ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ Ο.Π. 2021

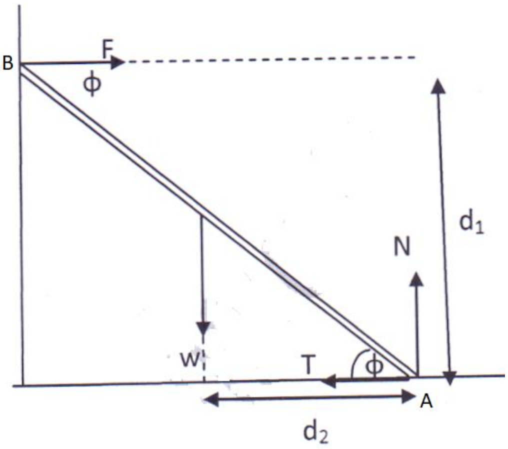
ΘΕΜΑ Α

Α1. **γ** (5 μόρια)
Α2. **δ** (5 μόρια)
Α3. **γ** (5 μόρια)
Α4 **β** (5 μόρια)

Α5. α) **Σωστό** (1 μόριο)
β) **Λάθος** (1 μόριο)
γ) **Σωστό** (1 μόριο)
δ) **Σωστό** (1 μόριο)
ε) **Λάθος** (1 μόριο)

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το **(ii)** **(2 μόρια)**
Δικαιολόγηση:



Ισορροπία ροπών:

$$\Sigma\tau_{(A)}=0\Rightarrow F\cdot d_1=w\cdot d_2\Rightarrow F\cdot \cancel{L}\cdot\eta\mu\varphi=w\cdot\frac{\cancel{L}}{2}\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi\Rightarrow$$

$$F=\frac{w\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi}{2\eta\mu\varphi}\ (1)\qquad \left(\mathbf{2\ μόρια}\right)$$

Ισορροπία δυνάμεων:

$$\Sigma F_x=0\Rightarrow T=F\overset{(1)}{\Rightarrow}T=\frac{w\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi}{2\eta\mu\varphi}\ (2)\quad \left(\mathbf{1\ μόριο}\right)$$

$$\Sigma F_y=0\Rightarrow N=w\ (3)\quad \left(\mathbf{1\ μόριο}\right)$$

Η σκάλα οριακά δεν ολισθαίνει:

$$T=\mu\cdot N\underset{(3)}{\overset{(2)}{\Rightarrow}}\frac{\cancel{w}\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi}{2\eta\mu\varphi}=\mu\cdot\cancel{w}\Rightarrow\frac{\eta\mu\varphi}{\sigma\upsilon\nu\varphi}=\frac{1}{2\mu}\Rightarrow\varepsilon\varphi\varphi=\frac{1}{2\mu}$$

$\left(\mathbf{1\ μόριο}\right)$ $\left(\mathbf{1\ μόριο}\right)$

Β2. Σωστό το **(i)** **(2 μόρια)**
Δικαιολόγηση:

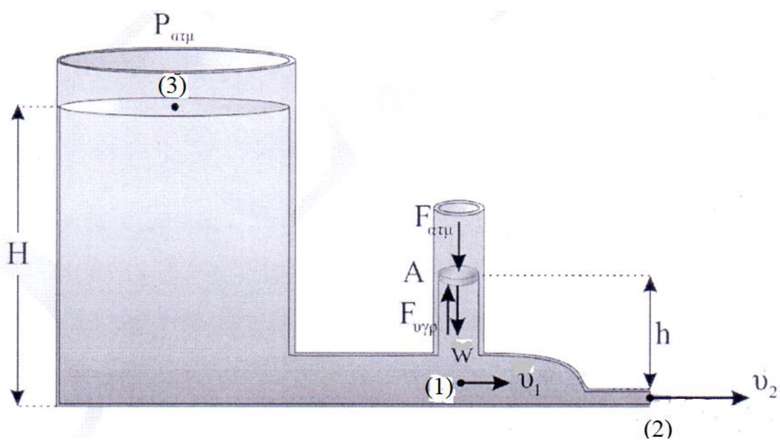
Εξίσωση Bernoulli από το (3) στο (2):

