Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ Λυκείου 20/5/2023

ΘΕΜΑ Α

Α1 - β Α2 - β Α3 - δ Α4 - γ Α5 Σ Λ Σ Σ Σ

ΘΕΜΑ Β

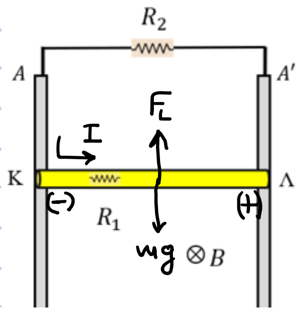
Β1 - α Όταν η αρχή Ο έχει εκτελέσει 4 πλήρεις ταλαντώσεις τότε $t = t_\Sigma = 4T$ και το Σ ξεκινά ταλ.

Ισχύει $x_\Sigma = \upsilon t_\Sigma = \frac{\lambda}{T} 4T \Rightarrow x_\Sigma = 4\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{x_\Sigma}{4} = 2m$

Για τη φάση του Σ ισχύει $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{T}\Delta t \Rightarrow 8\pi = \frac{2\pi}{T} \cdot 2 \Rightarrow T = 0,5\ sec$

Άρα $\upsilon = \lambda / T \Rightarrow \boxed{\upsilon = 4 m/s}$ α

Β2 - γ Επειδή ο αγωγός κινείται στο ΟΜΠ εμφανίζει ΗΕΔ από επαγωγή $\mathcal{E}_{\varepsilon\pi} = B\upsilon\ell$, θα διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα $I = \frac{\mathcal{E}_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}$ και θα δέχεται δύναμη Laplace $F_L = BI\ell$. Όταν $\Sigma F = 0$ αποκτά οριακή ταχύτητα υ_{op}.



$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L' = mg \longrightarrow I' = I_{op} = \frac{\mathcal{E}_{\varepsilon\pi}'}{R_{o\lambda}} = \frac{B\upsilon_{op}\ell}{R_{o\lambda}}$ άρα $\boxed{BI'\ell = mg}$

Όταν $\upsilon = \frac{\upsilon_{op}}{3}$ $I = \frac{\mathcal{E}_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{B\upsilon\ell}{R_{o\lambda}} = \frac{1}{3}\frac{B\upsilon_{op}\ell}{R_{o\lambda}} \Rightarrow I = \frac{I'}{3}$

Τότε $F_L = BI\ell = \frac{1}{3}BI'\ell = \frac{1}{3}mg$ και $\Sigma F = mg - F_L = mg - \frac{1}{3}mg = \frac{2}{3}mg$

Ισχύει $\frac{dK}{dt} = \frac{dW_{\Sigma F}}{dt} = \frac{\Sigma F \cdot dx}{dt} = \Sigma F \cdot \upsilon = \frac{2}{3}mg\frac{\upsilon_{op}}{3} \Rightarrow \boxed{\frac{dK}{dt} = \frac{2}{9}mg\upsilon_{op}}$ γ

Β3 - α Ισχύει $\lambda' = \frac{h}{p}$. Όταν τα σκεδαζόμενα φωτόνια έχουν ελάχιστο μέτρο ορμής p_{min} θα έχουν μέγιστο μήκος κύματος λ'_{max}

Ισχύει $\lambda' = \lambda + \lambda_c(1 - \sigma\upsilon\nu\varphi)$. Όταν $\varphi = 180^o \rightarrow \sigma\upsilon\nu\varphi = \sigma\upsilon\nu 180^o = 1 \rightarrow \lambda' = \lambda'_{max}$

Άρα $\lambda'_{max} = \lambda + \lambda_c[1 - (-1)] \Rightarrow \lambda'_{max} = \lambda + 2\lambda_c$

Έχουμε: $\lambda_1 = \frac{\lambda_c}{2} \rightarrow \lambda'_{1max} = \lambda_1 + 2\lambda_c = \frac{\lambda_c}{2} + 2\lambda_c \Rightarrow \lambda'_{1max} = \frac{5}{2}\lambda_c$

$$\lambda_2 = 2\lambda_c \longrightarrow \lambda'_{2max} = \lambda_2 + 2\lambda_c = 2\lambda_c + 2\lambda_c \Rightarrow \lambda'_{2max} = 4\lambda_c$$

