

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **A1-A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην επιλογή σας, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

A1. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει ένα πηνίο μεταβάλλεται από την τιμή I στην τιμή $2I$. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο

- α) είναι μεγαλύτερη, αν η μεταβολή της έντασης του ρεύματος γίνει γρήγορα.
- β) δεν εξαρτάται από τον χρόνο, στον οποίο γίνεται η μεταβολή αλλά μόνο από την αρχική και τελική τιμή της έντασης του ρεύματος.
- γ) εξαρτάται από την ωμική αντίσταση που υπάρχει στο κύκλωμα.
- δ) εξαρτάται από την πηγή που τροφοδοτεί το κύκλωμα.

Μονάδες 5

A2. Μια μικρή σφαίρα προσκρούει ελαστικά στην επίπεδη επιφάνεια ενός κατακόρυφου τοίχου. Αν η σφαίρα χτυπήσει πλάγια στην επιφάνεια, τότε

- α) η ορμή της διατηρείται.
- β) η κινητική της ενέργεια διατηρείται.
- γ) η ταχύτητά της διατηρείται.
- δ) οι γωνίες πρόσπτωσης και ανάκλασης δεν είναι ίσες.

Μονάδες 5

A3. Η δύναμη $\vec{F}$ που ασκεί το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ σε ηλεκτρικό φορτίο q που κινείται με ταχύτητα $\vec{U}$ έχει

- α) την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών, αν πρόκειται για θετικό φορτίο, και αντίθετη, αν πρόκειται για αρνητικό.
- β) τη διεύθυνση της ταχύτητας $\vec{U}$.
- γ) διεύθυνση που σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές γωνία φ με

$$\eta\mu\varphi = \frac{F}{B|q|u}.$$

- δ) διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από το $\vec{B}$ και την ταχύτητα $\vec{U}$.

Μονάδες 5

A4. Σε μια εξαναγκασμένη μηχανική ταλάντωση το πλάτος της ταλάντωσης

- α) μεταβάλλεται, όταν μεταβάλλεται η συχνότητα του διεγέρτη.
- β) παραμένει σταθερό, όταν μεταβάλλεται η συχνότητα του διεγέρτη.
- γ) είναι ανεξάρτητο από τη σταθερά απόσβεσης b .
- δ) ελαχιστοποιείται στην κατάσταση συντονισμού.

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη Σωστό, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

ΛΑΘΟΣ α) Σύμφωνα με την αρχή της επαλληλίας, όταν σε ένα ελαστικό μέσο διαδίδονται δύο ή περισσότερα κύματα, το πλάτος της ταλάντωσης ενός σημείου είναι πάντα ίσο με το άθροισμα των πλατών των δύο κυμάτων που συμβάλλουν.

ΣΩΣΤΟ β) Η Αρχή της Αβεβαιότητας αναφέρει ότι δεν είναι δυνατόν να μετρήσουμε ταυτόχρονα και τη θέση και την ορμή ενός σωματιδίου με απεριόριστη ακρίβεια.

ΣΩΣΤΟ γ) Σε οποιαδήποτε θερμοκρασία και αν βρίσκεται ένα μέλαν σώμα, εκπέμπει ενέργεια με μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε όλο το φάσμα της.

ΛΑΘΟΣ δ) Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι διαμήκη κύματα.

ΛΑΘΟΣ ε) Το έργο εξαγωγής φωτοηλεκτρονίων από το μέταλλο της καθόδου εξαρτάται από την συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

Μονάδες 5

Θέμα Β

B1) Σωστή απάντηση:(iii)

B1. Σώμα μάζας $m_1 = m$ κινούμενο με ταχύτητα $\vec{U}_0$, συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ακίνητο σώμα μάζας $m_2 = 3m$. Ο λόγος της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος προς την αρχική κινητική ενέργεια του σώματος m_1 είναι:

i) $1/2$

ii) $1/3$

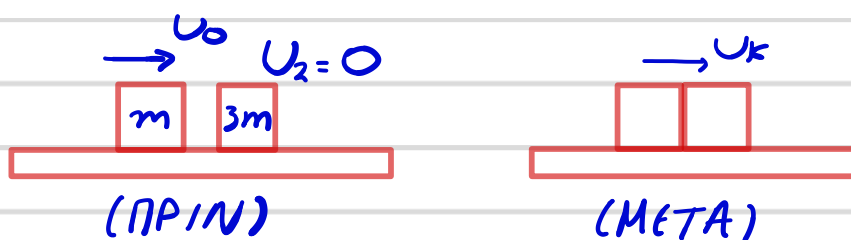
iii) $1/4$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6