$$P_3+0+\rho g H=P_2+\frac{1}{2}\rho\cdot\upsilon_2^2+0\Rightarrow$$

$$\cancel{P_{\alpha\tau\mu}}+\rho\cdot g\cdot H=\cancel{P_{\alpha\tau\mu}}+\frac{1}{2}\rho\cdot\upsilon_2^2\Rightarrow$$

$$\cancel{\rho}\cdot g\cdot H=\frac{1}{2}\cancel{\rho}\cdot\upsilon_2^2\Rightarrow$$

$$\upsilon_2=\sqrt{2\cdot g\cdot H}\ (1)\qquad \mathbf{(1\ μόριο)}$$



(*ή από θεώρημα Toricceli* $\upsilon_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$ *)*

Εξίσωση συνέχειας από το (1) στο (2):

$$A_1 \cdot \upsilon_1 = A_2 \cdot \upsilon_2 \Rightarrow \cancel{A_1} = \frac{\cancel{A_1}}{2} \cdot \upsilon_2 \Rightarrow \upsilon_1 = \frac{\upsilon_2}{2} \; (2)$$ **(1 μόριο)**

Ισορροπία εμβόλου:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\upsilon\gamma\rho} = F_{\alpha\tau\mu} + w \Rightarrow \frac{F_{\upsilon\gamma\rho}}{A} = \frac{F_{\alpha\tau\mu}}{A} + \frac{w}{A} \Rightarrow P_A = P_{\alpha\tau\mu} + \frac{w}{A} \; (2)$$ **(1 μόριο)**

Υπολογισμός της πίεσης στο σημείο (1):

$$P_1 = P_A + \rho \cdot g \cdot h \overset{(2)}{\Rightarrow} P_1 = P_{\alpha\tau\mu} + \frac{w}{A} + \rho \cdot g \cdot \frac{H}{4} \; (3)$$ **(1 μόριο)**

Εξίσωση Bernoulli από το(1) στο (2):

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho \cdot \upsilon_1^2 + 0 = P_2 + \frac{1}{2}\rho \cdot \upsilon_2^2 + 0 \overset{(3)}{\Rightarrow} \cancel{P_{\alpha\tau\mu}} + \frac{w}{A} + \rho \cdot g \cdot \frac{H}{4} + \frac{1}{2}\rho \cdot \upsilon_1^2 = \cancel{P_{\alpha\tau\mu}} + \frac{1}{2}\rho \cdot \upsilon_2^2 \overset{(2)}{\Rightarrow}$$

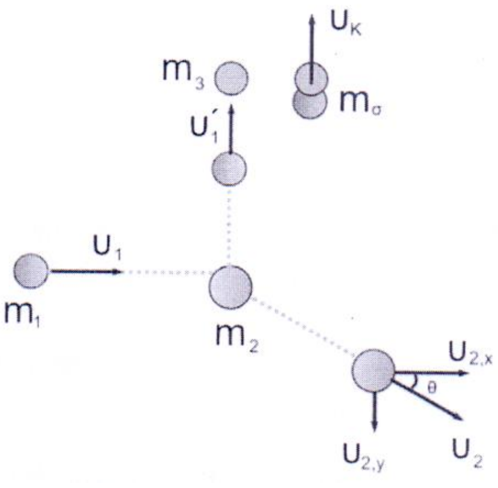
(1 μόριο)

$$\frac{w}{A} + \rho \cdot g \cdot \frac{H}{4} + \frac{1}{2}\rho \cdot \frac{\upsilon_2^2}{4} = \frac{1}{2}\rho \cdot \upsilon_2^2 \Rightarrow \frac{w}{A} + \rho \cdot g \cdot \frac{H}{4} = \frac{1}{2}\rho \cdot \frac{3\upsilon_2^2}{4} \overset{(1)}{\Rightarrow} \frac{w}{A} + \rho \cdot g \cdot \frac{H}{4} = \frac{1}{\cancel{2}}\rho \cdot \frac{3}{4} \cdot \cancel{2} H \cdot g \cdot H \Rightarrow$$

$$\frac{w}{A} = \frac{2}{4} \cdot \rho \cdot g \cdot H \Rightarrow w = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot A}{2}$$ **(1 μόριο)**