Για τις ενέργειες των φωτονίων λ_1 και λ'_{1max} έχουμε:

$$E_1 = hf_1 = \frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\frac{\lambda_c}{2}} = \frac{2hc}{\frac{h}{m_e c}} \Rightarrow E_1 = 2mc^2$$

$$E'_1 = hf'_1 = \frac{hc}{\lambda'_{1max}} = \frac{hc}{\frac{5}{2}\lambda_c} = \frac{2}{5}\frac{hc}{\frac{h}{m_e c}} \Rightarrow E'_1 = \frac{2}{5}m_e c^2$$

Για την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου έχουμε:

$$E_1 = E'_1 + K_{e(1)} \Rightarrow K_{e(1)} = E_1 - E'_1 = 2m_e c^2 - \frac{2}{5}m_e c^2 \Rightarrow \underline{K_{e(1)} = \frac{8}{5}m_e c^2}$$

Ομοίως: $E_2 = hf_2 = \frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{2\lambda_c} = \frac{hc}{2\cdot\frac{h}{m_e c}} \Rightarrow E_2 = \frac{1}{2}m_e c^2$

$$E'_2 = hf'_2 = \frac{hc}{\lambda'_{2max}} = \frac{hc}{4\lambda_c} = \frac{hc}{4\frac{h}{m_e c}} \Rightarrow E'_2 = \frac{1}{4}m_e c^2$$

και $K_{e(2)} = E_2 - E'_2 = \frac{1}{2}m_e c^2 - \frac{1}{4}m_e c^2 \Rightarrow \underline{K_{e(2)} = \frac{1}{4}m_e c^2}$

Άρα $\frac{K_{e(1)}}{K_{e(2)}} = \frac{\frac{8}{5}m_e c^2}{\frac{1}{4}m_e c^2} \Rightarrow \boxed{\frac{K_{e(1)}}{K_{e(2)}} = \frac{32}{5}}$ (α)

ΘΕΜΑ Γ

Γ1 Ισχύς στην επιφάνεια: $P_\varepsilon = \frac{E_{επιφ}}{\Delta t} = \frac{N_\varphi}{\Delta t}\cdot hf$

Ισχύει $E = hf = \frac{1200\,(eV\cdot nm)}{\lambda\,(nm)} = \frac{1200}{75}\,eV \Rightarrow \underline{E = hf = 16\,eV}$

Άρα $P_\varepsilon = \frac{10^{16}}{8}\,16\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\,W \Rightarrow P_\varepsilon = 3{,}2\cdot 10^{-3}\,W = 3{,}2\,mW$

Για την ένταση ακτινοβολίας σε απόσταση R ισχύει:

$$I = I_{\substack{επιφανειας\\μεταλλου}} \Rightarrow \frac{P}{A_R} = \frac{P_\varepsilon}{A} \Rightarrow P = P_\varepsilon \frac{A_R}{A} = P_\varepsilon \frac{4\pi R^2}{A}$$

$$\Rightarrow P = 3{,}2\cdot 10^{-3}\,\frac{4\pi\cdot 1}{4\pi\cdot 10^{-4}}\,W \Rightarrow \boxed{P = 32\,W}$$

Γ2 Ισχύει: $E = K_{max} + \Phi \Rightarrow \Phi = E - K_{max} = 16\,eV - 11{,}25\,eV \Rightarrow \boxed{\Phi = 4{,}75\,eV}$

Γ3 Τα ηλεκτρόνια εισέρχονται στο ΟΜΠ με ταχύτητα υ.

Ισχύει: $K_{max} = \frac{1}{2} m_e υ^2 \Rightarrow υ = \sqrt{\frac{2K_{max}}{m_e}} = \sqrt{\frac{2\cdot 11{,}25\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}}{9\cdot 10^{-31}}}\ m/s \Rightarrow \underline{υ = 2\cdot 10^{6}\ m/s}$

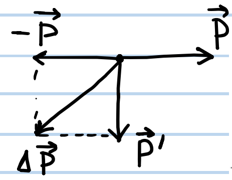
Ακτίνα κυκλικής τροχιάς: $R = \frac{m_e υ}{B|q_e|} = \frac{9\cdot 10^{-31}\cdot 2\cdot 10^{6}}{\frac{1}{4}\cdot 10^{-3}\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}}\ m = 4{,}5\cdot 10^{-2}\ m \Rightarrow \underline{R = 4{,}5 cm}$