$$\text{Α.ΔΟ.} : \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_{\text{κοινη}} \quad \xRightarrow{(+)} m \cdot U_0 + 0 = (m + 3m) \cdot U_{\kappa}$$

$$\Rightarrow U_{\kappa} = \frac{U_0}{4}$$

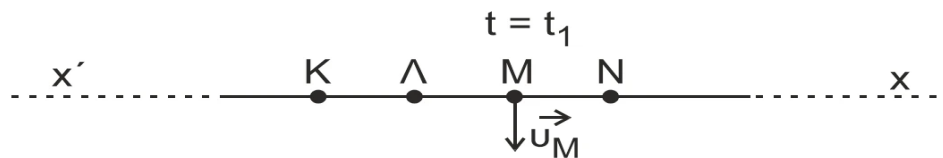
$$K_{\text{πριν}} = \frac{1}{2} m \cdot U_0^2$$

$$K_{\text{μετά}} = \frac{1}{2} (m + 3m) \cdot \left(\frac{U_0}{4}\right)^2 = \frac{1}{2} 4m \cdot \frac{U_0^2}{16} = \frac{K_{\text{πριν}}}{4}$$

$$\text{Άρα: } \frac{K_{\text{μετά}}}{K_{\text{πριν}}} = \frac{K_{\text{πριν}}/4}{K_{\text{πριν}}} = \frac{1}{4}$$

B2) Σωστή απάντηση:(iii)

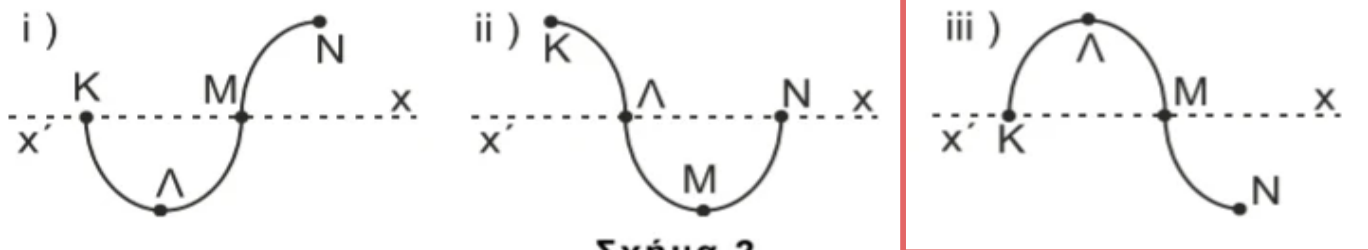
B2. Εγκάρσιο κύμα διαδίδεται σε νήμα κατά τη διεύθυνση του άξονα $x'x$ του **Σχήματος 1**. Τα διαδοχικά σημεία K, Λ, Μ, Ν απέχουν από τα γειτονικά τους απόσταση $\lambda/4$.



Σχήμα 1

Τη χρονική στιγμή t_1 , που το κύμα έχει ήδη διαδοθεί στην περιοχή ΚΝ, το σημείο Μ βρίσκεται στη θέση ισορροπίας και η ταχύτητά του u_M είναι αρνητική, έχοντας φάση $\varphi_M < \varphi_\Lambda$.

Τη χρονική στιγμή $t_1 + 3T/2$ το στιγμιότυπο του κύματος στην περιοχή ΚΝ σε ποια από τις παρακάτω απεικονίσεις του **Σχήματος 2** αντιστοιχεί;



Σχήμα 2

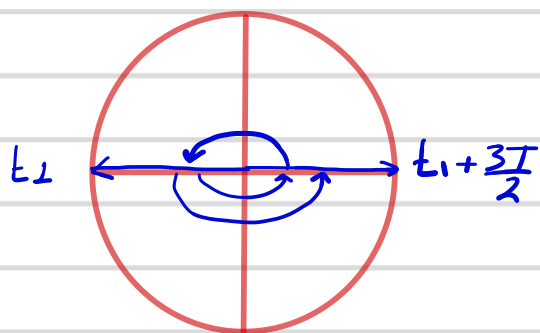
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_1 + \frac{3T}{2}$, το σημείο Μ θα έχει φτάσει σε απομάκρυνση $y = 0$, με $+v_{max}$.