Β3. Σωστό το **(iii)** **(2 μόρια)**

<u>Δικαιολόγηση:</u>



Ελαστική κρούση Σ_1 με Σ_2:

Α.Δ.Ο. στον άξονα x:

$$P_{\alpha\rho\chi(x)} = P_{\tau\varepsilon\lambda(x)} \Rightarrow m_1 \cdot \upsilon_1 = m_2 \cdot \upsilon'_{2,x} \Rightarrow$$

$$\cancel{m} \cdot \upsilon_1 = 2 \cdot \cancel{m} \cdot \upsilon'_2 \cdot \sigma\upsilon\nu 30^o \Rightarrow \upsilon_1 = \cancel{2} \cdot \upsilon'_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}} \Rightarrow$$

$$\upsilon'_2 = \frac{\upsilon_1}{\sqrt{3}} \; (1)$$ **(2 μόρια)**

Α.Δ.Ο. στον άξονα y:

$$P_{\alpha\rho\chi(y)} = P_{\tau\varepsilon\lambda(y)} \Rightarrow 0 = m_1 \cdot \upsilon'_1 - m_2 \cdot \upsilon'_{2,y} \Rightarrow \cancel{m} \cdot \upsilon_1 = 2 \cdot \cancel{m} \cdot \upsilon'_2 \cdot \eta\mu 30^0 \Rightarrow \upsilon'_1 = \cancel{2} \cdot \upsilon'_2 \cdot \frac{1}{\cancel{2}} \overset{(1)}{\Rightarrow}$$

$$\upsilon'_1 = \frac{\upsilon_1}{\sqrt{3}} \; (2)$$ **(2 μόρια)**

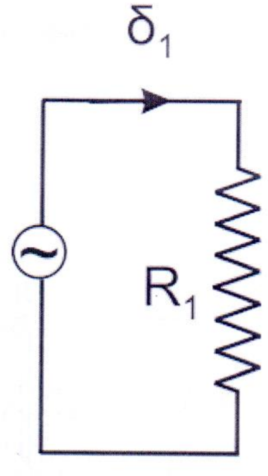
Πλαστική κρούση Σ_1 με Σ_3:

$$\vec{P}_{\alpha\rho\chi} = \vec{P}_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow m_1 \cdot \upsilon'_1 = (m_1 + m_3) \cdot \upsilon_K \overset{(2)}{\Rightarrow} \cancel{m} \cdot \frac{\upsilon_1}{\sqrt{3}} = 2 \cdot \cancel{m} \cdot \upsilon_K \Rightarrow \upsilon_K = \frac{\upsilon_1}{2\sqrt{3}} \; (3)$$ **(2 μόρια)**

Ο ζητούμενος λόγος είναι:

$$\frac{K_{\sigma\upsilon\sigma\sigma}}{K_1}=\frac{\frac{\cancel{1}}{\cancel{2}}(m_1+m_3)\cdot\upsilon_K^2}{\frac{\cancel{1}}{\cancel{2}}m_1\cdot\upsilon_1^2}\overset{(3)}{=}\frac{2\cancel{m}\cdot\left(\frac{\upsilon_1}{2\sqrt{3}}\right)^2}{\cancel{m}\cdot\upsilon_1^2}=\frac{2\cdot\frac{\cancel{\upsilon_1^2}}{4\cdot 3}}{\cancel{\upsilon_1^2}}=\frac{1}{6}$$ **(1 μόριο)**

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>



Γ1.

$$P_M=\frac{V_{\varepsilon\nu}^2}{R_1}\Rightarrow 12=\frac{V_{\varepsilon\nu}^2}{6}\Rightarrow V_{\varepsilon\nu}=6\sqrt{2}\ \text{V}$$ **(2 μόρια)**

$$V_{\varepsilon\nu}=\frac{V}{\sqrt{2}}\Rightarrow 6\sqrt{2}=\frac{V}{\sqrt{2}}\Rightarrow V=12\text{V}$$ **(2 μόρια)**

$$I_{\varepsilon\nu}=\frac{V_{\varepsilon\nu}}{R_1}=\frac{\cancel{6}\sqrt{2}}{\cancel{6}}\Rightarrow I_{\varepsilon\nu}=\sqrt{2}\ \text{A}$$ **(2 μόρια)**

Γ2.

