ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Δ' ΤΑΞΗΣ ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 29 ΜΑΪΟΥ 2015

ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

Ενδεικτικές Απαντήσεις Θεμάτων

Επιμέλεια: **Λάζαρος Λίμος**
ΠΕ0401 Φυσικός

Θέμα Α

Α.1 (α)
Α.2 (β)
Α.3 (α)
Α.4 (δ)
Α.5 α – Λάθος
β – Λάθος
γ – Σωστό
δ – Λάθος
ε – Σωστό

Θέμα Β

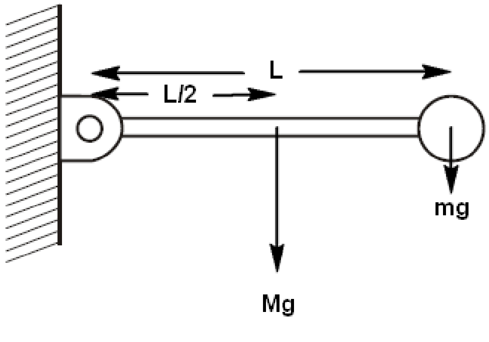
Β.1 Σωστή απάντηση: **(iii)**

Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου, από το γενικευμένο νόμο της στροφικής κίνησης, είναι ίσος με:

$$\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t}=I_\rho\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{1}{3}ML^2\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}\ (1)$$

Τη χρονική στιγμή που το σύστημα ράβδου – σφαιριδίου αφήνεται να κινηθεί από την οριζόντια θέση, θα έχουμε:

$$\left.\begin{aligned}&\Sigma\tau_{(O)}=I_{o\lambda}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}\Rightarrow\alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{\Sigma\tau_{(O)}}{I_{o\lambda}}\\&\Sigma\tau_{(O)}=Mg\frac{L}{2}+mgL=\frac{1}{2}MgL+\frac{1}{2}MgL=MgL\\&I_{o\lambda}=\frac{1}{3}ML^2+mL^2=\frac{1}{3}ML^2+\frac{1}{2}ML^2=\frac{5}{6}ML^2\end{aligned}\right\}\Rightarrow$$



$$\Rightarrow\alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{\cancel{M}g\cancel{L}}{\frac{5}{6}\cancel{M}L^{\cancel{2}}}\Rightarrow\alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{6}{5}\frac{g}{L}$$

Άρα, από την (1): $\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t}=\frac{1}{\cancel{3}}ML^{\cancel{2}}\cdot\frac{\cancel{6}^{2}}{5}\frac{g}{\cancel{L}}\Rightarrow\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t}=\frac{2}{5}MgL$

Β.2 Σωστή απάντηση: **(i)**

Η φάση του κύματος, που διαδίδεται προς τη θετική φορά του άξονα, είναι:

$$\left.\begin{aligned}&\phi=2\pi(f\cdot t-\frac{x}{\lambda})\\&\text{για } t=2s\end{aligned}\right\}\Rightarrow \phi=2\pi(2f-\frac{x}{\lambda})\Rightarrow \phi=4\pi f-\frac{2\pi}{\lambda}x.$$

Από το διάγραμμα, βρίσκουμε:

$$\left.\begin{aligned}&\phi=4\pi f-\frac{2\pi}{\lambda}x\\&\text{για } x=0\end{aligned}\right\}\Rightarrow 4\pi=4\pi f\Rightarrow f=1\ Hz$$