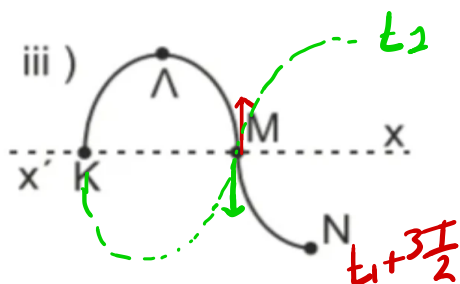


Επειδή $\varphi_M < \varphi_\Lambda$, το κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά.

Σημεία που απέχουν $\frac{\lambda}{4}$:

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x \text{ (με ομοδείξη)}$$

$$\Rightarrow \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$



Το στιγμιότυπο όταν $y_M = 0$ με $+v_{max}$, φαίνεται στο διπλανό σχήμα (Το Μ τείνει να ακολουθήσει την ταλάντωση του Λ).

B3) Σωστή απάντηση:(ii)

B3. Φωτόνιο αρχικής ενέργειας E_0 σκεδάζεται από πρακτικώς ακίνητο ηλεκτρόνιο, σύμφωνα με το φαινόμενο Compton σε γωνία $\phi = 60^\circ$ ως προς την αρχική διεύθυνση διάδοσης του φωτονίου. Μετά τη σκέδαση η ενέργεια του σκεδαζόμενου φωτονίου είναι ίση με την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου. Αν c είναι η ταχύτητα του φωτός στο κενό και m_e η μάζα του ηλεκτρονίου, τότε η αρχική ενέργεια του φωτονίου είναι

i) $E_0 = m_e \cdot c^2$

ii) $E_0 = 2 \cdot m_e \cdot c^2$

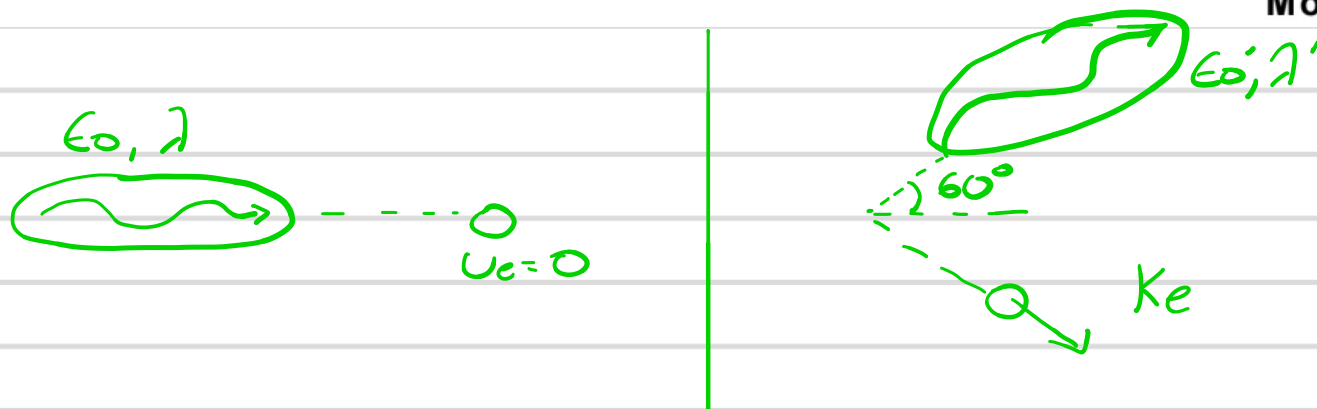
iii) $E_0 = 3 \cdot m_e \cdot c^2$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7



$$\lambda' - \lambda = \lambda_c (1 - \cos 60^\circ) \Rightarrow \lambda' - \lambda = \lambda_c \left(1 - \frac{1}{2}\right)$$

