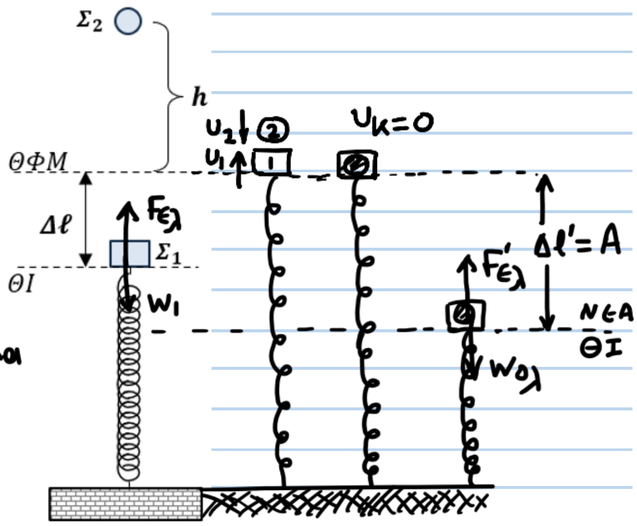
Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ' λυκείου 8/11/2025

ΘΕΜΑ Α

Α1-γ   Α2-γ   Α3-δ   Α4-α   Α5 ΛΛΣΣΛ

ΘΕΜΑ Β



$\boxed{\text{Β1 Ι-β}}$ Το συσσωμάτωμα μετά την κρούση παραμένει στιγμιαία ακίνητο στη ΘΦΜ. Άρα στη νέα ααт που εκτελεί το συσσωμάτωμα βρίσκεται σε ακραία θέση.

Στη Νέα ΘΙ ισχύει:

$$\Sigma F=0 \Rightarrow F'_{\varepsilon\lambda}=w_{o\lambda} \Rightarrow K\Delta\ell'=m_{o\lambda}g \Rightarrow \Delta\ell'=\frac{m_{o\lambda}g}{K}=\frac{3mg}{K}$$

Άρα το πλάτος ααт του συσσωματώματος είναι $A=\Delta\ell'=\frac{3mg}{K}$

Στην αρχική ΘΙ του σώματος Σ_1 ισχύει:

$$\Sigma F_1=0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda}=w_1 \Rightarrow K\Delta\ell=m_1 g \Rightarrow K\Delta\ell=2mg \Rightarrow \Delta\ell=\frac{2mg}{K}$$

Άρα $\frac{A}{\Delta\ell}=\frac{3mg/K}{2mg/K}=\frac{3}{2} \Rightarrow \boxed{A=1{,}5\,\Delta\ell}$ β

$\boxed{\text{ΙΙ- α}}$ Πριν την κρούση το σώμα Σ_1 στη ΘΦΜ έχει ταχύτητα $\vec{\upsilon}_1$. Ισχύει: $E_1=K_1+U_1 \Rightarrow \frac{1}{2}KA_1^2=\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2+\frac{1}{2}K\Delta\ell^2$

$$\Rightarrow \upsilon_1^2=\frac{K}{m_1}\left(A_1^2-\Delta\ell^2\right) \quad \text{όπου} \quad A_1=\sqrt{3}\,\Delta\ell$$

$$\Rightarrow \upsilon_1^2=\frac{K}{2m}\left(3\Delta\ell^2-\Delta\ell^2\right) \Rightarrow \upsilon_1^2=\frac{K\Delta\ell^2}{m}$$

Στην πλαστική κρούση ΑΔΟ: $\vec{P}_{o\lambda\,\pi\rho\iota\nu}=\vec{P}_{o\lambda\,\mu\varepsilon\tau\alpha} \Rightarrow \vec{P}_1+\vec{P}_2=\vec{P}_K$ (↑+)

$$\Rightarrow P_1-P_2=0 \Rightarrow m_1\upsilon_1=m_2\upsilon_2 \Rightarrow 2m\upsilon_1=m\upsilon_2 \Rightarrow \upsilon_2^2=4\upsilon_1^2$$