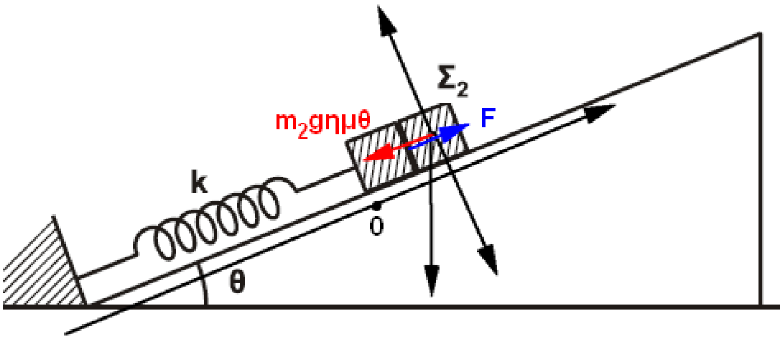
$$\left.\begin{aligned}&\phi=4\pi-\frac{2\pi}{\lambda}x\\&\text{για } x=8\ m\end{aligned}\right\}\Rightarrow 0=4\pi-\frac{2\pi}{\lambda}8\Rightarrow \frac{\cancel{16\pi}^{4}}{\lambda}=\cancel{4\pi}^{1}\Rightarrow \lambda=4\ m$$

Άρα, η εξίσωση του κύματος είναι: $y=A\cdot \eta\mu 2\pi(t-\frac{x}{4})$

Β.3 Σωστή απάντηση: **(i)**

Το σύστημα των δύο σωμάτων, όσο είναι αυτά είναι σε επαφή, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με **D=k** και επομένως: $k=(m_1+m_2)\omega^2 \Leftrightarrow \omega^2=\frac{k}{m_1+m_2}$

Στο σώμα Σ_2 ασκούνται, στον άξονα της κίνησης, η συνιστώσα του βάρους $m_2 g\eta\mu\theta$ και η δύναμη **F** από το σώμα Σ_1.



Για την ταλάντωση του σώματος Σ_2 θα έχουμε:

$$\omega_2=\omega \text{ και } \omega_2^2=\omega^2=\frac{k}{m_1+m_2}\quad(1)$$

$$\Sigma F_x=-D\cdot x\Rightarrow \Sigma F_x=-m_2\omega^2\cdot x\overset{(1)}{\Rightarrow} F-m_2 g\eta\mu\theta=-m_2\frac{k}{m_1+m_2}\cdot x\Rightarrow$$

$$\Rightarrow F=m_2 g\eta\mu\theta-m_2\frac{k}{m_1+m_2}\cdot x\Rightarrow F=m_2(g\eta\mu\theta-\frac{k}{m_1+m_2}\cdot x)$$

Η επαφή ανάμεσα στα σώματα Σ_1 και Σ_2 χάνεται όταν: **F=0**.

$$m_2(g\eta\mu\theta-\frac{k}{m_1+m_2}\cdot x)=0\Rightarrow g\eta\mu\theta-\frac{k}{m_1+m_2}\cdot x=0\Rightarrow (m_1+m_2)g\eta\mu\theta-k\cdot x=0\Rightarrow$$

$$\Rightarrow x=\frac{(m_1+m_2)g\eta\mu\theta}{k}$$

Για να μη χαθεί η επαφή θα πρέπει:

$$A < x \Rightarrow A < \frac{(m_1+m_2)g\eta\mu\theta}{k} \Rightarrow k\cdot A < (m_1+m_2)g\eta\mu\theta.$$

Θέμα Γ

Γ.1 Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας για την ηλεκτρική ταλάντωση, θα έχουμε:

$$\left.\begin{array}{l} E=U_E+U_B \Leftrightarrow U_E=E-U_B \Rightarrow U_E=E-\frac{1}{2}Li^2 \\ U_E=8\cdot10^{-2}(1-i^2) \Leftrightarrow U_E=8\cdot10^{-2}-8\cdot10^{-2}\cdot i^2 \end{array}\right\} \text{από τη σύγκριση:}$$

$$E=8\cdot10^{-2}\,J \text{ και } \frac{1}{2}L=8\cdot10^{-2} \text{ ή } L=16\cdot10^{-2}\ H$$

$$E=\frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow C=\frac{2E}{V^2} \Rightarrow C=\frac{2\cdot8\cdot10^{-2}}{16\cdot10^2}\ F \Rightarrow C=10^{-4}\ F$$