Επειδή $R = 4{,}5 cm = \frac{α}{2}$ τα ηλεκτρόνια εντός του ΟΜΠ διαγράφουν τεταρτοκύκλιο και εξέρχονται κάθετα από το μέσο της πλευράς ΓΔ

Μήκος τόξου: $S = Rθ = 4{,}5\cdot 10^{-2}\cdot \frac{π}{2}\ m \Rightarrow \boxed{S = 2{,}25π\cdot 10^{-3} m = 2{,}25π\ cm}$

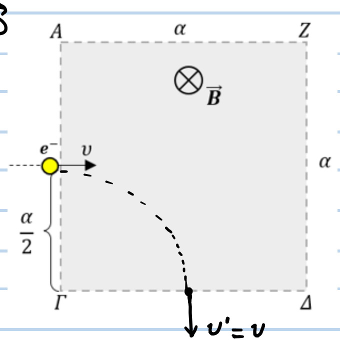
Κινούνται για χρόνο $t = \frac{T}{4} = \frac{1}{4}\frac{2π m_e}{B|q_e|} \Rightarrow \boxed{t = \frac{9π}{8} 10^{-8} sec}$

Γ4 Ισχύει $Δ\vec{p} = \vec{p}' - \vec{p} = \vec{p}' + (-\vec{p})$



Κατά μέτρο $p = p' = m_e υ = 18\cdot 10^{-25} \frac{kgm}{s}$

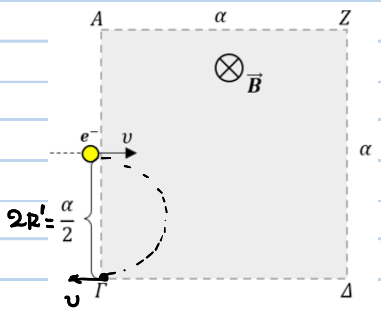
$|Δ\vec{p}| = \sqrt{p^2 + p'^2} = \sqrt{2p^2} = p\sqrt{2} \Rightarrow \boxed{|Δ\vec{p}| = 18\sqrt{2}\cdot 10^{-25} \frac{kgm}{s}}$



Γ5 Αφού ο χρόνος παραμονής των ηλεκτρονίων στο ΟΜΠ διπλασιάζεται θα είναι $t' = 2t = \frac{T}{2}$. Διαγράφοντας ημικύκλιο με τη μέγιστη δυνατή ακτίνα θα εξέρχονται από την κορυφή Γ έχοντας $R' = \frac{α}{4}$.

Ισχύει $R' = \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{m_e υ'}{B|q_e|} = \frac{1}{2}\frac{m_e υ}{B|q_e|} \Rightarrow υ' = \frac{υ}{2}$

Οπότε $K'_{max} = \frac{1}{2} m υ'^2 = \frac{1}{4}\frac{1}{2} m υ^2 = \frac{K_{max}}{4} = \frac{11{,}25}{4} eV$

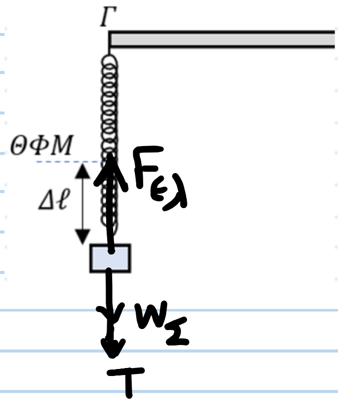


Επίσης $E' = K'_{max} + Φ = \frac{11{,}25}{4} eV + 4{,}75 eV$

$\Rightarrow E' = \frac{11{,}25 + 19}{4} eV \Rightarrow \boxed{E' = \frac{30{,}25}{4} eV = 7{,}5625 eV}$

ΘΕΜΑ Δ

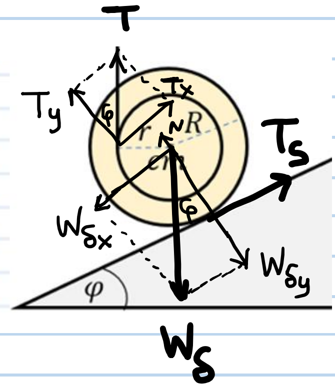
Δ1 Ισορροπία σώματος Σ:



$\Sigma F_{Σ(y)} = 0 \Rightarrow F_{ελ} = W_Σ + T$

$\Rightarrow T = k\Delta\ell - mg$

$\Rightarrow T = 40N - 10N \Rightarrow \underline{T = 30N}$



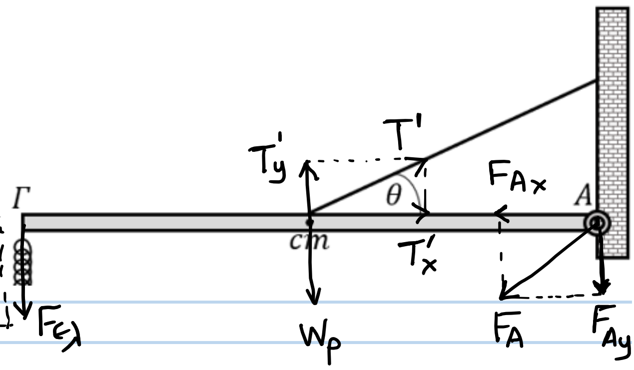
Ισορροπία δίσκου:

$\Sigma \tau_{cm} = 0 \Rightarrow \tau_T - \tau_{T_s} = 0 \Rightarrow Tr = T_s R \Rightarrow T\frac{2}{3}R = T_s R \Rightarrow \underline{T_s = \frac{2}{3}T = 20N}$

$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_s + T_x = W_{δx} \Rightarrow T_s + T ημφ = W_δ ημφ$

$\Rightarrow 20 + 30\frac{1}{2} = W_δ\frac{1}{2} \Rightarrow W_δ = M_δ g = 70N \xrightarrow{g=10 m/s^2} \boxed{M_δ = 7kg}$

Δ2 Ισορροπία ράβδου



$\Sigma \tau_A = 0 \Rightarrow \tau_{T'_y} - \tau_{F_{ελ}} - \tau_{W_ρ} = 0$

$\Rightarrow T'_y\frac{\ell}{2} = F_{ελ}\ell + W_ρ\frac{\ell}{2}$ $\quad F_{ελ} = k\Delta\ell = 40N$

$\Rightarrow T'_y = 2\cdot 40N + 40N$ $\quad W_ρ = M_ρ g = 40N$

$\Rightarrow T'_y = 120N \Rightarrow T'\cdot ημθ = 120N$

$\Rightarrow T'\frac{1}{2} = 120N \Rightarrow \underline{T' = 240N}$

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T'_y = F_{ελ} + W_ρ + F_{Ay} \Rightarrow 120N = 40N + 40N + F_{Ay} \Rightarrow \underline{F_{Ay} = 40N}$

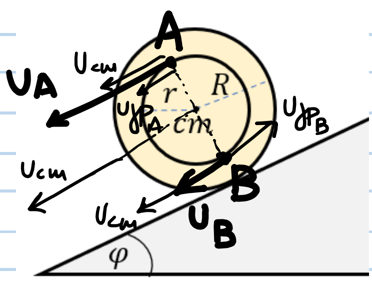
$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_{Ax} = T'_x = T'συνθ = 240\frac{\sqrt{3}}{2}N \Rightarrow \underline{F_{Ax} = 120\sqrt{3}N}$

$\vec{F_A} = \vec{F_{Ax}} + \vec{F_{Ay}} \longrightarrow$ μέτρο $F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{(120\sqrt{3})^2 + 40^2}\ N$

$\Rightarrow F_A = \sqrt{(3\cdot\sqrt{3}\cdot 40)^2 + 40^2}\ N = \sqrt{28\cdot 40^2}\ N = \sqrt{4\cdot 7\cdot 40^2}\ N$

$\Rightarrow \boxed{F_A = 80\sqrt{7}N}$ $\qquad F_A = \sqrt{44800}\ N$

Δ3 Την $t = 0,6\ sec$ $υ_{cm} = α_{cm}t = 4 m/s$.