ΘΜΚΕ για m_2: $K_{2\tau\varepsilon\lambda}-\cancel{K_{2\alpha\rho\chi}}^{\,0}=W_{w_2} \Rightarrow \frac{1}{2}m_2\upsilon_2^2=m_2 g h$

$$\Rightarrow h=\frac{\upsilon_2^2}{2g}=\frac{4\upsilon_1^2}{2g}=\frac{2\upsilon_1^2}{g}=\frac{2K\Delta\ell^2}{mg}=\frac{2K}{mg}\,\frac{4(mg)^2}{K^2} \Rightarrow \boxed{h=\frac{8mg}{K}}$$ α

B2-γ Τη χρονική στιγμή t_1: $A_1 = \frac{A_0}{2} \Rightarrow A_0 e^{-\Lambda t_1} = \frac{A_0}{2}$

$$\Rightarrow e^{-\Lambda t_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Lambda t_1 = \ln 2 \Rightarrow t_1 = \frac{\ln 2}{\Lambda}$$

Τη χρονική στιγμή $t_2 = 3t_1$: $A_2 = A_0 e^{-\Lambda t_2}$ όπου $\Lambda t_2 = 3\Lambda t_1 = 3\Lambda \frac{\ln 2}{\Lambda}$

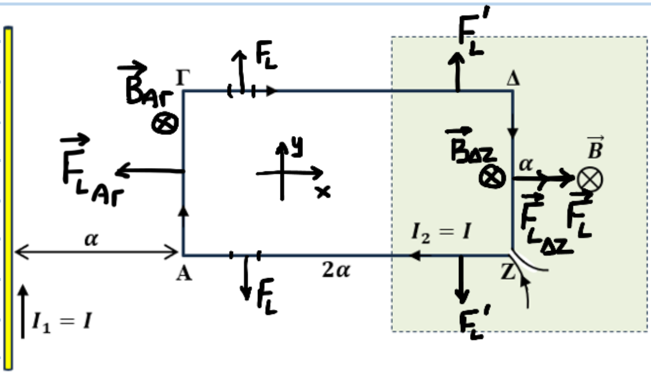
$$\Rightarrow A_2 = A_0 e^{-\ln 8} = \frac{A_0}{e^{\ln 8}} \Rightarrow A_2 = \frac{A_0}{8} \qquad \Lambda t_2 = 3\ln 2 = \ln 8$$

Η ενέργεια τη χρονική στιγμή t_2 είναι: $E_2 = \frac{1}{2} D A_2^2 = \frac{1}{64}\frac{1}{2} D A_0^2 = \frac{E_0}{64}$

Άρα το έργο της αντιτιθέμενης δύναμης είναι:

$$W_{F'} = E_2 - E_0 = \frac{E_0}{64} - E_0 \Rightarrow \boxed{W_{F'} = -\frac{63}{64} E_0} \quad (γ)$$

B3-α Το κάθε στοιχειώδες τμήμα της πλευράς ΓΔ δέχεται δύναμη Laplace αντίθετη από τη δύναμη Laplace που δέχεται το αντίστοιχο απέναντι στοιχειώδες τμήμα της πλευράς ΑΖ λόγω του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο ευθύγραμμος αγωγός. Επίσης αντίθετες είναι και οι δυνάμεις Laplace που ασκούνται στα τμήματα των πλευρών ΓΔ και ΑΖ που βρίσκονται εντός του ΟΜΠ $\vec{B}$. Άρα $\Sigma \vec{F}_{Ly} = \vec{0}$



Αφού το πλαίσιο είναι ακίνητο $\Sigma \vec{F}_L = \vec{0} \Rightarrow \Sigma \vec{F}_{Lx} + \Sigma \vec{F}_{Ly} = \vec{0}$