Όταν διπλασιάζουμε τη συχνότητα περιστροφής του πλαισίου στη γεννήτρια διπλασιάζεται η κυκλική συχνότητα περιστροφής και το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης:

$$\frac{\omega'}{\omega}=\frac{\cancel{2}\cdot\cancel{\pi}\cdot f'}{\cancel{2}\cdot\cancel{\pi}\cdot f}=\frac{2\cancel{f}}{\cancel{f}}\Rightarrow\omega'=2\cdot\omega=100\pi\ \text{rad/s}$$ **(1 μόριο)**

$$\frac{V'}{V}=\frac{\cancel{N}\cdot\omega'\cdot\cancel{B}\cdot\cancel{A}}{\cancel{N}\cdot\omega\cdot\cancel{B}\cdot\cancel{A}}=\frac{2\cancel{\omega}}{\cancel{\omega}}\Rightarrow V'=2\cdot V=24\ \text{V}$$ **(1 μόριο)**

Η εξίσωση της εναλλασσόμενης τάσης, της έντασης του ρεύματος και της στιγμιαίας ισχύος τώρα είναι:

$\upsilon'=V'\eta\mu\omega' t=24\eta\mu 100\pi t\ \ (\text{S.I.})$ **(1 μόριο)**

$$i'=\frac{\upsilon'}{R_1}=\frac{24\eta\mu 100\pi t}{6}=4\eta\mu 100\pi t\ (\text{S.I.})$$ **(1 μόριο)**

$P_{\sigma\tau}=\upsilon'\cdot i'=24\eta\mu 100\pi t\cdot 4\eta\mu 100\pi t=96\eta\mu^2 100\pi t\ (\text{S.I.})$ **(1 μόριο)**

Με αντικατάσταση του χρόνου t προκύπτει:

$$P_{\sigma\tau}=96\eta\mu^2 100\pi t=96\eta\mu^2 100\pi\cdot 5\cdot 10^{-3}=96\eta\mu^2\frac{\pi}{2}=96\ \text{W}$$ **(1 μόριο)**

Γ3.

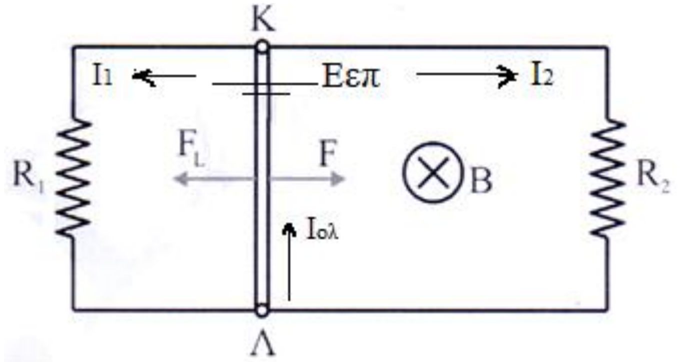
Όταν όλοι οι διακόπτες είναι ανοικτοί, η ράβδος ΚΛ με την επίδραση της δύναμης F εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση επί χρόνο Δt_1=2s.

$F=m\cdot\alpha\Rightarrow 0,5=0,5\cdot\alpha\Rightarrow\alpha=1\text{m/s}^2$ **(1 μόριο)**

Τη χρονική στιγμή t=2s η ράβδος ΚΛ:

- έχει αποκτήσει ταχύτητα
  $\upsilon = \alpha \cdot \Delta t_1 = 1 \cdot 2 = 2\ m/s$ **(1 μόριο)**
- και έχει διανύσει διάστημα
  $x_1 = \frac{1}{2}\alpha \cdot \Delta t_1^2 = \frac{1}{\cancel{2}} \cdot 1 \cdot 2^{\cancel{2}} = 2\ m$

Όταν κλείσουν οι διακόπτες δ_2 και δ_3, το κύκλωμα έχει την μορφή του διπλανού σχήματος.