Ισχύει $υ_{cm} = Rω$, $υ_{γρA} = υ_{γρB} = rω = \frac{2}{3}Rω = \frac{2}{3}υ_{cm} = \frac{8}{3} m/s$

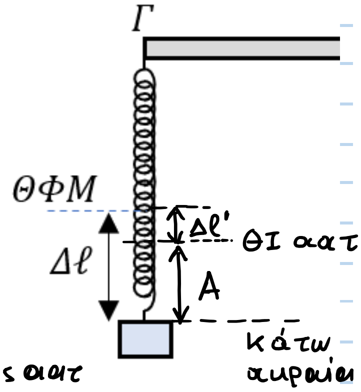
$\vec{υ_A} = \vec{υ_{cm}} + \vec{υ_{γρA}} \Rightarrow υ_A = υ_{cm} + υ_{γρA} \Rightarrow \boxed{υ_A = \frac{20}{3} m/s}$

$\vec{υ_B} = \vec{υ_{cm}} + \vec{υ_{γρB}} \Rightarrow υ_B = υ_{cm} - υ_{γρB} \Rightarrow \boxed{υ_B = \frac{4}{3} m/s}$

Δ4| Δίνεται $\Delta\ell = 0,4m$

Στη ΘΙ της ααт $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{ελ}' = W_\Sigma$

$\Rightarrow k\Delta\ell' = mg \Rightarrow \Delta\ell' = \frac{mg}{k} \Rightarrow \Delta\ell' = 0,1m$



Το σώμα Σ ξεκινά ααт από την κάτω ακραία θέση οπότε $A = \Delta\ell - \Delta\ell' = 0,3m$ $(t=0,\ y=+A)$

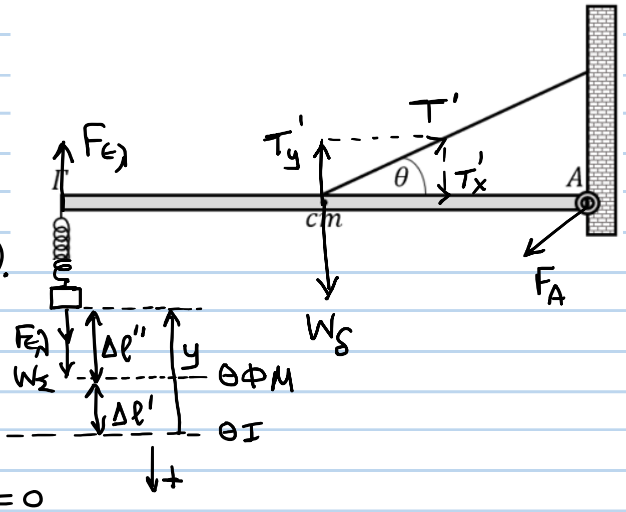
Μέγιστη ταχύτητα ανεβαίνοντας αποκτά στη ΘΙ της ααт

Ισχύει $\upsilon_{max} = \omega A$ όπου $D = k = m\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{k/m} = 10\, rad/s$

άρα $\upsilon_{max} = 10 \cdot 0,3\ m/s \Rightarrow \boxed{\upsilon_{max} = 3 m/s}$

Δ5| Επειδή $A = 0,3m > \Delta\ell' = 0,1m$ το σώμα Σ καθώς εκτελεί ααт θα κινείται και πάνω από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου (ΘΦΜ).

Τότε η δύναμη του ελατηρίου στη ράβδο έχει φορά προς τα πάνω.



Ισχύει $\Sigma\tau_A = 0 \Rightarrow \tau_{T''} + \tau_{F_{ελ}} - \tau_{W_\rho} = 0$

$\Rightarrow T''\frac{\ell}{2} = W_\rho \frac{\ell}{2} - F_{ελ}\ell \Rightarrow T'' = M_\rho g - 2F_{ελ}$

Όταν το νήμα χαλαρώνει $T'' = 0 \Rightarrow 2F_{ελ} = M_\rho g \Rightarrow 2k\Delta\ell'' = M_\rho g$

$\Rightarrow \Delta\ell'' = \frac{M_\rho g}{2k} = \frac{40}{200} m \Rightarrow \Delta\ell'' = 0,2m$ (απόσταση από ΘΦΜ)

Τότε το σώμα από τη ΘΙ απέχει $|y| = \Delta\ell' + \Delta\ell'' = 0,3m$

όμως $y < 0$ άρα $y = -0,3m = -A$. Άρα το νήμα χαλαρώνει στιγμιαία όταν το σώμα φτάνει στην άνω ακραία θέση.

Το σώμα Σ ξεκινά ααт την $t=0$ από την κάτω ακραία θέση $y=+A$ και κινείται μέχρι την άνω ακραία θέση $y=-A$ όταν χαλαρώνει το νήμα, άρα $t = \frac{T}{2} \Rightarrow \boxed{t = \frac{\pi}{10} sec = 0,1\pi\, sec}$

όπου $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,2\pi\, sec$