# ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

## ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2021

**22 ΙΟΥΝΙΟΥ 2021**

**ΘΕΜΑ Α**

**Α1**. γ.

**Α2**. δ.

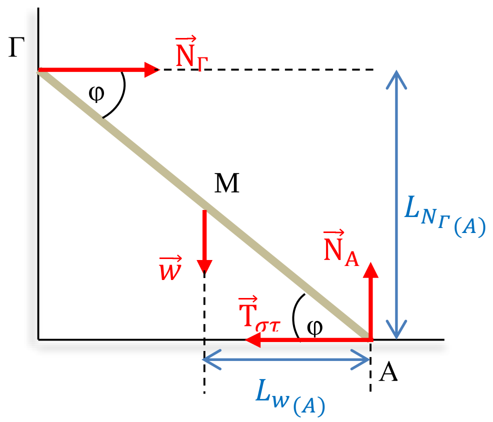
**Α3**. γ.

**Α4**. β.

**Α5**. α-Σ, β-Λ, γ-Σ, δ-Σ, ε-Λ.

**ΘΕΜΑ Β**

**Β1. (**ii)




Η σκάλα ισορροπεί ακίνητη δεχόμενη τις δυνάμεις που φαίνονται στο παραπάνω σχήμα.

Για τη μεταφορική ισορροπία, ισχύει:

$$\Sigma\vec{F}=\vec{0}\Rightarrow\begin{cases}\Sigma F_x=0\\ \Sigma F_y=0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}N_Γ-T_{στ}=0\\ N_A-w=0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}N_Γ=T_{στ}\ [1]\\ N_A=w\quad [2]\end{cases}$$

Για τη στροφική ισορροπία, ισχύει:

$$\Sigma\tau_{(A)}=0\Rightarrow\tau_{N_{A(A)}}+\tau_{T_{στ(A)}}+\tau_{w(A)}+\tau_{N_{Γ(A)}}=0\Rightarrow$$

$$\xRightarrow{+\odot}0+0+w\cdot L_{w(A)}-N_Γ\cdot L_{N_{Γ(A)}}=0\Rightarrow w\cdot\frac{L}{2}\cdot συνφ-N_Γ\cdot L\cdot ημφ=0\Rightarrow$$

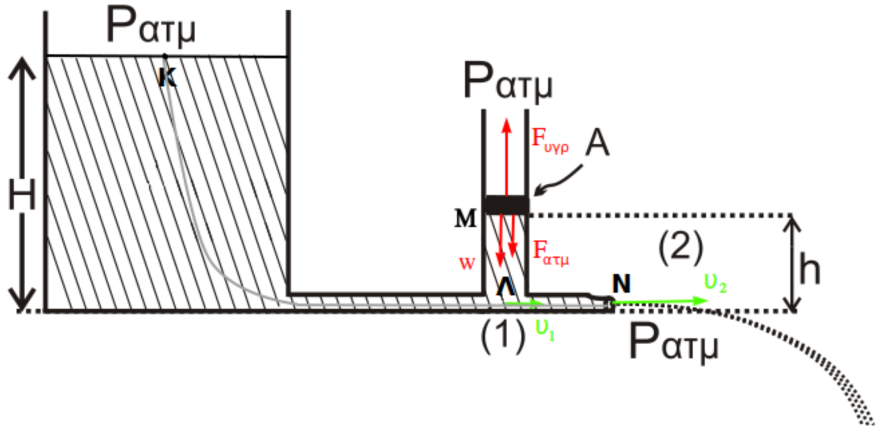
$$\Rightarrow N_Γ=\frac{w}{2\cdot εφφ}\quad[3]$$

Όσο η σκάλα ισορροπεί και δεν ολισθαίνει, είναι:

$$0\le T_{στ}\le\mu\cdot N_A\xRightarrow{[1],[2]}N_Γ\le\mu\cdot w\xRightarrow{[3]}\frac{w}{2\cdot εφφ}\le\mu\cdot w\Rightarrow εφφ\ge\frac{1}{2\mu}$$

Άρα η ζητούμενη ελάχιστη τιμή της εφαπτομένης της γωνίας φ είναι: $εφφ=\frac{1}{2\mu}$