Άρα, η περίοδος της ηλεκτρικής ταλάντωσης θα είναι ίση με:

$$T=2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow T=2\pi\sqrt{16\cdot10^{-2}\cdot10^{-4}}\ s \Rightarrow \underline{T=8\pi\cdot10^{-3}\ s}$$

Γ.2 Η δυναμική ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή είναι:

$$\left.\begin{array}{l} \left.\begin{array}{l} U_E=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C} \\ q=Q\cdot\sigma\upsilon\nu\omega t \end{array}\right\} \Rightarrow U_E=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\sigma\upsilon\nu^2\frac{2\pi}{T}t \\ \qquad\qquad E=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \end{array}\right\} \Rightarrow U_E=E\cdot\sigma\upsilon\nu^2\frac{2\pi}{T}t$$

Τη χρονική στιγμή $t=\frac{T}{12}$ η ενέργεια είναι:

$$U_E=8\cdot10^{-2}\cdot\sigma\upsilon\nu^2\frac{2\pi}{\cancel{T}}\frac{\cancel{T}}{12} \Rightarrow U_E=8\cdot10^{-2}\cdot\sigma\upsilon\nu^2\frac{\pi}{6}\ J \Rightarrow U_E=8\cdot10^{-2}\cdot(\frac{\sqrt{3}}{2})^2\ J \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{U_E=6\cdot10^{-2}\ J}$$

Γ.3 Από το νόμο της αυτεπαγωγής:

$$(E_{\alpha\upsilon\tau}=)V_L=V_C=-L\frac{\Delta i}{\Delta t} \Leftrightarrow \left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|=\frac{|V_C|}{L} \Rightarrow \left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|=\frac{\frac{|q|}{C}}{L} \Rightarrow \left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|=\frac{|q|}{LC}\ (1)$$

Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας, για τις στιγμές που $U_E=3\cdot U_B$:

$$\left.\begin{array}{l} U_E=3\cdot U_B \Leftrightarrow U_B=\frac{U_E}{3} \\ \qquad E=U_E+U_B \end{array}\right\} \Rightarrow E=U_E+\frac{U_E}{3} \Rightarrow E=\frac{4}{3}U_E \Rightarrow U_E=\frac{3}{4}E \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\cancel{2}}\frac{q^2}{C}=\frac{3}{\cancel{4}_2}E \Rightarrow q^2=\frac{3}{2}E\cdot C \Rightarrow |q|=\sqrt{\frac{3}{2}E\cdot C} \Rightarrow |q|=\sqrt{\frac{3}{\cancel{2}}\overset{4}{\cancel{8}}\cdot10^{-2}\cdot10^{-4}}\ C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |q|=2\sqrt{3}\cdot10^{-3}\ C$$

Άρα, από την (1):

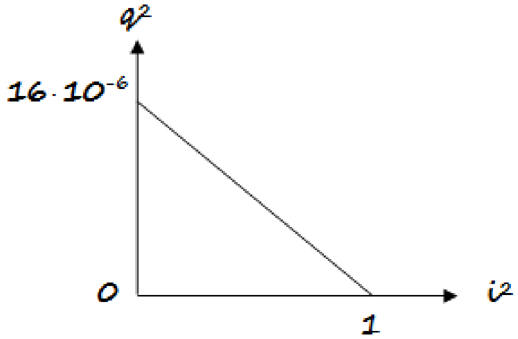
$$\left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|=\frac{\cancel{2}\sqrt{3}\cdot10^{-3}}{\cancel{16}\cdot10^{-2}\cdot10^{-4}}\ \frac{A}{s} \Rightarrow \underline{\left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|=\frac{\sqrt{3}}{8}\cdot10^3\ \frac{A}{s} \text{ ή } \left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|=125\cdot\sqrt{3}\ \frac{A}{s}}$$

