Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ λυκείου 10/2/2023

ΘΕΜΑ Α

Α1 – γ   Α2 – δ   Α3 – β   Α4 – α   Α5 ΛΣΛΣΣ

ΘΕΜΑ Β

Β1	Ι – α	ΙΙ – β

Ι) Άφιξη κύματος από πηγή $Π_2$: $r_2 = v t_{2Σ} \Rightarrow r_2 = \frac{λ}{T} \cdot 3T \Rightarrow r_2 = 3λ$

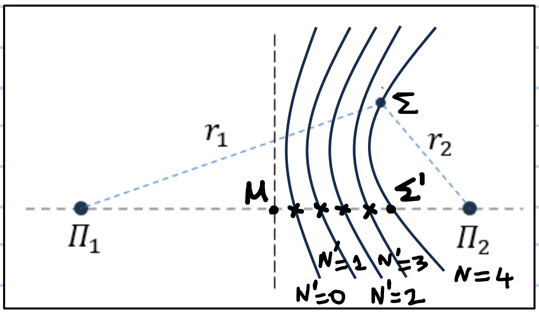
Άφιξη κύματος από πηγή $Π_1$: $t_{1Σ} = t_{2Σ} + 4T = 3T + 4T = 7T$

$r_1 = v t_{1Σ} = \frac{λ}{T} \cdot 7T \Rightarrow r_1 = 7λ$

$$\left.\begin{array}{l} \frac{r_1 - r_2}{λ} = \frac{7λ - 3λ}{λ} = 4 \Rightarrow r_1 - r_2 = 4λ \\ r_1 - r_2 = Nλ \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{N = 4} \rightarrow A' = 2A$$

είναι σημείο <u>ενισχυτικής συμβολής</u> (α)

ΙΙ) Το σημείο Σ ανήκει στην υπερβολή ενισχυτικής συμβολής $N=4$. Μεταξύ της μεσοκαθέτου ($N=0$) και της υπερβολής που διέρχεται από το σημείο Σ ($N=4$) υπάρχουν



τέσσερις υπερβολές ακυρωτικής συμβολής οι $N'=0$, $N'=1$, $N'=2$, $N'=3$. Οι υπερβολές αυτές τέμνουν την ευθεία που ενώνει τις δύο πηγές, οπότε έχουν και από ένα κοινό σημείο με αυτή. Άρα τα ακίνητα σημεία πάνω στο ΜΣ' είναι $\boxed{\text{τέσσερα}}$ (β)

$\boxed{\text{Β2} - γ}$ Για την αρχή Ο όταν διέρχεται $5^η$ φορά από τη θέση ισορροπίας της ταλαντώνεται για χρονικό διάστημα $t = 2T + T/2 = 2{,}5T$. Τότε το κύμα φτάνει στο σημείο Γ άρα $x_Γ = v \cdot t = \frac{λ}{T} 2{,}5T \Rightarrow x_Γ = 2{,}5λ$

Ισχύει $\Delta\phi_{\Gamma,\Delta} = \phi_\Gamma - \phi_\Delta = \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x_\Gamma}{\lambda} - \frac{2\pi t}{T} + \frac{2\pi x_\Delta}{\lambda}$

$$\Delta\phi_{\Gamma,\Delta} = \frac{2\pi}{\lambda}(x_\Delta - x_\Gamma) \Rightarrow 3\pi = \frac{2\pi}{\lambda}(x_\Delta - x_\Gamma) \Rightarrow 1{,}5\lambda = x_\Delta - x_\Gamma$$

$$\Rightarrow x_\Delta = x_\Gamma + 1{,}5\lambda = 2{,}5\lambda + 1{,}5\lambda \Rightarrow x_\Delta = 4\lambda$$

Άφιξη κύματος στο σημείο Δ: $x_\Delta = \upsilon t_\Delta \Rightarrow 4\lambda = \frac{\lambda}{T} \cdot t_\Delta \Rightarrow \boxed{t_\Delta = 4T}$ (γ)

B3	I – α	II – β

I) Για τον ρυθμό μεταβολής του βλήματος στη διάρκεια της ταλάντωσης ισχύει:

$$\frac{dP_{\beta\lambda}}{dt} = \Sigma F_{\beta\lambda} = m_{\beta\lambda} \cdot \alpha = -m_{\beta\lambda} \cdot \omega^2 \cdot x$$

όπου $\alpha = -\alpha_{max}\,\eta\mu(\omega t + \varphi_0) = -\omega^2 A\,\eta\mu(\omega t + \varphi_0) = -\omega^2 x$

