ΑΡΕΙΤΟΛΜΟ
ΚΕΝΤΡΑ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΣΑΒΒΑΤΟ 27 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2024

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Υπεύθυνος τμήματος Φυσικής: : Άρης Δημητρίου
Επιμέλεια διαγωνίσματος: Άρης Δημητρίου - Ιωάννα Γραμματικού

ΘΕΜΑ Α

Ι. Α1. Α επειδή μειώνεται η $f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ και η διαφορά $f_\delta - f_0$ μεγαλώνει

Α2. Α $E_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\cdot\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\cdot\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\cdot\Delta x\cdot a}{\Delta t} = B\cdot u\cdot a$

Α3. Γ Η γωνιά που σχηματίζουν οι δυναμικές γραμμές του πεδίου με τον αγωγό είναι π/2-φ

Α4. Γ Επειδή $K_e = e\cdot V_0 \Leftrightarrow V_0 = \frac{1}{e}K_e$

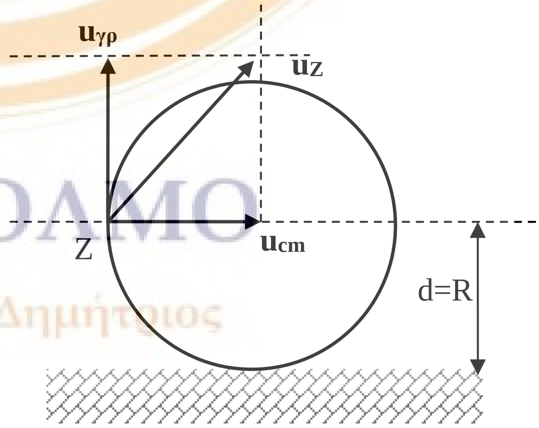
ΙΙ.

1) Λ το μήκος κύματος είναι πολύ μικρό από τον τύπο $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mu}$
2) Λ το πλάτος όχι η απομάκρυνση
3) Λ σκέδαση- κρούση του φωτονίου με το ηλεκτρόνιο
4) Σ
5) Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η (γ)

Η κίνηση του δίσκου είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη με α_{cm} και στροφική ομαλά επιταχυνόμενη με α_γ, χωρίς αρχική ταχύτητα.



Από την γραφική παράσταση :

$$\Delta\theta = \frac{1}{2}\cdot\alpha_\gamma\cdot t^2 \Leftrightarrow 125 = \frac{1}{2}\cdot\alpha_\gamma\cdot 5^2 \Leftrightarrow$$

$$\alpha_\gamma = 10\frac{rad}{s^2}$$

Από το είδος κίνησης :

$$\alpha_{cm} = \alpha_\gamma\cdot R = 10\cdot 0,2 = 2\frac{m}{s^2}$$

Τη χρονική στιγμή $t_1 = 4s$: $u_{cm} = \alpha_{cm}\cdot t_1 = 2\cdot 4 = 8\frac{m}{s}$

Αρχή επαλληλίας για ένα από τα δυο σημεία, το σημείο Ζ:
Επειδή το σημείο Ζ είναι σημείο της περιφέρειας η γραμμική του ταχύτητα έχει το ίδιο μέτρο με την ταχύτητα του κέντρου μάζας. Οι δυο ταχύτητες είναι κάθετες μεταξύ τους.

$$u_z = \sqrt{u_{cm}^2 + u_{\gamma\rho}^2} = \sqrt{u_{cm}^2 + u_{cm}^2} = \sqrt{8^2 + 8^2} = 8\sqrt{2}\,\frac{m}{s} \Leftrightarrow \boxed{u_z = 8\sqrt{2}\,\frac{m}{s}}$$

Β2. Σωστή η (β)

Από την εκφώνηση : $K_1 = \frac{25}{100} hf_1 = \frac{1}{4} hf_1$ (1) και επίσης $p_{e(1)} = mu_1 \longrightarrow K_1 = \frac{1}{2} m u_1^2$ (2)

Φωτοηλεκτρική εξίσωση για το φωτόνιο συχνότητας f_1 :

$$K_1 = hf_1 - \varphi \xrightarrow{(1)} \frac{1}{4} hf_1 = hf_1 - \varphi \Leftrightarrow \varphi = \frac{3}{4} hf_1 \quad (3)$$