**B2.** (i)




Από την εξίσωση της συνέχειας για τα σημεία Λ και Ν, έχουμε:

$$\Pi_1 = \Pi_2 \Rightarrow A_1 \upsilon_1 = A_2 \upsilon_2 \Rightarrow A_1 \upsilon_1 = \frac{A_1}{2}\upsilon_2 \Rightarrow \upsilon_1 = \frac{\upsilon_2}{2} \quad [1]$$

Εφαρμόζοντας την εξίσωση Bernoulli κατά μήκος του οριζόντιου τμήματος της ρευματικής γραμμής που διέρχεται από τα σημεία Λ και Ν, προκύπτει:

$$P_\Lambda + \frac{1}{2}\rho\upsilon_1^2 = P_N + \frac{1}{2}\rho\upsilon_2^2 \overset{[1]}{\Rightarrow} P_\Lambda = P_{\alpha\tau\mu} + \frac{1}{2}\rho\left(\upsilon_2^2 - \frac{\upsilon_2^2}{4}\right) \Rightarrow P_\Lambda = P_{\alpha\tau\mu} + \frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}\rho\upsilon_2^2 \quad [2]$$

Εφαρμόζοντας την εξίσωση Bernoulli κατά μήκος της ρευματικής γραμμής, από ένα σημείο Κ της ελεύθερης επιφάνειας του ρευστού μέχρι το Ν, έχοντας ως επίπεδο αναφοράς το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το Ν, προκύπτει:

$$P_K + \frac{1}{2}\rho\upsilon_K^2 + \rho g H = P_N + \frac{1}{2}\rho\upsilon_2^2 + 0$$

Επειδή η δεξαμενή έχει μεγάλη διατομή (σε σχέση με αυτήν του οριζόντιου σωλήνα), θεωρούμε $\upsilon_K = 0$. Επίσης, στα σημεία Κ και Ν η πίεση είναι ίση με την ατμοσφαιρική, $P_K = P_N = P_{\alpha\tau\mu}$. Επομένως, η παραπάνω εξίσωση γράφεται:

$$\rho g H = \frac{1}{2}\rho\upsilon_2^2 \quad [3]$$

Η [2] λόγω της [3] γίνεται:

$$P_\Lambda = P_{\alpha\tau\mu} + \frac{3}{4}\cdot\rho g H \quad [4]$$

Επειδή το ρευστό στον κατακόρυφο σωλήνα, πάνω από το σημείο Λ, βρίσκεται σε ισορροπία, σύμφωνα με τον Θεμελιώδη Νόμο της Υδροστατικής, έχουμε:

$$P_\Lambda = \rho g h + P_M \overset{[4]}{\Rightarrow} P_M = P_{\alpha\tau\mu} + \frac{3}{4}\cdot\rho g H - \rho g\frac{H}{4} \Rightarrow P_M = P_{\alpha\tau\mu} + \frac{\rho g H}{2} \quad [5]$$

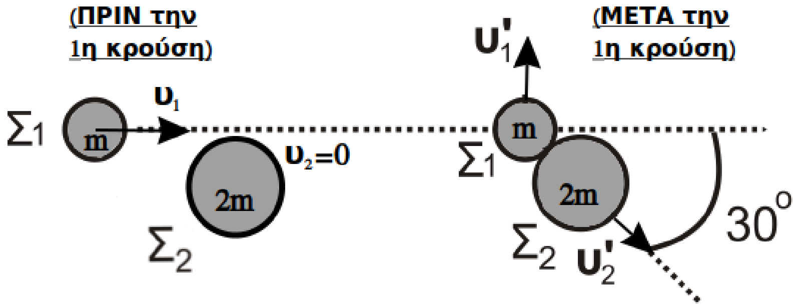
Για να ισορροπεί ακίνητο το έμβολο με τη δράση των δυνάμεων που δέχεται και φαίνονται στο παραπάνω σχήμα, πρέπει:

$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \overset{(+)\uparrow}{\Longrightarrow} F_{\upsilon\gamma\rho} - F_{\alpha\tau\mu} - w = 0 \Rightarrow \frac{F_{\upsilon\gamma\rho}}{A} - \frac{F_{\alpha\tau\mu}}{A} - \frac{w}{A} = 0 \Rightarrow P_M - P_{\alpha\tau\mu} - \frac{w}{A} = 0 \overset{[5]}{\Rightarrow}$$
$$\Rightarrow \frac{\rho g H}{2} = \frac{w}{A}$$

Άρα:

$$\boxed{w = \frac{\rho g H A}{2}}$$

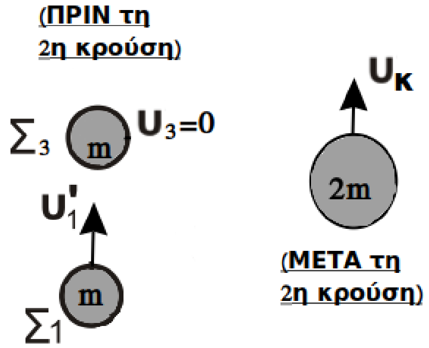
**Β3. (**iii)




Κατά την ελαστική έκκεντρη κρούση της $Σ_1$ με την ακίνητη $Σ_2$, το σύστημά τους θεωρείται μονωμένο, οπότε ισχύει:

$$\vec{p}_{1,2(πριν)} = \vec{p}_{1,2(μετά)} \Rightarrow \begin{cases} p_{x(πριν)} = p_{x(μετά)} \\ p_{y(πριν)} = p_{y(μετά)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m\upsilon_1 + 0 = 0 + 2m\upsilon_2' συν30° \\ 0 + 0 = m\upsilon_1' - 2m\upsilon_2' ημ30° \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \upsilon_1 = \sqrt{3}\upsilon_2' & [1] \\ \upsilon_1' = \upsilon_2' & [2] \end{cases}$$




Κατά την πλαστική κρούση της $Σ_1$ με την ακίνητη $Σ_3$, το σύστημά τους θεωρείται μονωμένο, οπότε ισχύει:

$$\vec{p}_{1,3(πριν)} = \vec{p}_{1,3(μετά)} \Rightarrow m\upsilon_1' + 0 = 2m\upsilon_\kappa \Rightarrow \upsilon_\kappa = \frac{\upsilon_1'}{2} \quad [3]$$

Ο ζητούμενος λόγος είναι:

$$\frac{K_{1,3}}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}\cdot 2m\upsilon_\kappa^2}{\frac{1}{2}m\upsilon_1^2} \xRightarrow{[1],[2],[3]} \frac{K_{1,3}}{K_1} = \frac{2\cdot\left(\frac{\upsilon_2'}{2}\right)^2}{(\sqrt{3}\upsilon_2')^2} \Rightarrow \frac{K_{1,3}}{K_1} = \frac{1}{6}$$

**ΘΕΜΑ Γ**

**Γ1**. Η μέση ισχύς στον αντιστάτη R είναι:

$$\bar{P}_1 = \frac{V_{εν}^2}{R_1} \Rightarrow V_{εν} = \sqrt{\bar{P}_1 \cdot R_1} \Rightarrow V_{εν} = 6\sqrt{2}V$$

Όμως:

$$V_{εν} = \frac{V}{\sqrt{2}} \Rightarrow V = V_{εν}\sqrt{2} \Rightarrow V = 12\ V$$

Και ισχύει από τον Νόμο του Ohm:

$$I_{εν} = \frac{V_{εν}}{R_1} \Rightarrow I_{εν} = \sqrt{2}\ A$$

**Γ2**. Γνωρίζουμε ότι για το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης ισχύει:

$$V = N\omega BA$$

Όταν διπλασιάσουμε λοιπόν, τη συχνότητα περιστροφής θα διπλασιαστεί και το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης, δλδ.

$$V' = 2V \Rightarrow V' = 24\ V$$

Είναι:

$$\upsilon' = V'ημ(2\omega t) \Rightarrow \upsilon' = 24ημ(100\pi t), (S.I.)$$

και

$$i' = \frac{V'}{R_1}\eta\mu(2\omega t) \Rightarrow \ i' = 4\eta\mu(100\pi t), (S.I.)$$