και $D = K = m_{o\lambda}\omega^2 = (m+M)\omega^2 = 4m\omega^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{K}{4m}$

Μέγιστο μέτρο ρυθμού: $\frac{|dP_{\beta\lambda}|}{dt} = m_{\beta\lambda}\omega^2 A' = m\frac{K}{4m}\sqrt{2}A$

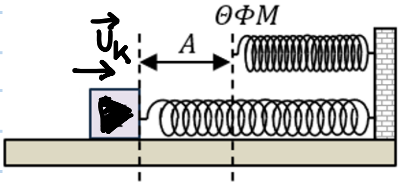
$$\Rightarrow \boxed{\frac{|dP_{\beta\lambda}|}{dt} = \frac{\sqrt{2}}{4}KA} \quad (\alpha)$$

II) Αμέσως μετά την κρούση για το συσσωμάτωμα έχουμε:

$$E' = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}kA'^2 = \frac{1}{2}m_{o\lambda}\upsilon_K^2 + \frac{1}{2}kA^2$$

$$\Rightarrow \upsilon_K^2 = \frac{K}{m_{o\lambda}}(A'^2 - A^2) = \frac{K}{4m}(2A^2 - A^2)$$

$$\Rightarrow \upsilon_K^2 = \frac{1}{4}\frac{K}{m}A^2 \Rightarrow |\upsilon_K| = \upsilon_K = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{K}{m}}A$$



Από την Αρχή Διατήρησης Ορμής έχουμε:

$$\vec{P}_{\pi\rho\iota\nu} = \vec{P}_{\mu\epsilon\tau\acute{\alpha}} \Rightarrow P_{\beta\lambda} = P_K \Rightarrow m_{\beta\lambda}\cdot\upsilon = m_{o\lambda}\upsilon_K$$

$$\Rightarrow m\upsilon = 4m\upsilon_K \Rightarrow \upsilon = 4\upsilon_K = 4\frac{1}{2}\sqrt{\frac{K}{m}}A \Rightarrow \boxed{\upsilon = 2\sqrt{\frac{K}{m}}A} \quad (\beta)$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1 Εξίσωση κύματος: $y = A\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$

Για το σημείο Μ: $y_M = A\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x_M}{\lambda}\right)$

$$y_M = 0{,}4\eta\mu(10\pi t - 12\pi)\ SI$$

Ισχύουν: $\frac{2\pi}{T} = \omega = 10\pi\ rad/s \Rightarrow T = 0{,}2\,sec \rightarrow f = \frac{1}{T} = 5\,Hz$

$$\frac{2\pi x_M}{\lambda} = 12\pi \Rightarrow \frac{2\pi \cdot 3}{\lambda} = 12\pi \Rightarrow \lambda = 0{,}5\,m.$$

Για την ταχύτητα διάδοσης: $\upsilon = \lambda \cdot f = 0{,}5 \cdot 5\,m/s \Rightarrow \boxed{\upsilon = 2{,}5\,m/s}$

Γ2 Τρεις ταλαντώσεις του Μ: $t_{\tau\alpha\lambda M} = 3T = 0{,}6\,sec.$

Η αρχή Ο ταλαντώνεται για $t = t_{\alpha\varphi\iota\xi\eta\varsigma,M} + t_{\tau\alpha\lambda M}$

όπου $x_M = \upsilon t_{\alpha\varphi\iota\xi\eta\varsigma,M} \Rightarrow t_{\alpha\varphi\iota\xi\eta\varsigma M} = \frac{x_M}{\upsilon} = \frac{3}{2{,}5}\,sec = 1{,}2\,sec$

Άρα $t = 1{,}2\,sec + 0{,}6\,sec \Rightarrow t = 1{,}8\,sec$

$\phi_0 = \frac{2\pi t}{T} = 10\pi t = 10\pi \cdot 1{,}8\ rad \Rightarrow \phi_0 = 18\pi\ rad$

Όμως $\phi_0 = N \cdot 2\pi \Rightarrow 18\pi = N \cdot 2\pi \Rightarrow \boxed{N = 9\ \text{ταλαντώσεις}}$

ή $t = NT \Rightarrow 1{,}8 = N \cdot 0{,}2 \Rightarrow N = 9$ ταλαντώσεις

ή $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x \Rightarrow \phi_0 - \phi_M = \frac{2\pi}{\lambda}(x_M - 0)$ όπου $\phi_M = 3 \cdot 2\pi\,rad = 6\pi\,rad$

$$\Rightarrow \phi_0 - 6\pi = \frac{2\pi}{0{,}5} \cdot 3 \Rightarrow \phi_0 = 18\pi\,rad = 9 \cdot 2\pi\,rad$$