Η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι:

$$R_{ο\lambda} = R_{1,2} + R_{K\Lambda} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_{K\Lambda} \Rightarrow$$

$$R_{ο\lambda} = \frac{6 \cdot 3}{6+3} + 2 = 4\Omega$$ **(1 μόριο)**

Στα άκρα της κινούμενης ράβδου δημιουργείται επαγωγική τάση (η πολικότητα φαίνεται στο σχήμα) και, επειδή αυτή κλείνει κύκλωμα, διαρρέεται από ρεύμα με αποτέλεσμα να της ασκηθεί δύναμη Laplace, η οποία αντιτίθεται στην κίνηση (κανόνας Lenz) που έχει μέτρο:

$$\left.\begin{array}{l} E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon L \\ I_{\varepsilon\pi} = \dfrac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{ο\lambda}} \end{array}\right\} \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = \frac{B\upsilon L}{R_{ο\lambda}} \quad \left\{ F_L = \frac{B^2\upsilon L^2}{R_{ο\lambda}} \right. \ (1)$$ **(1 μόριο)**

$$F_L = BI_{\varepsilon\pi}L$$

Τη στιγμή εισόδου της στο μαγνητικό πεδίο η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα, άρα:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F = F_L \overset{(1)}{\Rightarrow} F = \frac{B^2 \cdot \upsilon \cdot L^2}{R_{ο\lambda}} \Rightarrow 0{,}5^2 = \frac{B^2 \cdot 2 \cdot 1}{4} \Rightarrow B = 1T$$

(1 μόριο) **(1 μόριο)**

Γ4.

Από τη χρονική στιγμή t=2s μέχρι τη χρονική στιγμή t=5s, δηλαδή επί χρόνο Δt_2=3s, η ράβδος κινείται ομαλά και διανύει διάστημα

$x_2 = \upsilon \cdot \Delta t_2 = 2 \cdot 3 = 6\ m$ **(1 μόριο)**

Το έργο της F υπολογίζεται από τη σχέση:

$W_F = F \cdot (x_1 + x_2) = 0{,}5 \cdot (2+6) = 4\ J$ **(1 μόριο)**

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα είναι:

$$I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{ο\lambda}} = \frac{B \cdot \upsilon \cdot L}{R_{ο\lambda}} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 1}{4} = 0{,}5A$$ **(1 μόριο)**

Οι αντιστάσεις R_1 και R_2 συνδέονται παράλληλα με την ράβδο ΚΛ, οπότε ισχύει

$V_1 = V_2 = V_{K\Lambda} = E_{\varepsilon\pi} - I \cdot R_{K\Lambda} = 2 - 0{,}5 \cdot 2 = 1V$ **(1 μόριο)**

Άρα το σταθερό ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση R_2 είναι:

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{1}{3}A \qquad \textbf{(1 μόριο)}$$

και η θερμότητα που εκλύεται σε αυτή είναι:

$$Q_2 = I_2^2 \cdot R_2 \cdot \Delta t_2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \cdot 3 \cdot 3 = 1\,J \qquad \textbf{(1 μόριο)}$$

Το ζητούμενο ποσοστό δίνεται από τη σχέση:

$$\pi(\%) = \frac{Q_2}{W_F} \cdot 100\% = \frac{1}{4} \cdot 100\% = 25\% \qquad \textbf{(1 μόριο)}$$

<u>ΘΕΜΑ Δ</u>

Δ1.