Το έργο εξαγωγής φ είναι χαρακτηριστικό του υλικού οπότε είναι ορισμένο και δίνεται από την σχέση (3).
Πάλι από εκφώνηση :

$$p_{e(2)} = \sqrt{2} p_{e(1)} \Leftrightarrow mu_2 = \sqrt{2} m u_1 \Leftrightarrow u_2 = \sqrt{2} u_1 \longrightarrow K_2 = \frac{1}{2} m \left(\sqrt{2} u_1\right)^2 = 2K_1 \quad (4)$$

Φωτοηλεκτρική εξίσωση για το φωτόνιο συχνότητας f_2 :

$$K_2 = hf_2 - \varphi \xrightarrow{(4),(3)} 2K_1 = hf_2 - \varphi \Leftrightarrow \frac{2}{4} hf_1 = hf_2 - \frac{3}{4} hf_1 \Leftrightarrow \frac{5}{4} hf_1 = hf_2 \Leftrightarrow \boxed{\frac{f_1}{f_2} = \frac{4}{5}}.$$

Β3. Σωστή η (α)

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να δείξουμε το ζητούμενο. Ένας τρόπος είναι η σύγκριση με την γενική μορφή. Έστω R'>R.

$$D = (\Gamma\Delta) = 2\left(\sqrt{2} - 1\right)\sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot m}{B^2 \cdot e}} = 2\sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot m}{B^2 \cdot e}} - 2\sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot m}{B^2 \cdot e}} \quad (1)$$

$D = 2R' - 2\mathrm{R}$ (2)

Από την σύγκριση των (1), (2) προκύπτει ότι :

α) Για το πρωτόνιο $R = \sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot m}{B^2 \cdot e}}$ (3)

β) Για τον πυρήνα : $R' = \sqrt{2}\sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot m}{B^2 \cdot e}}$ (4)

Έστω $m' = \mathrm{A} \cdot m$ η μάζα του πυρήνα.
ΘΜΚΕ για τον πυρήνα υπό την επίδραση της τάσης V για να βρούμε την ταχύτητα εισόδου u στο μαγνητικό πεδίο.

$$W_{F_{\eta\lambda}} = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} \Leftrightarrow 3e \cdot V = \frac{1}{2} m' \cdot u^2 \Leftrightarrow u = \sqrt{\frac{6e \cdot V}{m'}} \quad (5)$$

Για την κίνηση στο μαγνητικό πεδίο:

$$R' = \frac{m' \cdot u}{B \cdot 3e} = \frac{m' \cdot \sqrt{\frac{6e \cdot V}{m'}}}{B \cdot 3e} \Leftrightarrow R' = \frac{\sqrt{m' \cdot 6e \cdot V}}{B \cdot 3e} \Leftrightarrow R' = \sqrt{\frac{m' \cdot 6e \cdot V}{B^2 \cdot 9e^2}} \Leftrightarrow R' = \sqrt{\frac{m' \cdot 6 \cdot V}{B^2 \cdot 9e}} \quad (6)$$

Εξισώνουμε τις σχέσεις (4) , (6) για να βρούμε την σχέση την μαζών m', m

$$\sqrt{2}\sqrt{\frac{2\cdot V\cdot m}{B^2\cdot e}}=\sqrt{\frac{m'\cdot 6\cdot V}{B^2\cdot 9e}}\Leftrightarrow\frac{4\cdot V\cdot m}{B^2\cdot e}=\frac{m'\cdot 6\cdot V}{B^2\cdot 9e}\Leftrightarrow m'=6m$$

Αλλά : $m'=\mathrm{A}\cdot m=6m\Leftrightarrow\boxed{A=6}$

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

Γ1. Η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης ενός υλικού σημείου μηδενίζεται με συχνότητα 20 φορές το δευτερόλεπτο οπότε αυτό εκτελεί 10 ταλαντώσεις το δευτερόλεπτο (κάθε μισή περίοδο μηδενίζεται η δυναμική ενέργεια ταλάντωσης).

Αρά $f=10Hz\Leftrightarrow T=0{,}1s,\omega=20\pi rad/s$.

Από κατάλληλο σχήμα, στιγμιότυπο του κύματος, βλέπουμε ότι η οριζόντια απόσταση μιας «κοιλάδας» του κύματος και του μεθεπόμενου «όρους» του κύματος είναι ίση με 1,5λ οπότε Δx=1,5λ=1,5m και λ=1m.

