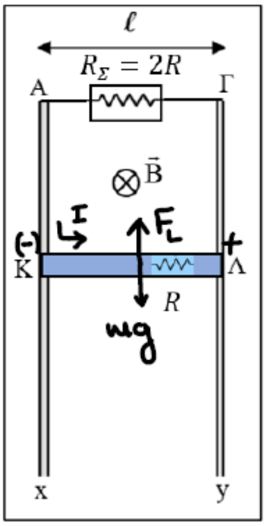
Λύσεις Διαγωνίσματος Φυσικής Γ' λυκείου 13/1/2024

ΘΕΜΑ Α

Α1 − δ Α2 − δ Α3 − α Α4 − β Α5 − ΛΣΣΛΣ

ΘΕΜΑ Β

Β1	Α − β	Β − γ



Ο αγωγός κινείται στο ΟΜΠ, εμφανίζει ΗΕΔ $E_{επ}$, διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα I, δέχεται δύναμη Laplace. Κάποια στιγμή t' όταν $\Sigma\vec{F}=\vec{0}$ ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα $\vec{v}_{ορ}$.

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = mg \Rightarrow \boxed{BIℓ = mg} \Rightarrow B\frac{E_{επ}}{R_{ολ}}ℓ = mg$$

$$\Rightarrow B\frac{Bv_{ορ}ℓ}{3R}ℓ = mg \Rightarrow \boxed{v_{ορ} = \frac{mg3R}{B^2ℓ^2}} \; (*)$$

Α) Όταν $v = v_{ορ}$ $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = mg \Rightarrow BIℓ = mg \Rightarrow I = \frac{mg}{Bℓ}$

Τότε $V_Σ = V_K = IR_Σ = \frac{mg}{Bℓ}2R \Rightarrow \boxed{V_K = \frac{2mgR}{Bℓ}}$ (β)

Β) $\frac{dK}{dt} = |P_{F_L}| \Rightarrow \frac{dW_{\Sigma F}}{dt} = |P_{F_L}| \Rightarrow \Sigma F \cdot v = F_L \cdot v$

$$\Rightarrow (mg - F_L)v = F_L \cdot v \Rightarrow mg - F_L = F_L \Rightarrow 2F_L = mg$$

$$\Rightarrow BIℓ = \frac{1}{2}mg \Rightarrow B\frac{E_{επ}}{R_{ολ}}ℓ = \frac{1}{2}mg \Rightarrow B\frac{Bvℓ}{3R}ℓ = \frac{1}{2}mg$$

$$\Rightarrow B^2ℓ^2 v = \frac{1}{2}mg3R \Rightarrow v = \frac{1}{2}\boxed{\frac{mg3R}{B^2ℓ^2}} \overset{(*)}{\Longrightarrow} \boxed{v = \frac{v_{ορ}}{2}}$$ (γ)

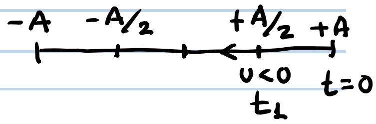
$\boxed{B2-\beta}$

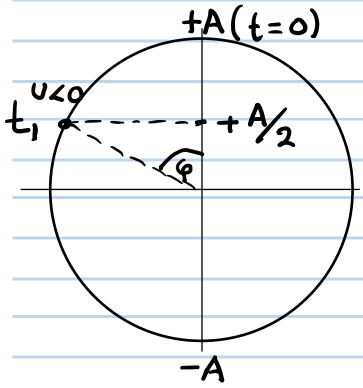
$$\frac{K}{U} = \frac{3}{1} \Rightarrow K = 3U$$

Ισχύει $E = K + U \Rightarrow E = 3U + U = 4U \Rightarrow U = \frac{1}{4}E$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}D x^2 = \frac{1}{4}\,\frac{1}{2} D A^2 \Rightarrow x^2 = \frac{A^2}{4} \Rightarrow x = \pm A/2$$