οπότε και $\Sigma \vec{F}_{Lx} = \vec{0}$

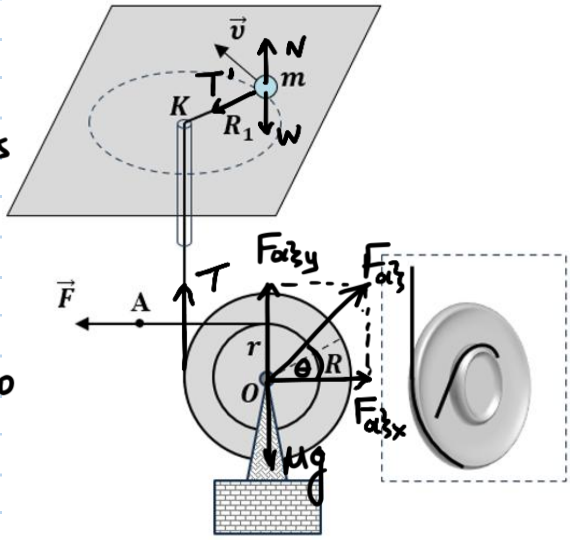
$$\Rightarrow F_L + F_{L\Delta Z} - F_{LA\Gamma} = 0 \Rightarrow F_L = F_{LA\Gamma} - F_{L\Delta Z}$$

$$\Rightarrow B I \alpha = B_{A\Gamma} I \alpha - B_{\Delta Z} I \alpha$$

$$\Rightarrow B = B_{A\Gamma} - B_{\Delta Z} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I}{\alpha} - \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I}{3\alpha}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2\pi\alpha} - \frac{\mu_0 I}{6\pi\alpha} \Rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_0 I}{3\pi\alpha}} \quad (α)$$

ΘΕΜΑ Γ



Στη διπλή τροχαλία ασκούνται το βάρος της $M\vec{g}$, η τάση νήματος $\vec{T}$ από το νήμα που είναι τυλιγμένο στον δίσκο ακτίνας R, η δύναμη $\vec{F}$ μέσω του νήματος που είναι τυλιγμένο στον δίσκο ακτίνας r και δύναμη από τον άξονα $\vec{F}_{αξ}$ στο κέντρο O.

Γ1 Ισορροπία διπλής τροχαλίας:

$$\Sigma\tau_{(0)} = 0 \Rightarrow \tau_F - \tau_T = 0 \Rightarrow Fr = TR \Rightarrow T = \frac{r}{R}F \Rightarrow \boxed{T = 4N}$$

Γ2 $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_{αξx} = F = 5N$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_{αξy} + T = Mg \Rightarrow F_{αξy} = Mg - T = 10N$$

$\vec{F}_{αξ} = \vec{F}_{αξx} + \vec{F}_{αξy}$ μέτρο: $F_{αξ} = \sqrt{F_{αξx}^2 + F_{αξy}^2} = \sqrt{125}N \Rightarrow \boxed{F_{αξ} = 5\sqrt{5}N}$

κατεύθυνση: $εφθ = \frac{F_{αξy}}{F_{αξx}} = \frac{10}{5} \Rightarrow \boxed{εφθ = 2}$

Γ3 Η τάση νήματος $\vec{T}'$ (κατά μέτρο $T = T' = 4N$) είναι η κεντρομόλος δύναμη που δέχεται το σφαιρίδιο στην κυκλική κίνηση ακτίνας R_1 που εκτελεί. Ισχύει:

$$\Sigma F_{R_1} = m a_κ \Rightarrow T' = \frac{m υ^2}{R_1} \Rightarrow υ^2 = \frac{T' R_1}{m} \Rightarrow υ^2 = 4\frac{m^2}{s^2} \Rightarrow υ = 2m/s$$

Η στροφορμή του σφαιριδίου έχει μέτρο: $L = m υ R \Rightarrow \boxed{L = 2\,kg\frac{m^2}{s}}$ και κατεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς στο κέντρο K με φορά προς τα πάνω (↑)

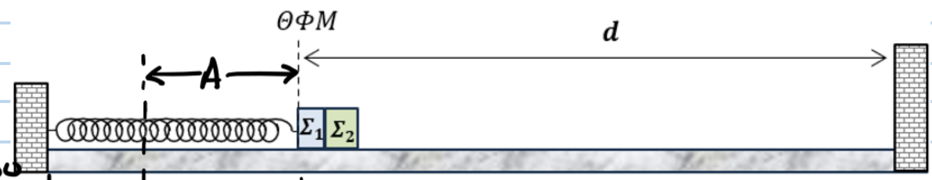
Γ4 Για το σφαιρίδιο ισχύει $\Sigma\tau_κ = 0$ οπότε διατηρείται η στροφορμή: $\vec{L}_{αρχ} = \vec{L}_{τελ} \Rightarrow m υ R_1 = m υ' R_2 \Rightarrow υ' = \frac{R_1 υ_1}{R_2} \Rightarrow \boxed{υ' = 4m/s}$

