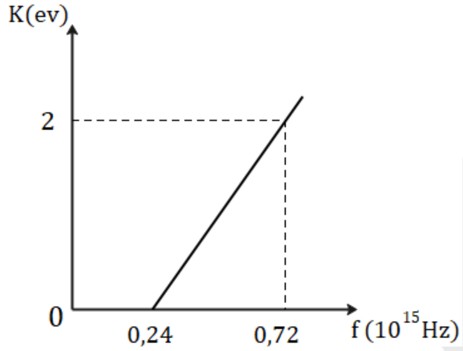
**Γ2**. Εφαρμόζουμε το Θεώρημα Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας από την κάθοδο μέχρι την άνοδο:

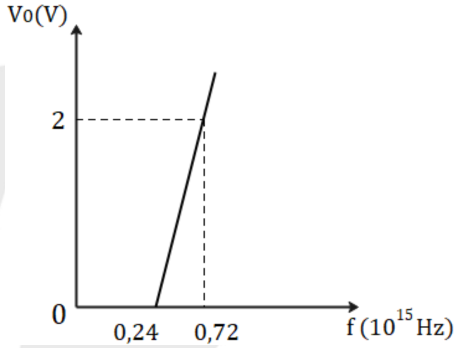
$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_{ολ} \Leftrightarrow K_{τελ} = K + q2V_0 = qV_0 + q \cdot \frac{59}{32} \cdot V_0 = 9{,}1 \cdot 10^{-19}\, J$$

**Γ3**. Για την κινητική ενέργεια: $K = hf - φ$.
Η κλίση του διαγράμματος είναι σταθερή και ίση με τη σταθερά του Planck $h$.
Για την τάση αποκοπής:

$$V_0 = \left|\frac{K}{q_e}\right| \Leftrightarrow V_0 = \frac{hf-φ}{q_e} \Leftrightarrow V_0 = \frac{h}{q_e}f - \frac{φ}{q_e}$$

Επομένως η κλίση του διαγράμματος είναι σταθερή και ίση με $\frac{h}{q_e}$.
Οι ζητούμενες γραφικές παραστάσεις θα είναι:




**Γ4**. Είναι: $u$: η ταχύτητα του ηλεκτρονίου καθώς εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο.

άρα: $u_x = υ \cdot συν30^o = \frac{\sqrt{3}}{2}u$

και: $u_y = u \cdot ημ30^o = \frac{1}{2}u$

Για την κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου:

$$K_{τελ} = \frac{1}{2}mυ^2 \Leftrightarrow υ = \sqrt{\frac{2K_{τελ}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-19}}{9{,}1 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{2} \cdot 10^6\, m/s$$

Για την ακτίνα της κυκλικής τροχίας:

$$R = \frac{m \cdot υ_y}{Bq} = \frac{mυ \cdot ημ30^o}{Bq} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-6}\, m$$

Για το βήμα της έλικας:

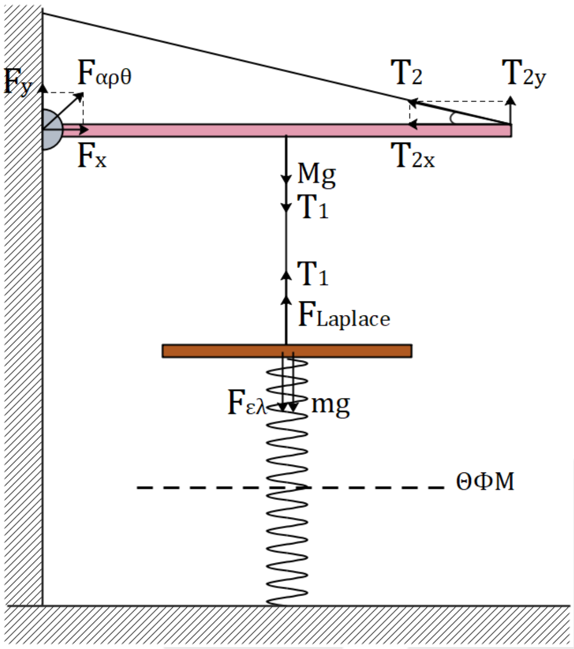
$$β = υ_x T = υ \cdot συν30^o \frac{2πm}{Bq} = π\sqrt{6} \cdot 10^{-6}\, m$$