άρα $N = 9$ ταλαντώσεις

Γ3 Φάση κύματος: $\phi = \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda} \Rightarrow \phi = 10\pi t - \frac{2\pi \cdot x}{0{,}5}$

$\Rightarrow \boxed{\phi = 10\pi t - 4\pi x\ \ S.I.}$

α) Β: $x_B = -2\,m \rightarrow \phi_B = 10\pi t - 4\pi(-2)$

$$\Rightarrow \underline{\phi_B = 10\pi t + 8\pi\ SI}$$

Μ: $x_M = 3\,m \longrightarrow \phi_M = 10\pi t - 4\pi \cdot 3$

$$\phi_M = 10\pi t - 12\pi.$$

$\Delta\phi = \phi_B - \phi_M = 10\pi t + 8\pi - 10\pi t + 12\pi$

$\boxed{\Delta\phi = 20\pi\ rad}$

β) $t = 1,4\ sec \rightarrow \phi = 10\pi \cdot 1,4 - 4\pi x$

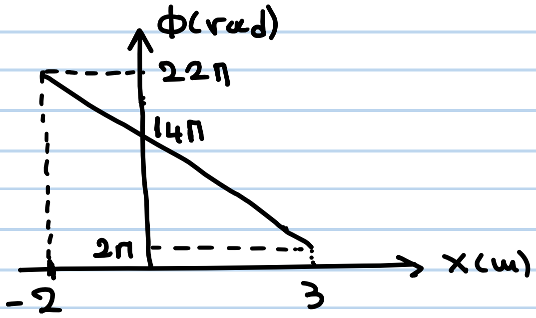
$$\phi = 14\pi - 4\pi x \quad SI$$

για $x_B \le x \le x_M \rightarrow -2m \le x \le 3m$

για $x=0 \quad \phi = 14\pi\ rad$

για $x_B = -2m \quad \phi = 22\pi\ rad$

για $x_M = 3m \quad \phi = 2\pi\ rad$



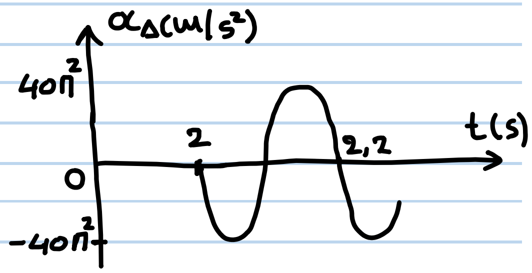
$\boxed{Γ4}$ $\alpha = -\alpha_{max}\, ημ\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$

όπου $\alpha_{max} = \omega^2 A = 40\pi^2 \frac{m}{s^2} \rightarrow \alpha = -40\pi^2 \cdot ημ(10\pi t - 4\pi x)\ SI$

$x_\Delta = 5m \rightarrow \alpha_\Delta = -40\pi^2 \cdot ημ(10\pi t - 20\pi)\ SI$ για $t \geq t_\Delta \rightarrow t \geq 2 sec$

$x_\Delta = u t_\Delta \Rightarrow t_\Delta = \frac{x_\Delta}{u} = 2\ sec$

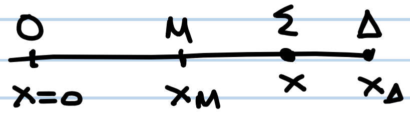
Ισχύει $\alpha_\Delta = \begin{cases} 0 & 0 \le t < 2sec \\ -40\pi^2 \cdot ημ(10\pi t - 20\pi) & t \geq 2sec \end{cases}$



$\boxed{Γ5}$ Για να έχουν τα ζητούμενα σημεία κάθε στιγμή ίδια απομάκρυνση και ίδια ταχύτητα με το σημείο Ο (x=0) θα πρέπει να απέχουν από την αρχή Ο απόσταση $\Delta x = k\lambda$

$\Rightarrow x - 0 = k\lambda \Rightarrow \underline{x = 0,5\,k}\ SI$

Έστω τυχαίο σημείο Σ στη θέση x μεταξύ των σημείων Μ, Δ.