Γ5 Από την κεντρομόλο: $\Sigma F_{R_2} = m a_κ' \Rightarrow T_ν' = \frac{m υ'^2}{R_2} = 32N.$

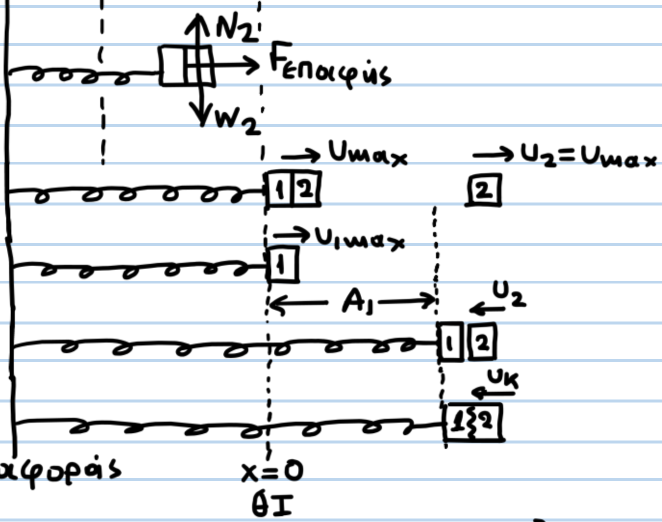
Ισορροπία διπλής τροχαλίας: $\Sigma\tau'_{(0)} = 0 \Rightarrow \tau_{F'} - \tau_{T_ν} = 0 \Rightarrow F'r = T_ν R$

$$\Rightarrow F' = T_ν \frac{R}{r} \Rightarrow \boxed{F' = 40N}$$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1 Το σώμα Σ_2 δέχεται το βάρος του $\vec{w}_2$, την κάθετη δύναμη $\vec{N}_2$ από το επίπεδο και τη δύναμη επαφής $\vec{F}_{επαφής}$ από το σώμα Σ_1.



α) Η δύναμη επαφής είναι η δύναμη επαναφοράς για το σώμα Σ_2: $F_{επαν} = F_{επαφης} = m_2 a = -m_2\omega^2 x = -D_2 x$.

Η επαφή χάνεται όταν $F_{επαφής} = 0 \Rightarrow x = 0$ στη ΘΙ - ΘΦΜ.

β) Τα σώματα κινούνται από την ακραία θέση στη ΘΙ για χρονικό διάστημα $\Delta t = \frac{T}{4} = \frac{1}{4} 2\pi\sqrt{\frac{m_1+m_2}{k}} \Rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{\pi}{10}\,sec = 0{,}314\,sec}$

γ) Στη ΘΦΜ - ΘΙ τα σώματα έχουν μέγιστη ταχύτητα

$\upsilon_{max} = \omega A$ όπου $D = k = m_{ολ}\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{k/m_{ολ}} = 5\,rad/s$

$\boxed{\upsilon_{max} = 4\,m/s}$

δ) Για τη νέα αατ του Σ_1: $\upsilon_{1max} = \upsilon_{max} \Rightarrow \omega_1 A_1 = \upsilon_{max}$

$\Rightarrow \sqrt{k/m_1}\,A_1 = \upsilon_{max} \Rightarrow 10A_1 = 4 \Rightarrow \boxed{A_1 = 0{,}4\,m}$

Δ2 Η κινητική ενέργεια του Σ_1 μετά την απώλεια επαφής μηδενίζεται για 3η φορά στην ακραία θέση δεξιά της ΘΦΜ.