Η στιγμιαία ισχύς θα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P = \upsilon' \cdot i' \Rightarrow P = 96\eta\mu^2(100\pi t), (S.I.)$$

Οπότε τη χρονική στιγμή $t = 5 \cdot 10^{-3} s$ είναι:

$$P = 96\eta\mu^2(100\pi \cdot 5 \cdot 10^{-3}) = 96\eta\mu^2\left(\frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow P = 96\,W$$

**Γ3**. Από τη στιγμή που ανοίγουμε τον διακόπτη δ1 ($t_0 = 0$) ασκούμε στο μέσο της ράβδου ΚΛ μια σταθερή δύναμη F. Έτσι η ράβδος αρχίζει να εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

Από τον 2ο Νόμο Newton υπολογίζουμε την επιτάχυνση:

$$\alpha = \frac{\Sigma F}{m} \Rightarrow \alpha = \frac{F}{m} \Rightarrow \alpha = \frac{0{,}5}{0{,}5} \Rightarrow \alpha = 1\ \frac{m}{s^2}$$

Από τις εξισώσεις κίνησης έχουμε:

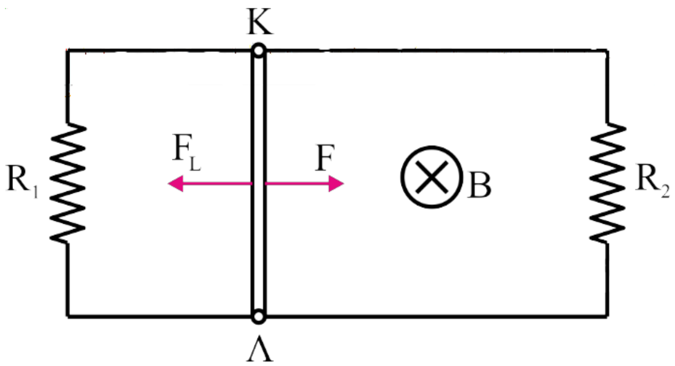
$$\upsilon = \upsilon_{\alpha\rho\chi} + \alpha\left(t - t_{\alpha\rho\chi}\right) \Rightarrow \upsilon_1 = \upsilon_0 + \alpha(t_1 - t_0) \Rightarrow \upsilon_1 = 0 + 1(2-0) \Rightarrow \upsilon_1 = 2\frac{m}{s}$$

$$\Delta x = \upsilon_{\alpha\rho\chi}\left(t - t_{\alpha\rho\chi}\right) + \frac{1}{2}a\left(t - t_{\alpha\rho\chi}\right)^2 \Rightarrow \Delta x_{0,1} = \upsilon_0(t_1 - t_0) + \frac{1}{2}a(t_1 - t_0)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta x_{0,1} = \frac{1}{2}1(2-0)^2 \Rightarrow \Delta x_{0,1} = 2\,m$$

Η ράβδος κινείται με αυτόν τον τρόπο μέχρι τη στιγμή $t_1 = 2s$ που κλείνουμε τους διακόπτες δ2 και δ3 και στη συνέχεια, όπως μας δίνεται, εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με ταχύτητα αυτήν που απέκτησε τη στιγμή $t_1$.

Αυτό συμβαίνει γιατί πλέον σχηματίζεται ένα κλειστό κύκλωμα με αποτέλεσμα να διαρρέεται από ρεύμα η ράβδος ΚΛ και κατά συνέπεια να δέχεται στο μέσο της δύναμη Laplace με φορά αντίθετη στην κίνηση.