1η φορά $\frac{K}{U} = \frac{3}{1}$ στη θέση $x = +\frac{A}{2}$ με $υ < 0$





Έχει διαγράψει γωνία φ για την οποία

$$συνφ = \frac{A/2}{A} = \frac{1}{2} \rightarrow φ = π/3$$

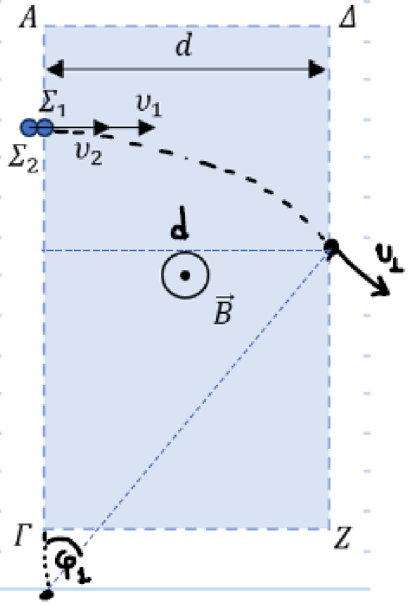
Ισχύει $φ = ωt_1 \Rightarrow \frac{π}{3} = \frac{2π}{T} t_1 \Rightarrow t_1 = T/6$

1η φορά μετά την $t=0$

την $t_2 = T/2$

οπότε ισχύει $\frac{t_2}{t_1} = \frac{T/2}{T/6} = 3 \Rightarrow \boxed{t_2 = 3t_1}$ (β)

$\boxed{B3-\beta}$



Το σωματίδιο $Σ_1$ κινούμενο για $t_1 = T_1/6$ εντός του ΟΜΠ διαγράφει γωνία $φ_1$ για την οποία $φ_1 = ω_1 t_1 \Rightarrow φ_1 = \frac{2π}{T_1}\frac{T_1}{6} \Rightarrow φ_1 = \frac{π}{3}$

Ισχύει $ημφ_1 = \frac{d}{R_1} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{d}{R_1} \Rightarrow d = \frac{\sqrt{3}}{2}R_1$ (1)

Για το σωματίδιο $Σ_2$ που κινείται για $t_2 = \frac{T_2}{2}$ διαγράφοντας ημικυκλική τροχιά με τη μέγιστη δυνατή ακτίνα ισχύει $R_2 = d$ (2)

$$(1) = (2) \Rightarrow R_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}R_1 \Rightarrow \frac{m \cdot υ_2}{q \cdot B} = \frac{\sqrt{3}}{2}\,\frac{m \cdot υ_1}{q \cdot B} \Rightarrow \boxed{υ_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}υ_1}$$ (β)

ΘΕΜΑ Γ

Γ1 Εξίσωση κύματος: $y = A\,ημ\left(\frac{2πt}{T} - \frac{2πx}{λ}\right)$

Φάση κύματος: $φ = \frac{2πt}{T} - \frac{2πx}{λ}$, $f = 10Hz$, $T = \frac{1}{f} = 0{,}1\,sec$

$$Δφ_{Γ,Δ} = φ_Γ - φ_Δ = \frac{2πt}{T} - \frac{2πx_Γ}{λ} - \frac{2πt}{T} + \frac{2πx_Δ}{λ}$$

$$Δφ_{Γ,Δ} = \frac{2π}{λ}(x_Δ - x_Γ) \Rightarrow 4π = \frac{2π}{λ}(120cm - 40cm) \Rightarrow λ = 40cm = 0{,}4m$$

Ταχύτητα διάδοσης: $υ = λf = 0{,}4 \cdot 10\,m/s \Rightarrow \boxed{υ = 4\,m/s}$

Εξίσωση κύματος: $y = 0{,}2\,ημ\left(\frac{2πt}{0{,}1} - \frac{2πx}{0{,}4}\right)$

$$\boxed{y = 0{,}2\,ημ(20πt - 5πx)}\ S.I.$$

Γ2 Για την εξίσωση ταχύτητας ισχύει:

$$V = V_{max}\,συν\left(\frac{2πt}{T} - \frac{2πx}{λ}\right) \Rightarrow V = V_{max}\,συνφ$$