α) Τα σώματα κινούνται ταυτόχρονα για χρονικό διάστημα

$\Delta t = T_1 + \frac{T_1}{4} = \frac{5T_1}{4}$ όπου $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} = \frac{\pi}{5}\,sec$ η περίοδος της αατ του Σ_1 μετά την απώλεια επαφής.

$\Delta t = \frac{5}{4}\frac{\pi}{5}\,sec \Rightarrow \Delta t = \frac{\pi}{4}\,sec$

Σε αυτό το χρονικό διάστημα το Σ_2 διανύει διάστημα S_2, όπου $S_2 = 2d - A_1$ και $S_2 = \upsilon_2 \cdot \Delta t = 4\frac{\pi}{4}\,m = \pi\cdot m = 3{,}14\,m$

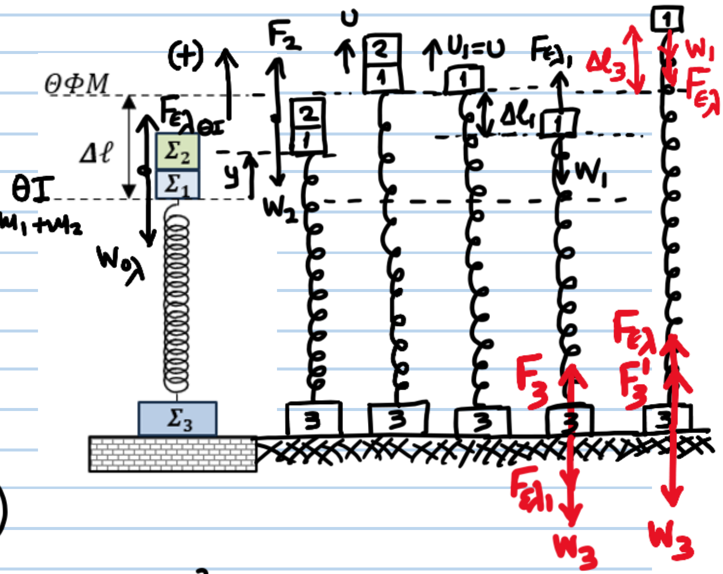
άρα $d = \frac{S_2 + A_1}{2} \Rightarrow \boxed{d = 1{,}77\,m}$ (ελαστική κρούση Σ_2 - τοίχου μέτρο υ_2 = σταθ) β) Πλαστική κρούση ΑΔΟ: $\vec{P}_{πριν} = \vec{P}_{μετά} \Rightarrow \vec{P}_2 = \vec{P}_{κοινή}$

$\Rightarrow m_2 υ_2 = m_{ολ} υ_κ \Rightarrow υ_κ = \frac{m_2 υ_2}{m_{ολ}} = \frac{3 \cdot 4}{4}\ m/s \Rightarrow υ_κ = 3\ m/s$

Αμέσως μετά την κρούση για την αατ του συσσωματώματος ισχύει: $E = K + U \Rightarrow K_{max} = K + U \Rightarrow \frac{1}{2} m_{ολ} υ'^2_{max} = \frac{1}{2} m υ_κ^2 + \frac{1}{2} k A_1^2$

$\Rightarrow υ'_{max} = \sqrt{υ_κ^2 + \frac{k}{m_{ολ}} A_1^2} = \sqrt{9 + \frac{100}{4}\frac{16}{100}}\ m/s \Rightarrow \boxed{υ'_{max} = \sqrt{13}\ m/s}$

Δ3) Στη ΘΙ των $m_1 + m_2$ ισχύει:



$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{ελ ΘΙ} = W_{ολ}$

$\Rightarrow k \cdot \Delta\ell = m_{ολ} g$

$\Rightarrow \Delta\ell = \frac{(m_1 + m_2) g}{k} = 0,4 m.$

Για την αατ του Σ_2 ισχύει

$\Sigma F_2 = m_2 \alpha \Rightarrow F_2 - w_2 = -m_2 \omega^2 y$

$F_2 = m_2 g - m_2 \omega^2 y \quad (F_2 = F_{επαφής})$

Όταν το Σ_2 χάνει επαφή $F_2 = 0 \Rightarrow m_2 \omega^2 y = m_2 g \Rightarrow$

$y = \frac{g}{\omega^2} = \frac{g}{\frac{k}{m_1 + m_2}} \Rightarrow y = \frac{(m_1 + m_2) g}{k} = \Delta\ell = 0,4 m.$ χάνει επαφή στη ΘΦΜ