Ισορροπία Σ_2:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_2 = m_2 \cdot g \cdot \eta\mu\varphi = 0,5 \cdot 10 \cdot 0,6$$

$$\Rightarrow T_2 = 30\ N \qquad \textbf{(1 μόριο)}$$

Ισορροπία ροπών στην τροχαλία:

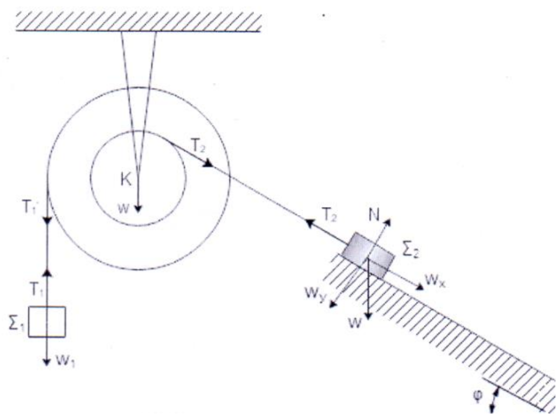
$$\Sigma\tau_{(O)} = 0 \Rightarrow T_1 \cdot 2\cancel{r} = T_2 \cdot \cancel{r} \Rightarrow 2 \cdot T_1 = 30$$

$$\Rightarrow T_1 = 15\ N \qquad \textbf{(1 μόριο)}$$

Ισορροπία Σ_1:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow T_1 = m_1 \cdot g \Rightarrow 15 = m_1 \cdot 10$$

$$\Rightarrow m_1 = 1,5\ kg \qquad \textbf{(1 μόριο)}$$



Ισορροπία δυνάμεων στην τροχαλία:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_x = T_2 \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi = 30 \cdot 0,8 = 24\ N$$

(1 μόριο)

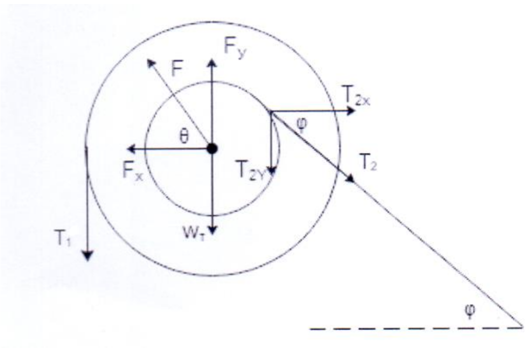
$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_y = T_1 + T_2 \cdot \eta\mu\varphi + M \cdot g \Rightarrow$$

$$F_y = 15 + 30 \cdot 0,6 + 1,5 \cdot 10 = 48\ N \quad \textbf{(1 μόριο)}$$

Η δύναμη που δέχεται η τροχαλία από τον άξονα έχει μέτρο:

$$F_{\alpha\xi} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{24^2 + 48^2} = 24\sqrt{5}\,N$$

(1 μόριο) **(1 μόριο)**



Δ2.

Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του Σ_2 στο λείο κεκλιμένο επίπεδο:

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{w_2} \Rightarrow \frac{1}{2}\cancel{m_2} \cdot \upsilon_2^2 - 0 = \cancel{m_2} \cdot g \cdot h \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \upsilon_2^2 = 10 \cdot 1,8 \Rightarrow \upsilon_2 = 6\ m/s \quad \textbf{(1 μόριο)}$$

Το Σ_2 διανύει την απόσταση *l* στο οριζόντιο επίπεδο κάνοντας Ε.Ο.Κ. σε χρόνο t:

$$l = \upsilon_2 \cdot t \Rightarrow \frac{3\pi}{5} = 6 \cdot t \Rightarrow t = 0,1\pi\ s \qquad \textbf{(1 μόριο)}$$

Στο ίδιο χρονικό διάστημα το $Σ_3$ κινείται από την ακραία θέση στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσής του, δηλαδή:

$$t = \frac{T}{4} \Rightarrow 0{,}1\pi = \frac{T}{4} \Rightarrow T = 0{,}4\pi \text{ s}$$ **(1 μόριο)**

οπότε $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\cancel{\pi}}{0{,}4\cancel{\pi}} = 5 \text{ rad/s}$ **(1 μόριο)**

και τελικά $k = m_3 \cdot \omega^2 = 5 \cdot 5^2 = 125 \text{ N/m}$ **(1 μόριο)**

Δ3.