Γ.4 Από τη δυναμική ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή, θα έχουμε:

$$\left.\begin{array}{l} U_E=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}\Rightarrow U_E=\frac{1}{2\cdot 10^{-4}}q^2 \\ U_E=8\cdot 10^{-2}-8\cdot 10^{-2}\cdot i^2 \end{array}\right\}\Rightarrow \frac{1}{2\cdot 10^{-4}}q^2=8\cdot 10^{-2}-8\cdot 10^{-2}\cdot i^2\Rightarrow$$

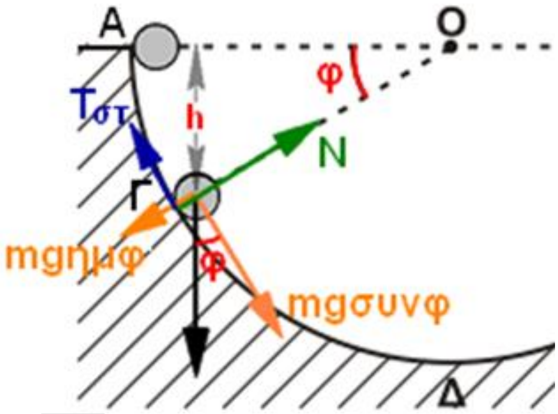
$$\Rightarrow \underline{q^2=16\cdot 10^{-6}-16\cdot 10^{-6}\cdot i^2}$$

Η γραφική παράσταση είναι της μορφής $y=\beta-\alpha x$:



Θέμα Δ

Δ.1



Από το θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης για τη σφαίρα:

$$\left.\begin{array}{l} \Sigma\tau=I\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}\Rightarrow T_{\sigma\tau}\cdot \cancel{r}=\frac{2}{5}mr^{\cancel{2}}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \\ \alpha_{cm}=r\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \end{array}\right\}\Rightarrow T_{\sigma\tau}=\frac{2}{5}m\alpha_{cm}\Rightarrow m\alpha_{cm}=\frac{5}{2}T_{\sigma\tau}\ (1)$$

Από το 2ο νόμο του Newton για τη μεταφορική κίνηση της σφαίρας:

$$\Sigma F=m\cdot\alpha_{cm}\Leftrightarrow mg\sigma\upsilon\nu\varphi-T_{\sigma\tau}=m\cdot\alpha_{cm}\overset{(1)}{\Rightarrow}mg\sigma\upsilon\nu\varphi-T_{\sigma\tau}=\frac{5}{2}T_{\sigma\tau}\Rightarrow\frac{5}{2}T_{\sigma\tau}=mg\sigma\upsilon\nu\varphi\Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{\sigma\tau}=\frac{2}{7}mg\sigma\upsilon\nu\varphi\Rightarrow T_{\sigma\tau}=\frac{2}{7}\cdot 1{,}4\cdot 10\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi\Rightarrow \underline{T_{\sigma\tau}=4\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi}$$

Δ.2 Η $\Sigma\vec{F}_y$ είναι η απαραίτητη κεντρομόλος δύναμη, όσο η σφαίρα είναι σε επαφή με το ημισφαίριο:

$$\Sigma F_y=F_{\kappa\varepsilon\nu\tau\rho}\Rightarrow N-mg\eta\mu\varphi=\frac{m\upsilon_{cm}^2}{R}\Rightarrow N=mg\eta\mu\varphi+\frac{m\upsilon_{cm}^2}{R}\Rightarrow N=m(g\eta\mu\varphi+\frac{\upsilon_{cm}^2}{R})\ (2)$$

Η κινητική ενέργεια της σφαίρας που κυλίεται στο ημισφαίριο γράφεται ως:

$$\left.\begin{array}{l} K_{ολ}=K_{μετ}+K_{στροφ} \Rightarrow K_{ολ}=\frac{1}{2}mv_{cm}^2+\frac{1}{2}I\cdot\omega^2 \Rightarrow K_{ολ}=\frac{1}{2}mv_{cm}^2+\frac{1}{\cancel{2}}\frac{\cancel{2}}{5}mr^2\omega^2 \\ v=\omega\cdot r \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$K_{ολ}=\frac{1}{2}mv_{cm}^2+\frac{1}{5}mv_{cm}^2 \Rightarrow K_{ολ}=\frac{7}{10}mv_{cm}^2$$

Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας, για την κύλιση της σφαίρας από το Α στο Γ, θα έχουμε:

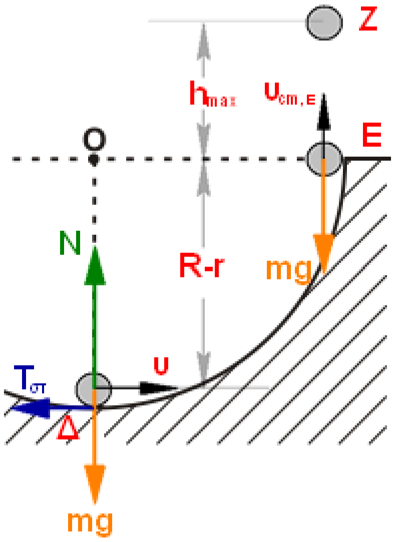
$$\cancel{K_{ολ,Α}}^{0}+U_Α=K_{ολ,Γ}+\cancel{U_Γ}^{0} \Rightarrow \cancel{m}gh=\frac{7}{10}\cancel{m}v_{cm,Γ}^2 \Rightarrow gRημφ=\frac{7}{10}v_{cm,Γ}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_{cm,Γ}^2}{R}=\frac{10}{7}gημφ$$

Επομένως, από την (2), θα έχουμε:

$$N=m(gημφ+\frac{10}{7}gημφ) \Rightarrow N=\frac{17}{7}mgημφ \Rightarrow N=\frac{17}{7}1{,}4\cdot 10\cdot\frac{1}{2}\ N \Rightarrow \underline{N=17\ N}$$

Δ.3 Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας, για την κύλιση της σφαίρας από το Δ στο Ε, θα έχουμε:



$$K_{ολ,Δ}+\cancel{U_Δ}^{0}=K_{ολ,Ε}+U_Ε \Rightarrow \frac{7}{10}mv_{cm,Δ}^2=\frac{7}{10}mv_{cm,Ε}^2+mg(R-r) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{7}{10}mv_{cm,Ε}^2=\frac{7}{10}mv_{cm,Δ}^2-mg(R-\frac{R}{8}) \Rightarrow \cancel{m}v_{cm,Ε}^2=\cancel{m}v_{cm,Δ}^2-\frac{10}{\cancel{7}}\cancel{m}g\frac{\cancel{7}}{8}R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{cm,Ε}^2=v_{cm,Δ}^2-\frac{5}{4}gR \Rightarrow v_{cm,Ε}=\sqrt{v_{cm,Δ}^2-\frac{5}{4}gR} \Rightarrow v_{cm,Ε}=4\ \frac{m}{s}$$

Από τη στιγμή που χάνεται η επαφή της σφαίρας με το ημισφαίριο η κινητική ενέργειά της λόγω στροφικής κίνησης παραμένει σταθερή. Έτσι, από την αρχή διατήρησης της ενέργειας για την κίνηση της σφαίρας από το σημείο Ε στο σημείο Ζ, θα έχουμε:

$$K_{ολ,E}+\cancel{U_E}^{0}=K_{ολ,Z}+U_Z \Rightarrow \frac{1}{\cancel{2}}\cancel{m}\upsilon^2_{cm,E}+\cancel{\frac{1}{2}I\omega^2_E}=\cancel{\frac{1}{2}I\omega^2_E}+\cancel{m}gh_{max} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_{max}=\frac{\upsilon^2_{cm,E}}{2g} \Rightarrow h_{max}=\frac{16}{20}\ m \Rightarrow \underline{h_{max}=0,8\ m}$$

Δ.4 Τη στιγμή που χάνεται η επαφή της σφαίρας με το ημισφαίριο, θα έχουμε:

$$\underline{\frac{\Delta L}{\Delta t}=\Sigma\tau=0}.$$