Οι αντιστάτες $R_1$ και $R_2$ είναι συνδεδεμένοι παράλληλα, οπότε:

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \Rightarrow R_{1,2} = 2\,\Omega$$

Καθώς η ράβδος ΚΛ κινείται ομαλά, μεταβάλλεται το εμβαδόν της επιφάνειας που σαρώνει εντός του Ο.Μ.Π. έντασης $\vec{B}$ και κατά συνέπεια μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από αυτήν, οπότε στον αγωγό επάγεται ΗΕΔ:

$$E_{\varepsilon\pi} = \frac{|d\Phi|}{dt} = \frac{BdA}{dt} = \frac{B \cdot dx \cdot l}{dt} = B \cdot \upsilon_1 \cdot l$$

Το κλειστό κύκλωμα που σχηματίζεται διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα του οποίου η ένταση, σύμφωνα με τον Νόμο του Ohm, είναι:

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{B \cdot \upsilon_1 \cdot l}{R_{1,2} + R_{K\Lambda}}$$

Η κινούμενη ράβδος που πλέον διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, δέχεται δύναμη Laplace αντίρροπη της κίνησης σε συμφωνία με τον κανόνα του Lenz (Α.Δ.Ε.) ώστε να αντιτίθεται στο αίτιο (δλδ. την κίνηση), οπότε η πολικότητα της ΗΕΔ είναι τέτοια ώστε στο άκρο Κ να εμφανίζεται ο θετικός πόλος:

$$F_L = BI_{\varepsilon\pi} l = \frac{B^2 \upsilon_1 l^2}{R_{1,2} + R_{K\Lambda}}$$

Επειδή η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα θα είναι, σύμφωνα με τον 1ο Νόμο Newton:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = F \Rightarrow \frac{B^2 \upsilon_1 l^2}{R_{1,2} + R_{K\Lambda}} = F \Rightarrow B = \sqrt{\frac{F(R_{1,2} + R_{K\Lambda})}{\upsilon_1^2 l^2}} \Rightarrow B = 1\,T$$

**Γ4**. Το ζητούμενο ποσοστό είναι:

$$\pi\% = \frac{Q_{R_2}}{W_F^{0\to 5s}} 100\%$$

$$\text{όπου} \begin{cases} Q_{R_2} = I_2^2 R_2 (t_2 - t_0) \\ W_F^{0\to 5s} = W_F^{0\to 2s} + W_F^{2s\to 5s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q_{R_2} = \frac{V_{K\Lambda}^2}{R_2}(t_2 - t_0) \\ W_F^{0\to 5s} = F \cdot \Delta x_{0,1} + F \cdot \Delta x_{1,2} \end{cases} \Rightarrow$$

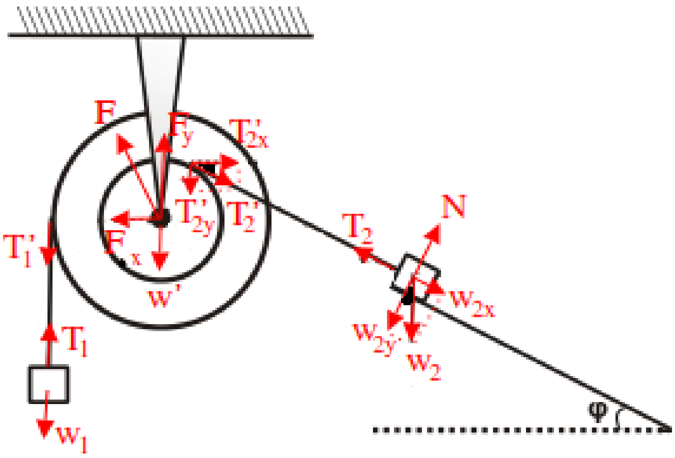
$$\Rightarrow \begin{cases} Q_{R_2} = \frac{(B\upsilon_1 l - IR_{K\Lambda})^2}{R_2}(t_2 - t_0) \\ W_F^{0\to 5s} = F \cdot \Delta x_{0,1} + F \cdot \upsilon(t_2 - t_1) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q_{R_2} = 1\,J \\ W_F^{0\to 5s} = 4\,J \end{cases}$$

Οπότε:

$$\pi\% = \frac{1}{4} 100\% \Rightarrow \pi\% = 25\%$$

## ΘΕΜΑ Δ

**Δ1**.




Το $\Sigma_1$ ισορροπεί, οπότε:

$$\Sigma \vec{F_1} = \vec{0} \Rightarrow T_1 = w_1 \Rightarrow T_1 = m_1 g \quad [1]$$