$$\Rightarrow \lambda' - \lambda = \frac{\lambda_c}{2} \quad (1)$$

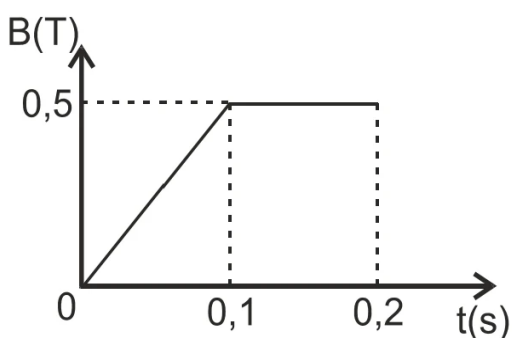
A.D.E.: $E_0 = K_e + E_0'$ $K_e = E_0'$, $E_0 = E_0' + E_0'$
 $\Rightarrow \frac{h \cdot c}{\lambda} = 2 \cdot \frac{h \cdot c}{\lambda'} \Rightarrow \lambda' = 2 \cdot \lambda$

$$(1) \Rightarrow 2\lambda - \lambda = \frac{\lambda_c}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_c}{2} \quad \text{και} \quad \lambda' = 2\lambda = \lambda_c$$

Άρα: $E_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{h \cdot c}{\lambda_c/2} = \frac{2 \cdot h \cdot c}{\frac{h}{m_e \cdot c}} \Rightarrow E_0 = 2 m_e \cdot c^2$

$A = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$, $N = 100$ σπείρες, $\ell = 2 \text{ m}$, $\mathcal{E} = 20 \text{ V}$ ($r = 0$)

Γ1)



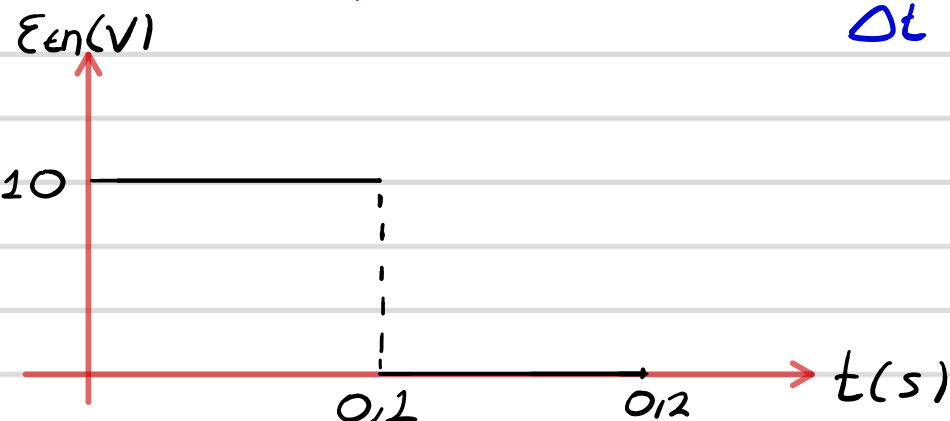
Από 0-0,1s:

$$\mathcal{E}_{\text{en1}} = N \cdot \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t} = N \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{en1}} = 100 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{0,5 - 0}{0,1 - 0}$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{en1}} = 10 \text{ V}$$

Από 0,1-0,2s: $\mathcal{E}_{\text{en2}} = N \cdot \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t} = N \cdot A \cdot \frac{|\Delta B|}{\Delta t} = 0$



Γ2) Λόγω της περιστροφής των πηνίων:

$$\mathcal{E}_{\text{en}} = N \cdot \omega \cdot B \cdot A \cdot \eta \mu(\omega t) = 100 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,5 \cdot 50\pi \eta \mu(50\pi t)$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{en}} = 50\pi \eta \mu(50\pi t) \text{ (S.I.)}$$

$$V_{\text{en}} = \frac{V}{\sqrt{2}} = \frac{50\pi}{\sqrt{2}} = 25\pi\sqrt{2} \text{ V}$$

$$I_{\text{en}} = \frac{V_{\text{en}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{25\pi\sqrt{2}}{10} \Rightarrow I_{\text{en}} = 2,5\pi\sqrt{2} \text{ A}$$

$$\text{Άρα: } Q = I_{\text{en}}^2 \cdot R \cdot T = (2,5\pi\sqrt{2})^2 \cdot 10 \cdot \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\Rightarrow Q = 6,25\pi^2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot \frac{2\pi}{50\pi} \Rightarrow \boxed{Q = 50 \text{ J}}$$