**Γ5**. Για το συνολικό μήκος της διαδρομής του σε χρονικό διάστημα μιας περιόδου της κυκλικής τροχιάς έχουμε:

$$S = υt = υT = υ\frac{2πm}{Bq} = 2π\sqrt{2} \cdot 10^{-6}\, m$$

**ΘΕΜΑ Δ**

**Δ1.**




Για την ισορροπία του αγωγού:

$$\overrightarrow{\Sigma F} = \vec{0} \Longrightarrow$$
$$F_{Laplace} + T_1 - mg - F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Longrightarrow$$
$$B \cdot I \cdot l + T_1 - mg - k\Delta l = 0 \Longrightarrow$$
$$T_1 = 40N$$

Για την ισορροπία της ράβδου $\overrightarrow{\Sigma\tau_{(A)}} = \vec{0}$ με θετική φορά αριστερόστροφη:

$$T_{2y} \cdot L - Mg\frac{L}{2} - T_1 \cdot \frac{L}{2} = 0 \Longrightarrow$$
$$T_2\eta\mu\theta - \frac{Mg}{2} - \frac{T_1}{2} = 0 \Longrightarrow$$
$$T_2 = 100N$$

Για την ισορροπία της ράβδου $\overrightarrow{\Sigma F} = \vec{0}$.

Στον άξονα $x$:

$$\overrightarrow{\Sigma F_x} = \vec{0} \Longrightarrow F_x - T_{2x} = 0 \Longrightarrow$$

$F_x - T_2\sigma\upsilon\nu\theta = 0 \Longrightarrow F_x = 80N$

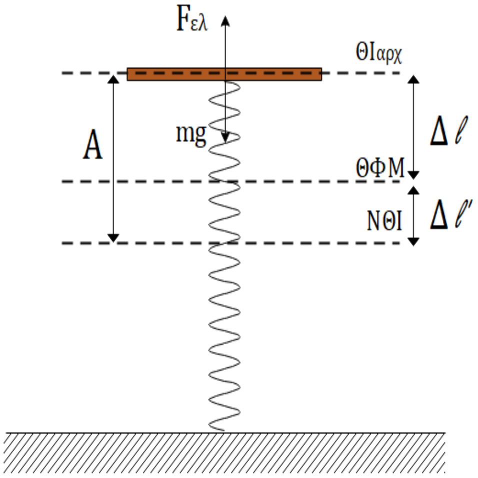
Στον άξονα $y$:

$$\overrightarrow{\Sigma F_y} = \vec{0} \Longrightarrow F_y + T_{2y} - Mg - T_1 = 0$$
$$\Longrightarrow F_y = Mg + T_1 - T_2\eta\mu\theta \Longrightarrow F_y = 60N$$

Τελικά:

$$F_{\acute{\alpha}\rho\theta\rho\omega\sigma\eta\varsigma} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 100N \quad \text{και} \quad \varepsilon\varphi\varphi = \frac{F_y}{F_\chi} = \frac{3}{4}$$

**Δ2.**




Αν κοπεί το νήμα (1) και μηδενιστεί ταυτόχρονα η ένταση του ρεύματος στον αγωγό βρίσκουμε τη νέα θέση ισορροπίας:

$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Longrightarrow$$
$$F_{\varepsilon\lambda} - mg = 0 \Longrightarrow$$
$$k\Delta l' = mg \Longrightarrow$$
$$\Delta l' = 0{,}4m$$