όπου $V_{max} = ωA = 2πf \cdot A = 20π \cdot 0{,}2\,m/s \Rightarrow V_{max} = 4π\,m/s.$

Για το Γ: $φ_Γ = π\,rad \rightarrow V_Γ = V_{max}συνφ_Γ = 4π \cdot \underbrace{συνπ}_{-1} \Rightarrow \boxed{V_Γ = -4π\,m/s}$

Για το Δ: $φ_Γ - φ_Δ = 4π \Rightarrow π - φ_Δ = 4π \Rightarrow φ_Δ = -3π\,rad$

Επειδή $φ_Δ < 0$ το κύμα δεν έχει φτάσει ακόμα στο σημείο Δ

οπότε αυτό είναι ακίνητο στη ΘΙ, άρα $\boxed{V_Δ = 0}$

Γ3 Την $t_1 = 0{,}25\,sec$

$y = 0{,}2\,ημ(20π \cdot 0{,}25 - 5πx)$

$\boxed{y = 0{,}2 \cdot ημ(5π - 5πx)\ SI}$ και $\boxed{φ = 5π - 5πx\ \ SI}$

$y = f(x)$ $\qquad\qquad$ $φ = f(x)$

α) Για το στιγμιότυπο του κύματος $y = f(x)$

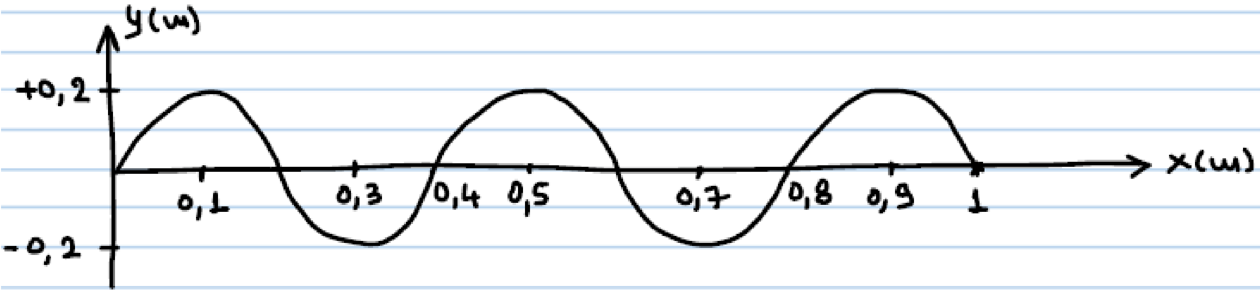
Για τη θέση $x = 0$: $y = 0{,}2 \cdot \underbrace{ημ5π}_{0} \Rightarrow y = 0$

Για τη θέση $x=\frac{\lambda}{4}=0,1m$: $y=0,2ημ(5π-0,5π)=0,2ημ4,5π$

$$y=0,2\underbrace{ημ(4π+\frac{π}{2})}_{+1} \Rightarrow y=+0,2m$$

Το κύμα την $t_1=0,25 sec$ έχει φτάσει στη θέση $x'=υ\cdot t_1=1m$

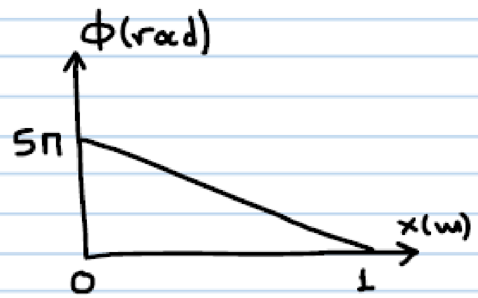
Ισχύει: $\frac{x'}{\lambda/4}=\frac{1}{0,1}=10 \Rightarrow x'=10\frac{\lambda}{4}=2,5\lambda$