Γ3) $\omega' = 2\omega \Rightarrow \frac{2\pi}{T'} = 2 \cdot \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T' = \frac{T}{2}$

$$V' = N \cdot 2\omega B A = 2V \leadsto I' = \frac{V'}{R} = \frac{2V}{R} = 2I$$

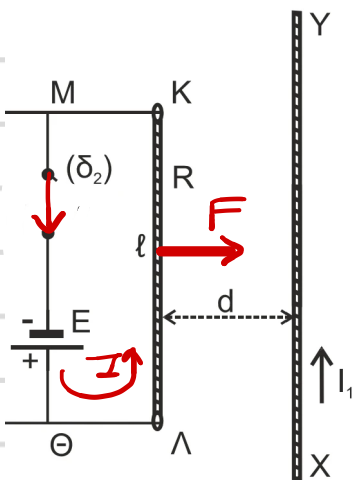
$$\leadsto I_{\text{en}}' = \frac{I'}{\sqrt{2}} = \frac{2I}{\sqrt{2}} \Rightarrow I_{\text{en}}' = 2I_{\text{en}}$$

$$\text{Άρα: } Q' = I\varepsilon'^2 R \cdot T' = (2I\varepsilon)^2 R \cdot \frac{T}{2} = 4I\varepsilon^2 R \frac{T}{2}$$

$$\Rightarrow Q' = 2Q$$

$$\pi = \frac{Q' - Q}{Q} \cdot 100\% = \frac{2Q - Q}{Q} \cdot 100\% \Rightarrow \pi = 100\%$$

Γ4)



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A}$$

Επειδή τα ρεύματα είναι ομόρροπα, η δύναμη είναι ελκτική.

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2 \cdot I \cdot I_1}{d} \cdot (κλ) = 10^{-7} \cdot \frac{2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 1}{2 \cdot 10^{-2}}$$

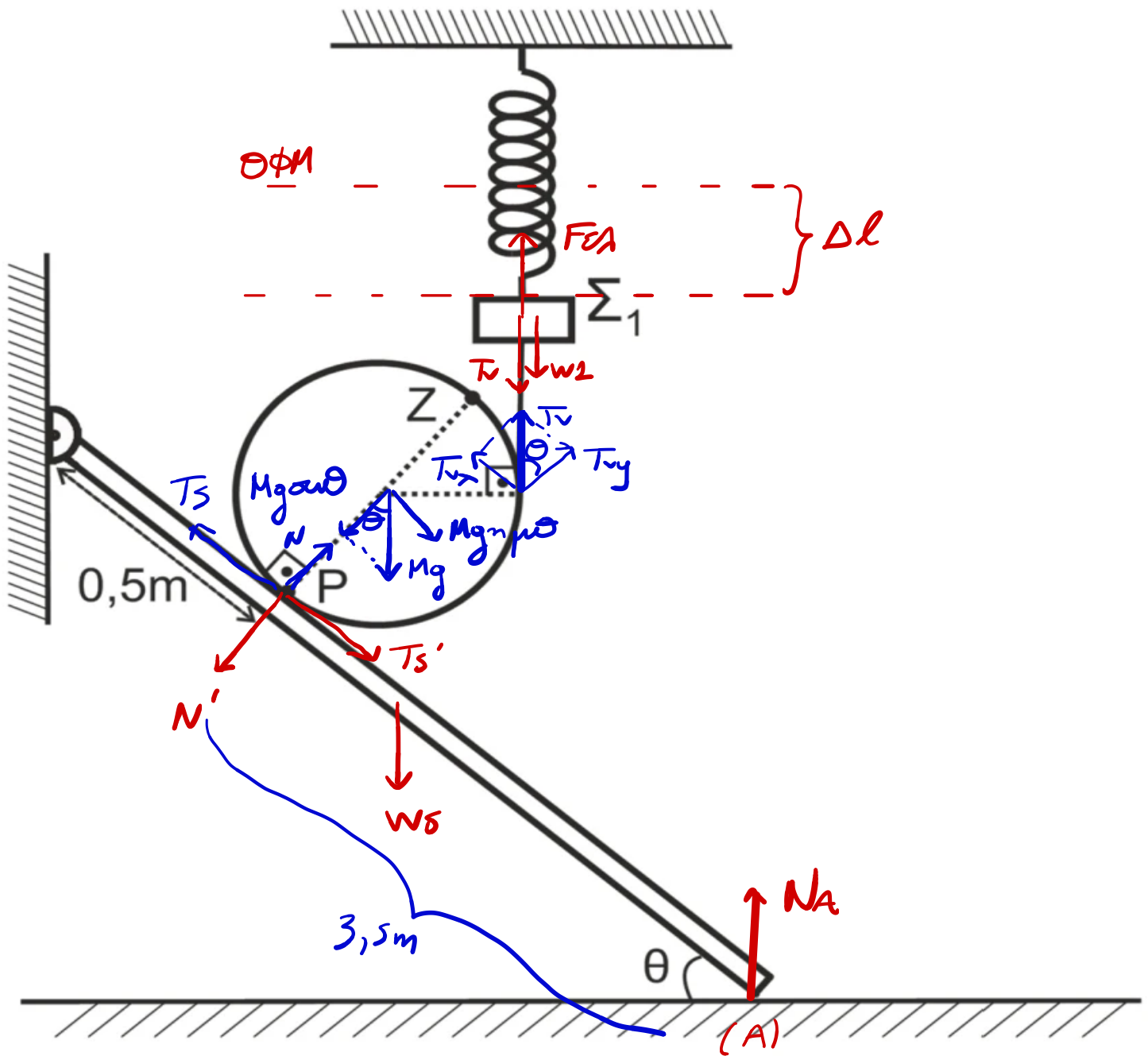
$$\Rightarrow F = 10^{-4} \text{ N}, \text{ με φορά δεξιά.}$$