Το $\Sigma_2$ ισορροπεί, οπότε:

$$\Sigma \vec{F_2} = \vec{0} \Rightarrow T_2 = w_{2x} \Rightarrow T_2 = m_2 g \eta\mu\varphi \Rightarrow T_2 = 30\,N \quad [2]$$

Το νήματα (1) και (2) είναι αβαρή, οπότε:

$$T_1' = T_1 \text{ και } T_2' = T_2 \quad [2]$$

Η τροχαλία Τ ισορροπεί στροφικά, οπότε:

$$\Sigma\tau_{(O)} = 0 \Rightarrow \tau_{T_1'(O)} + \tau_{F(O)} + \tau_{w'(O)} + \tau_{T_2'(O)} = 0 \xRightarrow{+\odot} T_1' \cdot 2r + 0 + 0 - T_2' \cdot \mathrm{r} = 0 \xRightarrow{[1],[2],[3]}$$

$$\Rightarrow m_1 = \frac{T_2}{2g} \Rightarrow m_1 = 1{,}5\,kg$$

Η τροχαλία Τ ισορροπεί και μεταφορικά, οπότε:

$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_x = T_{2x}' \\ F_y = T_1' + w' + T_{2y}' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_x = T_2 \sigma\upsilon\nu\varphi \\ F_y = m_1 g + Mg + T_2 \eta\mu\varphi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_x = 24\,N \\ F_y = 48\,N \end{cases}$$

Για τη δύναμη F που δέχεται η τροχαλία Τ από τον άξονα έχουμε:

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y \xRightarrow{\vec{F}_x \perp \vec{F}_y} F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \Rightarrow F = \sqrt{24^2 + 48^2} \Rightarrow F = 24\sqrt{5}\ N$$

**Δ2**. Από το Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του $\Sigma_2$ από τη θέση που αρχικά ισορροπούσε μέχρι το σημείο Γ, έχουμε:

$$K_\Gamma - K_{\alpha\rho\chi} = W_{w_2} + W_N \Rightarrow \frac{1}{2} m_2 \upsilon_2^2 - 0 = m_2 g h + 0 \Rightarrow \upsilon_2 = \sqrt{2gh} \Rightarrow \upsilon_2 = 6\ \frac{m}{s}$$

Το $\Sigma_2$ κινείται ομαλά με την ταχύτητα $\upsilon_2$ από το Γ μέχρι το Δ, οπότε:

$$l = \upsilon_2 \Delta t_{\Gamma\Delta} \Rightarrow \Delta t_{\Gamma\Delta} = 0{,}1\pi\ s$$

Στο ίδιο χρονικό διάστημα το $\Sigma_3$ μεταβαίνει από την αρχική του θέση όπου ήταν ακίνητο και συνεπώς αποτελεί μία ακραία θέση της Α.Α.Τ. του, στο σημείο Δ όπου το οριζόντιο ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος και αποτελεί τη Θ.Ι. του. Επομένως:

$$\Delta t_{\Gamma\Delta} = \frac{T}{4} \Rightarrow T = 0{,}4\pi\ s \text{ οπότε } \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = 5\ \frac{rad}{s}$$

Το $\Sigma_3$ εκτελεί Α.Α.Τ. με $D = k \Rightarrow m_3 \omega^2 = k \Rightarrow k = 125\ \frac{N}{m}$

**Δ3**. Η ζητούμενη εξίσωση είναι της μορφής: $x = A' \eta\mu(\omega t + \varphi_0)$

Επειδή η κρούση είναι ελαστική, η περίοδος και η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης δεν αλλάζουν.

Καθώς τα σώματα $\Sigma_2$ και $\Sigma_3$ έχουν ίσες μάζες και συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά, ανταλλάσσουν ταχύτητες, οπότε:

$$\upsilon_2' = \upsilon_3 = \omega d \Rightarrow \upsilon_2' = 1\ \frac{m}{s}$$

$$\upsilon_3' = \upsilon_2 \Rightarrow \omega A' = \upsilon_2 \Rightarrow A' = \frac{\upsilon_2}{\omega} \Rightarrow A' = 1{,}2\ m$$

Για $t_0 = 0 \Rightarrow x_0 = 0 \Rightarrow \eta\mu\varphi_0 = 0 \Rightarrow \varphi_0 = \kappa\pi,\ \kappa \in N$