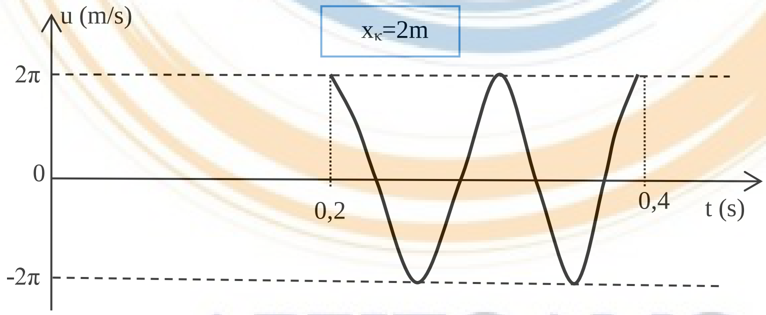
Επίσης από την εκφώνηση : $u_{\max}=2\pi\frac{m}{s}\Leftrightarrow 20\pi\cdot\mathrm{A}=2\pi\Leftrightarrow\mathrm{A}=0{,}1m$

Εξίσωση κύματος: $y=A\cdot\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)\Leftrightarrow\boxed{y=0{,}1\cdot\eta\mu 2\pi\left(10t-x\right)}$ στο SI.

Γ2. Το σημείο Κ βρίσκεται στη θέση $x_k=2m=2\lambda$ οπότε ο χρόνος άφιξης του κύματος στο σημείο αυτό είναι $t_{\alpha\varphi}=2\mathrm{T}=0{,}2s$.

Η εξίσωση της ταχύτητας του σημείου Κ είναι:

$$u_k=\omega A\cdot\sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x_\kappa}{\lambda}\right)\Leftrightarrow u_k=2\pi\cdot\sigma\upsilon\nu 2\pi\left(10t-2\right)\ \text{για}\ t\geq t_{\alpha\varphi}=0{,}2s\ .$$



Γ3. Τα σημεία Μ και Ν της χορδής απέχουν μεταξύ τους οριζόντια απόσταση (ΜΝ)=3m=3λ με $x_N>x_M$ οπότε κάθε χρονική στιγμή $\varphi_M>\varphi_N$.

Η διαφορά φάσης των δυο σημείων είναι ανεξάρτητη του χρόνου :

$$\varphi_{\mathrm{M}}-\varphi_{\mathrm{N}}=2\pi\frac{\Delta x}{\lambda}\Leftrightarrow\varphi_{\mathrm{M}}-\varphi_{\mathrm{N}}=2\pi\frac{3\lambda}{\lambda}=6\pi\Leftrightarrow\varphi_{\mathrm{M}}=\varphi_{\mathrm{N}}+6\pi\quad(1).$$

Όταν το σημείο Ν βρίσκεται σε απομάκρυνση $y_N=+A$ για 1η φορά έχει εκτελέσει μόλις το ¼ μιας απλής αρμονικής ταλάντωσης σε χρονικό διάστημα Δt=T/4 και η φάση του εκείνη την στιγμή είναι ίση με π/2rad.

Από την (1) : $\boxed{\varphi_{M} = \frac{\pi}{2} + 6\pi = 6,5\pi rad}$

Γ4. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της κινητικής ενέργειας ταλάντωσης του σημείου (Ο) δίνεται από τη σχέση: $\left|\frac{dK}{dt}\right| = \left|\Sigma F \cdot u\right|$ (2)

Είναι $\Sigma F = -D \cdot y = -\Delta m \omega^2 \cdot y = -10^{-6} \cdot 400\pi^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10^{-1} = -2\sqrt{2} \cdot 10^{-4}\,\text{N}$

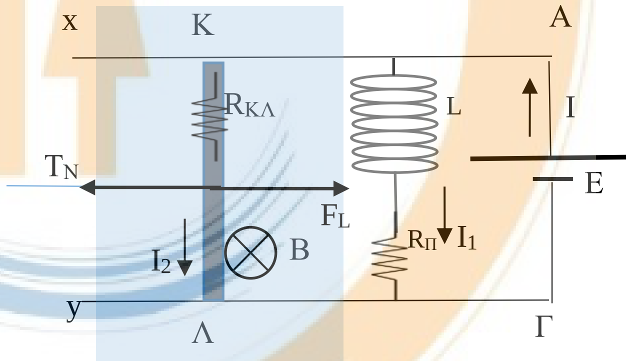
Από ΑΔΕΤ για το σημείο (Ο) :

$$E = K + U \Leftrightarrow \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}mu^2 + \frac{1}{2}Dy^2 \Leftrightarrow u = \pm\omega\sqrt{A^2 - y^2} \Leftrightarrow u = \pm\omega\sqrt{A^2 - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}A\right)^2} \Leftrightarrow$$

$$u = \pm\sqrt{2}\pi\frac{m}{s}$$

Με αντικατάσταση στην σχέση (2) : $\boxed{\left|\frac{dK}{dt}\right| = \left|\Sigma F \cdot u\right| = 4\pi \cdot 10^{-4}\frac{J}{s}}$