β) Για τη φάση του κύματος $φ=f(x)$

Για $x=0 \rightarrow φ=5π$ rad

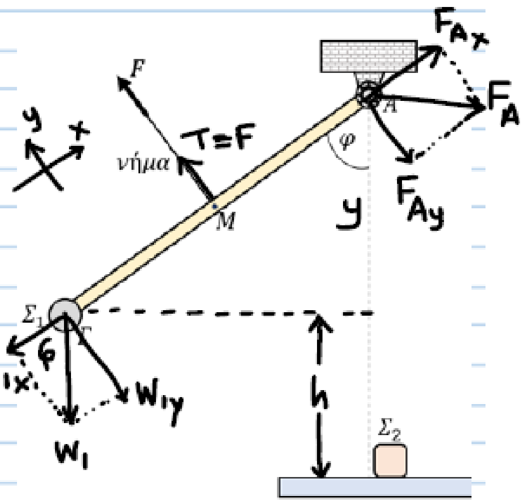
Για $φ=0 \rightarrow 5π=5πx \Rightarrow x=1m$



Γ4 Τα σημεία του μέσου που έχουν μέγιστο μέτρο επιτάχυνσης τη χρονική στιγμή t_1 θα βρίσκονται στις ακραίες θέσεις ταλάντωσης. Από το στιγμιότυπο του προηγούμενου ερωτήματος την t_1 βρίσκονται στην ακραία θέση $y=+A=+0,2m$ τρία σημεία και στην ακραία θέση $y=-A=-0,2m$ βρίσκονται δύο σημεία. Άρα συνολικά στις ακραίες θέσεις με μέγιστο μέτρο επιτάχυνσης $|α|=α_{max}=ω^2A$ βρίσκονται $\boxed{5 \text{ σημεία}}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1 Ισορροπία δοκού



$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_{Ax} = W_{1x} = m_1 g\,\sigma\upsilon\nu\varphi$

$\Rightarrow \underline{F_{Ax} = 5N}$

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F = F_{Ay} + W_{1y}$

$\Rightarrow F = F_{Ay} + m_1 g\,\eta\mu\varphi$ (1)

$\Sigma \tau_A = 0 \Rightarrow \tau_{W_{1y}} - \tau_F = 0 \Rightarrow W_{1y}\,\ell = F\frac{\ell}{2}$

$\Rightarrow F = 2W_{1y} = 2m_1 g\,\eta\mu\varphi \Rightarrow \boxed{F = 10\sqrt{3}\,N}$

Για τη δύναμη από την άρθρωση: $\vec{F_A} = \vec{F_{Ax}} + \vec{F_{Ay}}$

Μετρο $F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2}$ όπου $F_{Ax} = 5N$

από (1) $\Rightarrow 10\sqrt{3} = F_{Ay} + 5\sqrt{3}$

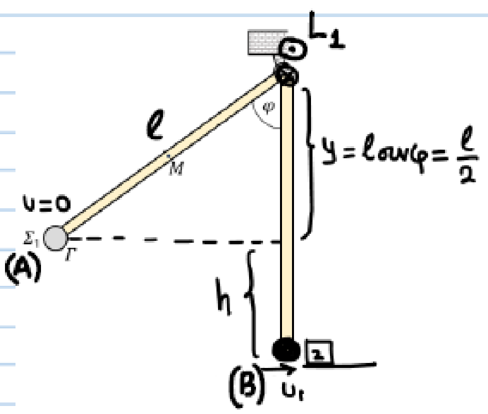
$\Rightarrow F_{Ay} = 5\sqrt{3}\,N$

$\Rightarrow F_A = \sqrt{5^2 + (5\sqrt{3})^2}\ N$

$\Rightarrow F_A = \sqrt{100}\ N \Rightarrow \boxed{F_A = 10N}$

Δ2 Ισχύει $\sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{y}{\ell} \Rightarrow y = \ell\,\sigma\upsilon\nu\varphi = \ell/2$

$h = \ell - y = \ell - \ell/2 \Rightarrow h = \ell/2$



α) ΘΜΚΕ για m_1 από (A)→(B)

$K_{1B} - K_{1A} = W_{W_1}^{A\to B}$

$\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 - 0 = m_1 g h$

$\upsilon_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2g\frac{\ell}{2}} = \sqrt{g\ell} = 4\,m/s.$