Επειδή το πλάτος αατ είναι $A' = 0,4\sqrt{3}\ m > \Delta\ell = 0,4 m$ το Σ_2 χάνει την επαφή του από το σώμα Σ_1, το οποίο στη συνέχεια εκτελεί νέα αατ γύρω από τη ΝΕΑ ΘΙ m_1, στην οποία ισχύει: $\Sigma F_1 = 0 \Rightarrow F_{ελ1} = W_1 \Rightarrow k\Delta\ell_1 = m_1 g \Rightarrow \Delta\ell_1 = \frac{m_1 g}{k} = 0,1 m$

Στη ΘΦΜ τα σώματα Σ_1, Σ_2 έχουν μέτρο ταχύτητας υ και ισχύει: $E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2} k A'^2 = \frac{1}{2} m_{ολ} υ^2 + \frac{1}{2} k \Delta\ell^2$

$\Rightarrow υ = \sqrt{\frac{k}{m_{ολ}} (A'^2 - \Delta\ell^2)} \Rightarrow υ = \sqrt{\frac{100}{4}\left(\frac{3 \cdot 16}{100} - \frac{16}{100}\right)}\ m/s \Rightarrow υ = 2\sqrt{2}\ m/s$

Για τη νέα αατ που εκτελεί το σώμα Σ_1 μετά την απώλεια επαφής έχουμε: $E_1 = K_1 + U_1 \Rightarrow \frac{1}{2} k A_1^2 = \frac{1}{2} m_1 υ_1^2 + \frac{1}{2} k \Delta\ell_1^2$

$\Rightarrow A_1 = \sqrt{\frac{m_1}{k} v_1^2 + \Delta\ell_1^2}$ όπου $v_1 = v = 2\sqrt{2}\, m/s$

$\Rightarrow A_1 = \sqrt{\frac{1}{100} 8 + \frac{1}{100}}\, m \Rightarrow A_1 = 0{,}3m > \Delta\ell_1 = 0{,}1m$ ξεπερνά τη ΘΦΜ

Όταν το σώμα Σ_1 βρίσκεται κάτω από τη ΘΦΜ, το σώμα Σ_3 δέχεται δύναμη από το ελατήριο που έχει φορά προς τα κάτω.

Άρα $\Sigma F_{3y} = 0 \Rightarrow F_3 = F_{ελ} + W_3 > 0$ δε χάνει επαφή από το οριζόντιο επίπεδο.

Όταν το σώμα Σ_1 βρίσκεται πάνω από τη ΘΦΜ $(A_1 > \Delta\ell_1)$ το σωμα Σ_3 δέχεται δύναμη το ελατήριο που έχει φορά προς τα πάνω.

Άρα $\Sigma F_{3y} = 0 \Rightarrow F_3' + F_{ελ} = W_3 \Rightarrow F_3' = W_3 - F_{ελ}$

Όμως πρέπει $F_3' \geq 0$ για να μη χάνει επαφη από το οριζόντιο επίπεδο. Έχουμε: $F_3' \geq 0 \Rightarrow W_3 - F_{ελ} \geq 0$

$F_{ελ} \leq m_3 g \Rightarrow k\Delta\ell_3 \leq m_3 g$

Με δεδομένο το πλάτος ταλάντωσης του Σ_1 έχουμε ότι:

$A_1 = \Delta\ell_1 + \Delta\ell_3 \Rightarrow \Delta\ell_3 = A_1 - \Delta\ell_1 \Rightarrow \Delta\ell_3 = 0{,}2m$

οπότε $k\Delta\ell_3 \leq m_3 g \Rightarrow m_3 \geq \frac{k\Delta\ell_3}{g} \Rightarrow \boxed{m_{3\,min} = \frac{k\Delta\ell_3}{g} = 2kg}$