Για $\kappa = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0, \alpha\pi o\rho\rho\acute{\iota}\pi\tau\varepsilon\tau\alpha\iota\ \gamma\iota\alpha\tau\acute{\iota}\ \upsilon_0 < 0$ ή $\sigma\upsilon\nu\varphi_0 < 0$

Για $\kappa = 1 \Rightarrow \varphi_0 = \pi\ rad, \alpha\pi o\delta\varepsilon\kappa\tau\acute{\eta}$

Άρα:

$$x = 1{,}2\eta\mu(5t + \pi), (S.I.)\ \gamma\iota\alpha\ t \geq 0$$

**Δ4**. Από Α.Δ.Ε.Τ. για τη θέση Ζ που $K_{(Z)} = 8U_{T(Z)}$, έχουμε:

$$E_T = K_{(1)} + U_{T(1)} \Rightarrow E_T = 9U_{T(1)} \Rightarrow \frac{1}{2} k A'^2 = 9 \frac{1}{2} k x_Z^2 \Rightarrow x_Z = \pm 0{,}4\ m$$

Επειδή πρόκειται για την πρώτη φορά μετά την $t_0 = 0$, $x_Z = -0{,}4\ m$.

Είναι λοιπόν:

$$K_{(Z)} = 8U_{T(Z)} \Rightarrow \frac{1}{2} m_3 \upsilon_Z^2 = 8 \frac{1}{2} k x_Z^2 \Rightarrow \upsilon_Z = \pm \sqrt{\frac{8 k x_Z^2}{m_3}} \Rightarrow \upsilon_Z = \pm 4\sqrt{2}\ \frac{m}{s}$$

Επειδή πρόκειται για την πρώτη φορά μετά την $t_0 = 0$, $\upsilon_Z = -4\sqrt{2}\ \frac{m}{s}$.

Ο (στιγμιαίος) ρυθμός μεταβολής της ορμής του $\Sigma_3$ σε εκείνη τη θέση, σύμφωνα με τη γενικευμένη διατύπωση του Θεμελιώδους Νόμου της Μηχανικής, είναι:

$$\frac{d\vec{p}_{3(Z)}}{dt} = \Sigma \vec{F}_{3(Z)} \Rightarrow \frac{dp_{3(Z)}}{dt} = -k x_Z \Rightarrow \frac{dp_{3(Z)}}{dt} = 50\ kg\frac{m}{s^2}$$

Η απόλυτη τιμή του ρυθμού μεταβολής της κινητικής ενέργειας του $\Sigma_3$ στη θέση Ζ είναι:

$$\left|\frac{dK_{3(Z)}}{dt}\right| = \left|\frac{dW_{\Sigma F_3}}{dt}\right| = \left|\frac{\Sigma F_3 \cdot dx_Z}{dt}\right| = |\Sigma F_3 \cdot \upsilon_Z| = |-k \cdot x_Z \cdot \upsilon_Z| = |-k \cdot x_Z \cdot \upsilon_Z| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left|\frac{dK_{3(Z)}}{dt}\right| = 200\sqrt{2}\ \frac{J}{s}$$

**Δ4**. Το $Σ_3$ διέρχεται από το σημείο Δ όπου το οριζόντιο ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος και αποτελεί τη Θ.Ι. του, για πρώτη φορά μετά την $t_0 = 0$, σε χρονικό διάστημα:

$$\Delta t' = \frac{T}{2} \Rightarrow \Delta t' = 0{,}2\pi\ s$$

Στο ίδιο χρονικό διάστημα το $Σ_2$ κινείται ομαλά με ταχύτητα $\upsilon_2'$, οπότε μετατοπίζεται προς τα αριστερά κατά:

$$\Delta x' = \upsilon_2' \Delta t' \Rightarrow \Delta x' = 0{,}2\pi\ m$$

Αφού το $Σ_3$ βρίσκεται στο σημείο Δ, η απόσταση μεταξύ αυτού και του $Σ_2$ θα είναι:

$$s = |\Delta x'| \Rightarrow s = 0{,}628\ m$$