Για το μέτρο της στροφορμής: $L_1 = m_1\upsilon_1\ell = 1\cdot 4\cdot 1{,}6\,kg\,m^2/s$

$\boxed{L_1 = 6{,}4\ kg\,m^2/s}$

β) Κεντρική ελαστική κρούση που το σώμα Σ_1 μεταβιβάζει όλη την ενέργεια άρα $K_1' = 0 \to \upsilon_1' = 0 \Rightarrow \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_1 = 0 \Rightarrow \boxed{m_1 = m_2 = 1kg}$

Τα σώματα έχουν ίσες μάζες → ανταλλαγή ταχυτήτων οπότε

για το $Σ_2$ $\quad υ'_2 = υ_1 = 4\, m/s$

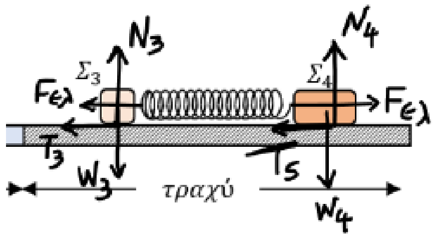
Δ3 $\quad υ'_3 = \frac{2m_2}{m_2+m_3} υ_2 = \frac{2\cdot 1}{1+3} 4\, m/s \Rightarrow υ'_3 = 2\, m/s$

$$Π = \frac{K'_3}{K_2} 100\% = \frac{1/2\, m_3 υ'^2_3}{1/2\, m_2 υ^2_2} 100\% = \frac{3\cdot 4}{1\cdot 16} 100\% \Rightarrow \boxed{Π = 75\%}$$

Δ4 Το σώμα $Σ_4$ θα αρχίσει να ολισθαίνει όταν $T_s = T_{s\max} = μ_s N_4$

όπου $ΣF_{4y} = 0 \Rightarrow N_4 = W_4 = m_4 g$

οπότε $T_s = T_{s\max} = μ_s m_4 g$



Όταν το σώμα $Σ_4$ δεν ολισθαίνει ισχύει $ΣF_{4x} = 0 \Rightarrow F_{ελ} = T_s$

Τη στιγμή που αρχίζει η ολίσθηση $F_{ελ} = T_{s\max} \Rightarrow kd = μ_s m_4 g$

$\Rightarrow d = \frac{μ_s m_4 g}{k} \Rightarrow d = \frac{0,2\cdot 9\cdot 10}{90} m \Rightarrow \underline{d = 0,2\, m}$

Τότε το σώμα $Σ_3$ έχει αποκτήσει ταχύτητα $\vec{υ}$ και έχουμε:

ΘΜΚΕ: $K_3 - K_{3αρχ} = W_{T_3} + W_{F_{ελ}}$ $\qquad$ όπου $ΣF_{3y} = 0 \Rightarrow N_3 = W_3 = m_3 g$

$\Rightarrow \frac{1}{2} m_3 υ^2 - \frac{1}{2} m_3 υ'^2_3 = -T_3 d - \frac{1}{2} k d^2$ $\qquad$ και $T_3 = μ N_3 = μ m_3 g = 6N$

$\Rightarrow \frac{3}{2} υ^2 - \frac{3}{2} 4 = -6 \cdot 0,2 - \frac{1}{2} 90 \cdot \frac{4}{100} \Rightarrow \frac{3}{2} υ^2 = 3 \Rightarrow υ = \sqrt{2}\, m/s$

Ισχύει: $dK_3 = dW_{ΣF_{3x}} \rightarrow \frac{dK_3}{dt} = \frac{-ΣF_{3x}\cdot dx}{dt} = -ΣF_{3x}\cdot υ$

$\frac{dK_3}{dt} = -(F_{ελ} + T_3)\cdot υ$ $\qquad$ όπου $F_{ελ} = k\cdot d = 90\cdot 0,2 = 18\, N$, $T_3 = 6N$

$\frac{dK_3}{dt} = -(18+6)\cdot \sqrt{2}\, J/s \Rightarrow \boxed{\frac{dK_3}{dt} = -24\sqrt{2}\, J/s}$