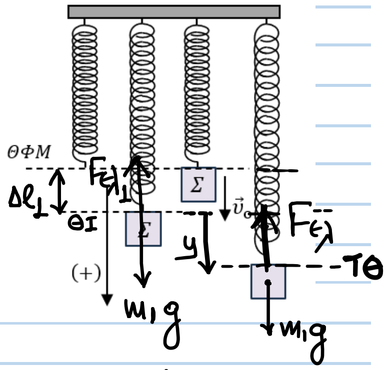
Ισχύει $x_M < x < x_\Delta$

$3 < 0,5k < 5$

$6 < k < 10$ άρα $k = 7, 8, 9 \rightarrow$ $\boxed{3\ σημεία}$

Τα σημεία αυτά είναι στις θέσεις
$k=7 \quad x = 3,5m$
$k=8 \quad x = 4m$
$k=9 \quad x = 4,5m$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1| Στη ΘΙ: $ΣF = 0 \Rightarrow F_{ελ_1} = m_1 g$

$\Rightarrow kΔl_1 = m_1 g \Rightarrow Δl_1 = \dfrac{m_1 g}{k} = 0{,}1\,m$

Στην τυχαία θέση (ΤΘ): $ΣF = m_1 g - F_{ελ}$

$\Rightarrow ΣF = m_1 g - k(Δl_1 + y)$

$\Rightarrow ΣF = \cancel{m_1 g} - \cancel{kΔl_1} - ky \Rightarrow ΣF = -ky \rightarrow ΣF = -Dy$ άρα $\underline{D = k}$

Δ2| Τη στιγμή της εκτόξευσης από τη διατήρηση της ενέργειας ταλάντωσης έχουμε: $E_1 = K_1 + U_1 \Rightarrow \frac{1}{2}kA_1^2 = \frac{1}{2}m_1 v_0^2 + \frac{1}{2}kΔl_1^2$

$\Rightarrow A_1 = \sqrt{\dfrac{m_1}{k}v_0^2 + Δl_1^2} = \sqrt{\dfrac{1}{100}\cdot 3 + \dfrac{1}{100}}\,m \Rightarrow A_1 = 0{,}2\,m.$

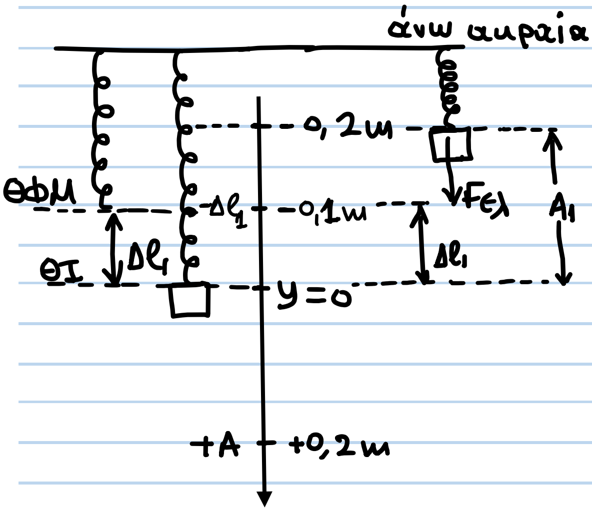
Για την ταχύτητα ταλάντωσης έχουμε:

$v = v_{max}\,συν(ω_1 t + φ_0)$ επειδή την $t=0$, $y=0$, $υ>0 \rightarrow φ_0 = 0$

όπου $D = k = m_1 ω_1^2 \Rightarrow ω_1 = \sqrt{k/m_1} = 10\,rad/s$

και $v_{max} = ω \cdot A_1 = 2\,m/s \rightarrow \boxed{v = 2\,συν(10t)\ SI}$

Δ3| Δεύτερη φορά το σώμα Σ ακινητοποιείται στην άνω ακραία θέση της ταλάντωσης $y = -A_1 = -0{,}2m$ τη



χρονική στιγμή $t = \dfrac{3T_1}{4}$

όπου $T_1 = \dfrac{2π}{ω_1} = \dfrac{π}{5}\,sec$

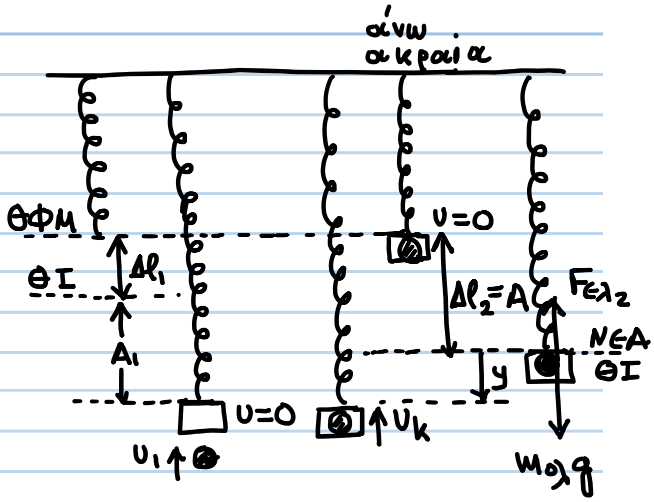
άρα $t = \dfrac{3}{4}\,\dfrac{π}{5}\,sec \Rightarrow \boxed{t = \dfrac{3π}{20}\,sec}$