Θέμα Δ

$$M = 4 \text{ kg}, R = \frac{9}{8\pi} \text{ m}, m_s = 1 \text{ kg}, \ell = 4 \text{ m}$$

$$\eta \mu \theta = 0,6, \sigma \omega \theta = 0,8, m_1 = 1,5 \text{ kg}, k = 60 \text{ N/m}$$

Δ1)



$$\sum \tau_{\text{cyl}}: \sum \tau_{cm} = 0 \Rightarrow T_s \cdot R - T_v \cdot R = 0 \Rightarrow T_s = T_v$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow T_s + T_v x = Mg \eta \mu \theta \Rightarrow T_s + T_v \cdot \eta \mu \theta = Mg \eta \mu \theta$$

$$\textcircled{T_s = T_v}$$

$$\Rightarrow T_v + T_v \cdot 0,6 = 40 \cdot 0,6 \Rightarrow 1,6 \cdot T_v = 24$$

$$\Rightarrow T_v = \frac{24}{1,6} = \frac{240}{16} \Rightarrow T_v = 15 \text{ N}$$

$$\Sigma_1: \sum F_y = 0 \Rightarrow F_{\Sigma 1} = T_v + w_1 \Rightarrow k \cdot \Delta \ell = 15 + 15$$

$$\Rightarrow \Delta \ell = \frac{30}{60} \Rightarrow \Delta \ell = 0,5 \text{ m}$$

$$\Delta\theta = \pi + 2\pi = 3\pi \text{ rad}$$

β) Για τα σημεία K και L :

$$\Rightarrow \frac{27}{4} = 2,25 \cdot \alpha_{cm} \Rightarrow \alpha_{cm} = 3 \text{ m/s}^2$$

$$U_{cm} = U_{yp} = \omega \cdot R$$

$$\cdot U_k = U_n = \sqrt{U_{cm}^2 + U_{yp}^2} = \sqrt{2 \cdot U_{cm}^2} \Rightarrow U_k = U_n = U_{cm} \cdot \sqrt{2}$$

$\Delta 3)$

The diagram shows three vertical green wavy lines representing a magnetic field. A red horizontal bar is at the top. A green box is at the bottom. A blue bracket on the left is labeled $\Delta l'$ and $\Delta l = 0$. A blue bracket on the right is labeled $\Delta l = 0$. A black arrow labeled $F \propto A$ points up, and a black arrow labeled w_1 points down. A black arrow labeled $U = 0$ points right.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1}} = \sqrt{\frac{60}{1.5}} = \sqrt{40} \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 1 \text{ sec}$$