Τα σώματα $Σ_2$ και $Σ_3$, που έχουν ίσες μάζες, συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά στη Θ.Ι. της ταλάντωσης του $Σ_3$. Άρα ανταλλάσσουν ταχύτητες:

$|\upsilon'_3| = \upsilon_2 = 6 \text{ m/s}$ με φορά προς τα δεξιά

$|\upsilon'_2| = \upsilon_3 = \omega \cdot d = 5 \cdot 0{,}2 = 1 \text{ m/s}$ με φορά προς τα αριστερά **(1 μόριο)**

Το σώμα $Σ_3$ μετά την κρούση εκτελεί νέα Α.Α.Τ. της οποίας το πλάτος είναι:

$\upsilon'_3 = \upsilon'_{max} = \omega \cdot A' \Rightarrow 6 = 5 \cdot A' \Rightarrow A' = 1{,}2 \text{ m}$ **(1 μόριο)**

Τη χρονική στιγμή t=0 το $Σ_3$ βρίσκεται στη θέση ισορροπίας κινούμενο κατά την αρνητική φορά, άρα $\varphi_o = \pi$ rad **(1 μόριο)**, οπότε η εξίσωση της απομάκρυνσης έχει τη μορφή:

$x = A'\eta\mu(\omega t + \varphi_o) = 1{,}2\eta\mu(5t + \pi) \text{ (S.I.)}$ **(1 μόριο)**

Δ4.

$$\left.\begin{aligned} E_{ολ} &= K + U \\ K &= 8U \end{aligned}\right\} \Rightarrow E_{ολ} = 9 \cdot U \Rightarrow \frac{1}{\cancel{2}}\cancel{k} \cdot A'^2 = 9\frac{1}{\cancel{2}}\cancel{k} \cdot x^2 \Rightarrow x = \pm\frac{A'}{3} = \pm\frac{1{,}2}{3} = \pm 0{,}4 \text{ m}$$ **(1 μόριο)**

και για πρώτη φορά x=-0,4 m **(1 μόριο)**.

Στη θέση αυτή είναι:

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \Sigma F = -k \cdot x = -125 \cdot (-0{,}4) = 50 \text{ N}$$ **(1 μόριο)**

Υπολογίζουμε την ταχύτητα στην παραπάνω θέση:

$$E_{ολ} = K + U \Rightarrow \frac{1}{\cancel{2}}k \cdot A'^2 = \frac{1}{\cancel{2}}m_3\upsilon^2 + \frac{1}{\cancel{2}}k \cdot x^2 \Rightarrow 125 \cdot 1{,}2^2 = 5 \cdot \upsilon^2 + 125 \cdot 0{,}4^2 \Rightarrow \upsilon^2 = 32 \Rightarrow$$

$|\upsilon| = 4\sqrt{2} \text{ m/s}$ **(2 μόρια)**

Τελικά έχουμε:

$$\left|\frac{\Delta K}{\Delta t}\right| = |\Sigma F| \cdot |\upsilon| = 50 \cdot 4\sqrt{2} = 200\sqrt{2} \text{ J/s}$$ **(1 μόριο)**

Δ5.

Το σώμα $Σ_3$ διέρχεται για πρώτη φορά μετά την κρούση από τη Θ.Ι. σε χρόνο

$$\Delta t = \frac{T}{2} = \frac{0{,}4\pi}{2} = 0{,}2\pi \text{ s}$$ **(1 μόριο)**

Στο χρόνο αυτό το σώμα $Σ_2$ κάνει Ε.Ο.Κ. με $\upsilon'_2 = 1 \text{ m/s}$, άρα τα δύο σώματα απέχουν μεταξύ τους:

$$x = \upsilon'_2 \cdot \Delta t = 1 \cdot 0{,}2 \cdot \pi = 1 \cdot 0{,}2 \cdot 3{,}14 = 0{,}628 \text{ m}$$

(1 μόριο) **(1 μόριο)**