Τότε $F_{ελ} = k(A_1 - Δl_1)$

$\Rightarrow F_{ελ} = 100(0{,}2 - 0{,}1)\,N$

$\Rightarrow \boxed{F_{ελ} = 10N}$

Δ4) Το συσσωμάτωμα μετά την κρούση εκτελεί νέα ταλάντωση γύρω από τη νέα ΘΙ. Ισχύει:



$\Sigma F_2 = 0 \Rightarrow F_{ελ_2} = m_{ολ} g$

$\Rightarrow k\Delta l_2 = m_{ολ} g \Rightarrow \Delta l_2 = \frac{m_{ολ} g}{k} = 0,2m$

Η θέση φυσικού μήκους (ΘΦΜ) του ελατηρίου είναι η άνω ακραία θέση της ταλάντωσης του συσσωματώματος άρα $\underline{A = \Delta l_2 = 0,2m}$.

Η ενέργεια ταλάντωσης του συσσωματώματος διατηρείται οπότε αμέσως μετά την κρούση ισχύει:

$$E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} m_{ολ} \upsilon_k^2 + \frac{1}{2} k y^2$$

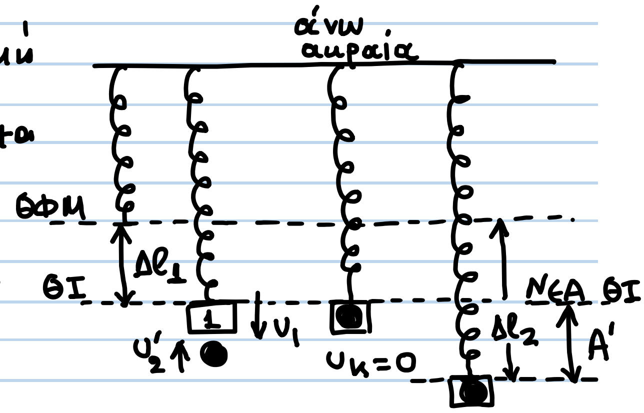
$$\Rightarrow \upsilon_k^2 = \frac{k}{m_{ολ}}(A^2 - y^2) \quad \text{όπου} \quad y + \Delta l_2 = A_1 + \Delta l_1 \Rightarrow y = 0,1m$$

$$\Rightarrow \upsilon_k^2 = \frac{100}{2}\left(\frac{4}{100} - \frac{1}{100}\right) \Rightarrow \upsilon_k = \sqrt{\frac{3}{2}}\ m/s.$$

Εφαρμόζοντας την Αρχή Διατήρησης Ορμής (ΑΔΟ) στην κρούση έχουμε: $\vec{P}_{πριν} = \vec{P}_{μετά} \Rightarrow P_2 = P_k \Rightarrow m_2 \upsilon_2 = m_{ολ} \upsilon_k$

$$\Rightarrow \upsilon_2 = \frac{m_{ολ}}{m_2} \upsilon_k \Rightarrow \boxed{\upsilon_2 = 2\sqrt{\frac{3}{2}}\frac{m}{s} \Rightarrow \upsilon_2 = \sqrt{6}\ m/s}$$

Δ5) Μέγιστη απώλεια στην πλαστική κρούση έχουμε όταν το συσσωμάτωμα μετά δεν κινείται και ταυτόχρονα τα σώματα πριν την κρούση έχουν μέγιστη κινητική ενέργεια. Άρα η κρούση συμβαίνει στη ΘΙ του m_1.



α) Για το νέο πλάτος ισχύει: $A' = \Delta l_2 - \Delta l_1 = 0,2m - 0,1m \Rightarrow \boxed{A' = 0,1m}$

β) Από την ΑΔΟ: $\vec{P}'_{ολ\,πριν} = \vec{P}'_{ολ\,μετά} \Rightarrow P_1 - P_2 = P_k \Rightarrow m_1 \upsilon_1 - m_2 \upsilon_2' = 0$

$$\Rightarrow m_2 \upsilon_2' = m_1 \upsilon_1 \Rightarrow \upsilon_2' = \upsilon_1 = \upsilon_{1max} = \omega_1 A_1 \Rightarrow \boxed{\upsilon_2' = 2\ m/s}$$