<u>ΘΕΜΑ Δ</u>



(1)

Δ1. Το πηνίο διαρρέεται από σταθερό ρεύμα οπότε η τάση στα άκρα του είναι η πτώση τάσης στην αντίστασή του: $V_{\Pi} = I_1 \cdot R_{\Pi}$

Για το ρεύμα I_1 :

$U_B = \frac{1}{2}L \cdot I_1^2 \Leftrightarrow 0,4 = \frac{1}{2}0,2 \cdot I_1^2$

$\Leftrightarrow I_1 = 2A$

Η τάση στα άκρα του πηνίου είναι :

$V_{\Pi} = 2 \cdot 10 = 20V$

Ο αγωγός ΚΛ συνδέεται παράλληλα με το πηνίο οπότε

$V_{K\Lambda} = V_{\Pi} = I_2 \cdot R_{K\Lambda} \Leftrightarrow$

$20 = I_2 \cdot 4 \Leftrightarrow I_2 = 5\text{A}$

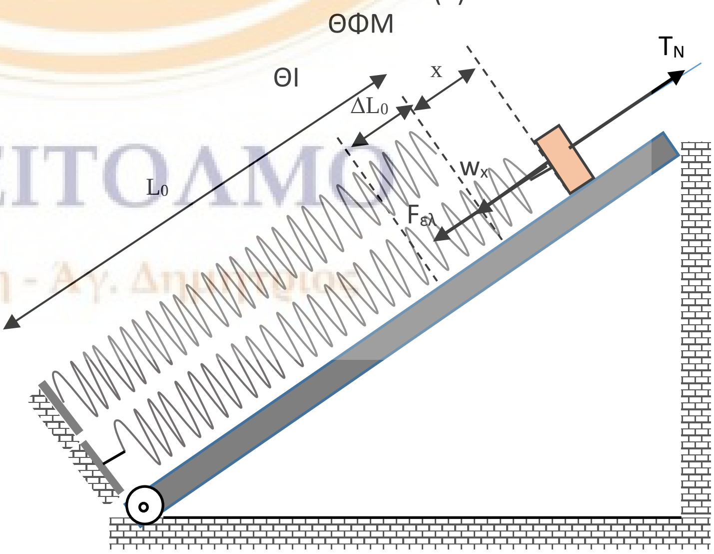
Ισορροπία αγωγού ΚΛ στον οριζόντιο άξονα :

$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow T_N = F_L \Leftrightarrow T_N = B \cdot I_2 \cdot L$

$\Leftrightarrow T_N = 2 \cdot 5 \cdot 2 \Leftrightarrow T_N = 20N$

Το ελατήριο είναι επιμηκυμένο γιατί η τάση του νήματος T_N είναι μεγαλύτερη από την συνιστώσα του βάρους του σώματος Σ1

$w_{1x} = m_1 g\eta\mu 30^0 = 10\text{N}$.



Ισορροπία σώματος Σ1 :

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow T_N = m_1 g \eta\mu 30^0 + k \cdot x \Leftrightarrow 20 = 10 + 100 \cdot x \Leftrightarrow \boxed{x = 0,1m}$$

Δ2. Γενική μορφή εξίσωσης απομάκρυνσης : $y = A \cdot \eta\mu(\omega t + \varphi_0)$

Για το πλάτος : $A = \Delta L_0 + x$

Από την θέση ισορροπίας ταλάντωσης του Σ1 :

$$\Sigma F_x = 0 \Leftrightarrow m_1 g \eta\mu 30^0 = k \cdot \Delta L_0 \Leftrightarrow \Delta L_0 = \frac{m_1 g \eta\mu 30^0}{k} = 0,1m$$

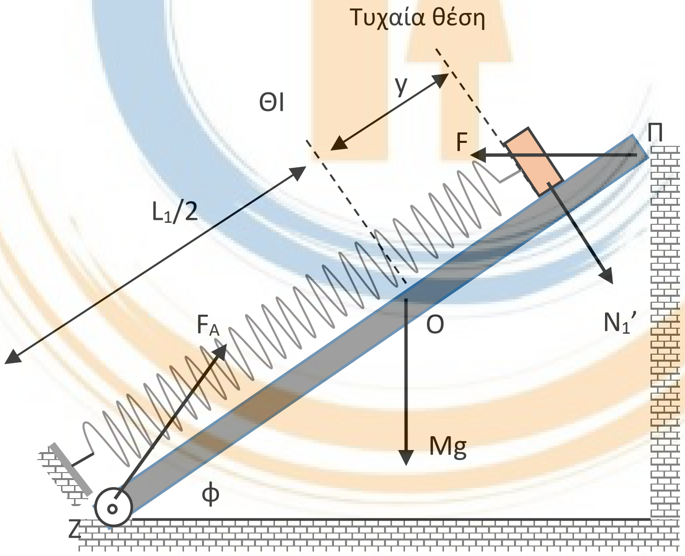
Τελικά : $A = \Delta L_0 + x = 0,1 + 0,1 = 0,2m$