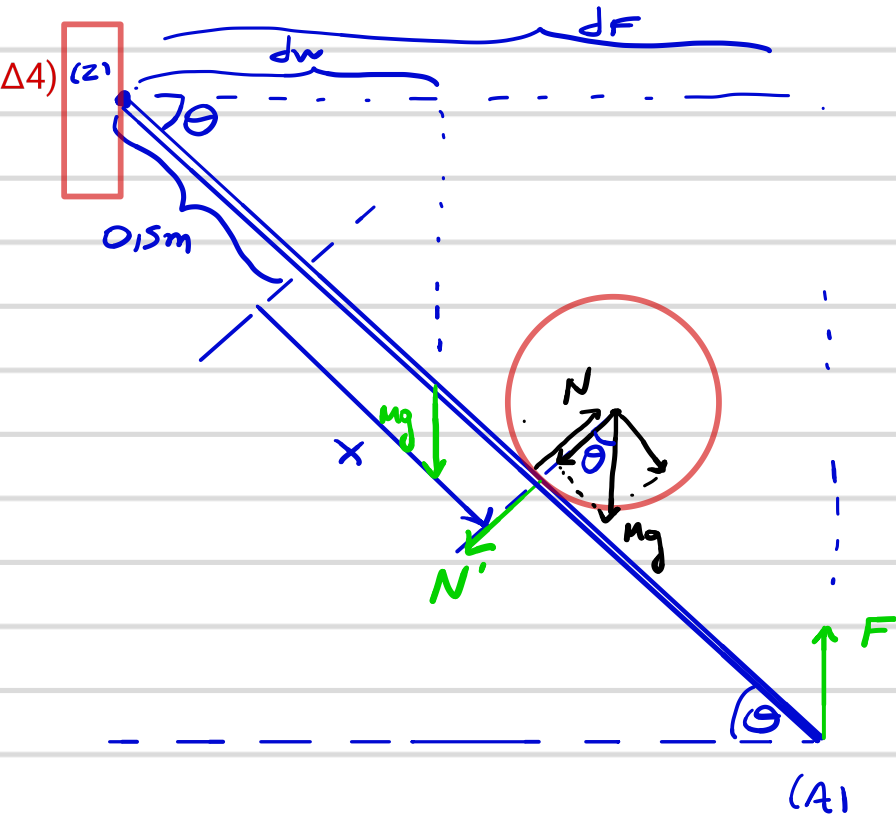
$$\frac{t_1}{T} = \frac{1,5}{1} = \frac{3}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{3}{2} T$$

$$A = \Delta l - \Delta l' = 0,25 \text{ m}$$

Το αίμα θα βρεθεί στην πάνω Α.Θ.

$$W_{F\epsilon\lambda} = U_{\epsilon\lambda}(\omega p x) - U_{\epsilon\lambda}(\omega p x) = \frac{1}{2} k \cdot \Delta l^2 - \frac{1}{2} k \cdot x^2_{\theta \phi \mu}$$

$$\Rightarrow W_{F\epsilon\lambda} = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot 0,5^2 \Rightarrow W_{F\epsilon\lambda} = 7,5 J$$



Σχεδιάζουμε τη σέφρανη σε μια τυχαία θέση:

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 &\Rightarrow N = Mg \text{ συν } \theta \\ &\Rightarrow N = 40 \cdot 0,8 = 32 N \\ N' &= N = 32 N \\ &(\text{Αραση-ανταδραση}) \end{aligned}$$

$$\sum \tau(z) = 0 \Rightarrow F \cdot l \cdot \text{συν } \theta - Mg \cdot \frac{l}{2} \cdot \text{συν } \theta - N' \cdot (0,5 + x) = 0$$

$$\Rightarrow F \cdot 4 \cdot 0,8 - 10 \cdot 2 \cdot 0,8 - 0,5 \cdot 32 - 32x = 0$$

$$\Rightarrow 3,2F = 16 + 16 + 32x$$

$$\Rightarrow F = \frac{32}{3,2} + \frac{32}{3,2} x \Rightarrow F = 10 + 10x$$

x	0	3
F	10	40