άρα το σώμα θα απέχει:

$$\Delta l' + \Delta l = 0{,}4 + 0{,}1 = 0{,}5m$$

από την αρχική θέση ισορροπίας του και βρίσκεται σε θέση πλάτους ($\upsilon = 0$).
Άρα το πλάτος του θα είναι:

$$A = \Delta l' + \Delta l = 0{,}4 + 0{,}1 = 0{,}5m$$

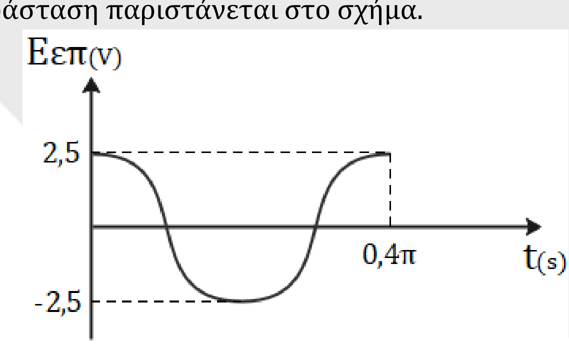
Και η ενέργεια της ταλάντωσης του θα είναι:

$$E_{o\lambda} = \frac{1}{2}kA^2 = 12{,}5J$$

**Δ3.** Για τη χρονική στιγμή $t = 0$ έχουμε:

$$x = 0, \upsilon > 0\,, \varphi_0 = 0,\ \ A = 0{,}5m \text{ και } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 5\frac{r}{s}.$$

Η εξίσωση της ταχύτητας του αγωγού θα δίνεται από τη σχέση:
$\upsilon = \omega A\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_0)$
άρα: $\upsilon = 2{,}5\sigma\upsilon\nu 5t$
Είναι: $E_{\varepsilon\pi} = Bul \Longrightarrow E_{\varepsilon\pi} = Bl\omega A\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_0)$
όμως: $B = 1T, l = 1m$, άρα: $E_{\varepsilon\pi} = 2{,}5\sigma\upsilon\nu 5t\ (S.I)$
Η ζητούμενη γραφική παράσταση παριστάνεται στο σχήμα.



**Δ4.** Έχουμε:

$$\omega = 5\frac{r}{s} \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5}{2\pi}$$

και

$$\upsilon = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{\upsilon}{f} = \pi\, m$$

επιπλέον:

$$x_M - x_N = \upsilon \Delta t \Rightarrow x_M - x_N = 2{,}5 \cdot 0{,}2\pi = 0{,}5\pi\, m$$

Τελικά:

$$\varphi_M - \varphi_N = \left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x_M}{\lambda}\right) - \left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x_M}{\lambda}\right) \Rightarrow$$

$$\varphi_M - \varphi_N = \frac{2\pi(x_M - x_N)}{\lambda} \Rightarrow \;\; \varphi_M - \varphi_N = 2\pi\frac{0{,}5\pi}{\pi} = \pi\, rad$$

Άρα τα σημεία έχουν διαφορά φάσης $\pi$ άρα θα έχουν αντίθετες ταχύτητες και απομακρύνσεις δηλαδή:

$$y_N = -(y_M) = +0{,}5m$$

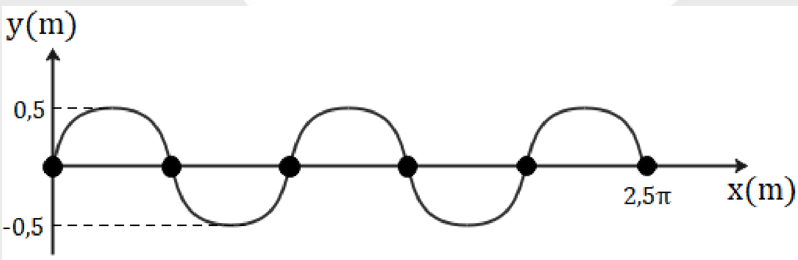
**Δ5.** Βρίσκουμε την απόσταση $x$ στην οποία έχει διαδοθεί το κύμα:

$$x = \upsilon \cdot \Delta t = 2{,}5 \cdot \pi = 2{,}5\pi\, m$$

Επομένως:

$$\frac{x}{\frac{\lambda}{4}} = 10 \;\; \text{δηλαδή:} \;\; N = 10$$

Σχεδιάζουμε το στιγμιότυπο έως την $t = \pi\, s$.




Άρα έχουμε 6 σημεία της χορδής που έχουν μέγιστη κινητική ενέργεια.

*Ευχόμαστε καλή δύναμη & επιτυχία!*