Για την κυκλική συχνότητα : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1}} = \sqrt{\frac{100}{2}} = 5\sqrt{2}\frac{rad}{s}$

Για την αρχική φάση : Την t=0, y=+A οπότε … $\varphi_0 = \pi/2$.

Η χρονική εξίσωση είναι : $\boxed{y = 0,2 \cdot \eta\mu(5\sqrt{2}t + \frac{\pi}{2})}$ στο SI.

Δ3. Η θέση ισορροπίας ταλάντωσης του Σ1 βρίσκεται στο μέσο Ο της ράβδου γιατί αυτή απέχει $d = L_0 - \Delta L_0 = 1,1 - 0,1 = 1m = \frac{L_1}{2}$ από το άκρο Ζ.



Στο σχήμα φαίνονται οι δυνάμεις που δέχεται η ράβδος σε μια τυχαία θέση της ταλάντωσης του Σ1. Η δύναμη N_1' είναι η αντίδραση της κάθετης αντίδρασης N_1 που δέχεται το Σ1 από την ράβδο. Ισχύει $N_1 = N_1' = m_1 g \sigma\upsilon\nu 30^0 = 10\sqrt{3}N$.

Στροφική ισορροπία της ράβδου :

Αθροίζουμε ροπές ως προς το σημείο Ζ με θετική φορά την αριστερόστροφη.

$$\Sigma\tau = 0 \Leftrightarrow \tau_F + \tau_{Mg} + \tau_{N_1'} = 0 \Leftrightarrow$$

$$F \cdot L_1 \cdot \eta\mu 30^0 - Mg \cdot \frac{L_1}{2}\sigma\upsilon\nu 30^0 - N_1' \cdot (\frac{L_1}{2} + y) = 0 \Leftrightarrow$$

$$F = \frac{Mg \cdot \frac{L_1}{2}\sigma\upsilon\nu 30^0 + N_1' \cdot (\frac{L_1}{2} + y)}{L_1 \cdot \eta\mu 30^0} \Leftrightarrow F = 50\sqrt{3} + 10\sqrt{3} \cdot y \Leftrightarrow$$

$\boxed{F = 50\sqrt{3} + 10\sqrt{3} \cdot y}$ με $-0,2m \le y \le 0,2m$

Η μέγιστη τιμή της δύναμης F προκύπτει για y=0,2m και είναι $\boxed{F_{\max} = 52\sqrt{3}N}$

Δ4. Η κρούση των Σ1 και Σ2 είναι κεντρική ελαστική οπότε σε οποιαδήποτε θέση και αν αυτή γίνει τα σώματα θα ανταλλάξουν ταχύτητες. Θέλουμε η ταλάντωση του Σ1 αμέσως μετα να έχει την μέγιστη δυνατή ολική ενέργεια. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει όλη η ενέργεια ταλάντωσης του Σ1 πριν την κρούση να είναι αποθηκευμένη στο σύστημα ελατήριο - σώμα Σ1 ως δυναμική ενέργεια και όλη η κινητική ενεργεία του Σ2 να μεταφερθεί στο Σ1 κατά την κρούση. Αυτό μπορεί να συμβεί μόνο σε μια ακραία θέση της ταλάντωσης του Σ1.

Έστω Α’ το νέο πλάτος ταλάντωσης του Σ1 μετα την κρούση. Η ταχύτητα του Σ1 αμέσως μετα θα είναι η ταχύτητα του Σ2 πριν την κρούση $u_1' = \sqrt{6}m/s$ και η θέση της κρούσης είναι y=A ή y=-A.

ΑΔΕΤ: $E = K + U \Leftrightarrow \frac{1}{2}k \cdot A'^2 = \frac{1}{2}m_1 \cdot u_1'^2 + \frac{1}{2}k \cdot A^2 \Leftrightarrow 50 \cdot A'^2 = 6 + 2 \Leftrightarrow A' = 0,4m$