ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ Ο.Π. 2018

<u>ΘΕΜΑ Α</u>

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

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

<u>ΘΕΜΑ Β</u>

Β1. Σωστό το **(i)** **(2 μόρια)**
<u>Δικαιολόγηση:</u>

Υπολογίζουμε την απόσταση d_2 με Πυθαγόρειο Θεώρημα:

$$d_2^2 = d_1^2 + d^2 \Rightarrow d_2 = \sqrt{(2\lambda_1)^2 + \left(\frac{3\lambda_1}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{25\lambda_1^2}{4}} \Rightarrow d_2 = \frac{5\lambda_1}{2} \quad \textbf{(1 μόριο)}$$

Υπολογίζουμε το νέο μήκος κύματος μετά την αλλαγή της συχνότητας:

$$\upsilon_1 = \upsilon_2 \Rightarrow \lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2 \Rightarrow \lambda_1 \cancel{f_1} = \lambda_2 2\cancel{f_1} \Rightarrow \lambda_1 = 2\lambda_2 \ (1) \quad \textbf{(2 μόρια)}$$

οπότε οι αποστάσεις d_1 και d_2 γίνονται:

$$d_1 = 2\lambda_1 \overset{(1)}{\Rightarrow} d_1 = 2\cdot 2\lambda_2 \Rightarrow d_1 = 4\lambda_2 \ \text{και}\ d_2 = \frac{5\lambda_1}{2} \overset{(1)}{\Rightarrow} d_2 = \frac{5\lambda_1}{2} = \frac{5\cdot \cancel{2}\lambda_2}{\cancel{2}} \Rightarrow d_2 = 5\lambda_2 \quad \textbf{(1μόριο)}$$

Το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Σ μετά το διπλασιασμό της συχνότητας γίνεται:

$$A_\Sigma' = 2A\left|\sigma\upsilon\nu 2\pi\frac{d_2 - d_1}{2\lambda_2}\right| = 2A\left|\sigma\upsilon\nu 2\pi\frac{5\lambda_2 - 4\lambda_2}{2\lambda_2}\right| = 2A\left|\sigma\upsilon\nu \cancel{2}\pi\frac{\cancel{\lambda_2}}{\cancel{2}\cancel{\lambda_2}}\right| = 2A|\sigma\upsilon\nu\pi| = 2A$$

(1 μόριο) **(1 μόριο)**

Άρα το σημείο Σ γίνεται σημείο ενίσχυσης.

<u>Πιθανή σωστή απάντηση:</u>
Η διαφορά των δρόμων του σημείου Σ από τις δύο πηγές είναι d_2-d_1=$5\lambda_2$-$4\lambda_2$=λ_2, δηλαδή ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος, άρα το σημείο Σ γίνεται σημείο ενίσχυσης.

Β2. Σωστό το **(iii)** **(2 μόρια)**

<u>Δικαιολόγηση:</u>

Η συνισταμένη ροπή που δέχεται το σφαιρίδιο ως προς άξονα που διέρχεται από το Κ και είναι κάθετος στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς είναι μηδέν (η F διέρχεται από το Κ ενώ το βάρος και η N είναι παράλληλες προς τον άξονα), επομένως η στροφορμή του παραμένει σταθερή. Εφαρμόζουμε Α.Δ.Σ.:

$$L_{\alpha\rho\chi} = L_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow \cancel{m}\upsilon_1\cancel{R} = \cancel{m}\upsilon_2\frac{\cancel{R}}{2} \Rightarrow \upsilon_2 = 2\upsilon_1 \;(1)$$

(1 μόριο) **(1 μόριο)** **(1 μόριο)**

Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε.:

$$W_F = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}m\upsilon_2^2 - \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 \overset{(1)}{\Rightarrow} W_F = \frac{1}{2}m\left(2\upsilon_1\right)^2 - \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 = \frac{1}{2}m4\upsilon_1^2 - \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 = \frac{3}{2}m\upsilon_1^2 \Rightarrow$$

(1 μόριο) **(1 μόριο)**

$$W_F = \frac{3}{2}m\left(\omega R\right)^2 \Rightarrow W_F = \frac{3}{2}m\omega^2R^2$$

(1 μόριο)

B3. Σωστό το **(i)** **(2 μόρια)**

<u>Δικαιολόγηση:</u>

Εφαρμόζουμε εξίσωση της συνέχειας για τα σημεία Γ και Δ:

$$A_\Gamma\upsilon_\Gamma = A_\Delta\upsilon_\Delta \Rightarrow 2\cancel{A_\Delta}\upsilon_\Gamma = \cancel{A_\Delta}\upsilon_\Delta \Rightarrow \upsilon_\Delta = 2\upsilon_\Gamma \;(1)$$

(1 μόριο) **(1 μόριο)**

Για το βεληνεκές της οριζόντιας βολής έχουμε:

$$x_{max} = \upsilon_\Delta t \Rightarrow 4h = \upsilon_\Delta t \Rightarrow t = \frac{4h}{\upsilon_\Delta} \;(2)$$

(1 μόριο)

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \overset{(2)}{\Rightarrow} \cancel{h} = \frac{1}{2}g\frac{16h^{\cancel{2}}}{\upsilon_\Delta^2} \Rightarrow 1 = \frac{8gh}{\upsilon_\Delta^2} \Rightarrow h = \frac{\upsilon_\Delta^2}{8g} \overset{(1)}{\Rightarrow} h = \frac{\left(2\upsilon_\Gamma\right)^2}{8g} = \frac{4\upsilon_\Gamma^2}{8g} \Rightarrow h = \frac{\upsilon_\Gamma^2}{2g} \;(3)$$

(1 μόριο)

Εφαρμόζουμε την εξίσωση του Bernoulli για τα σημεία Γ και Δ:

$$P_\Gamma + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2 + 0 = P_\Delta + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Delta^2 + \rho gh \Rightarrow P_\Gamma - P_\Delta = \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Delta^2 - \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2 + \rho gh \overset{(1),(2)}{\Rightarrow}$$

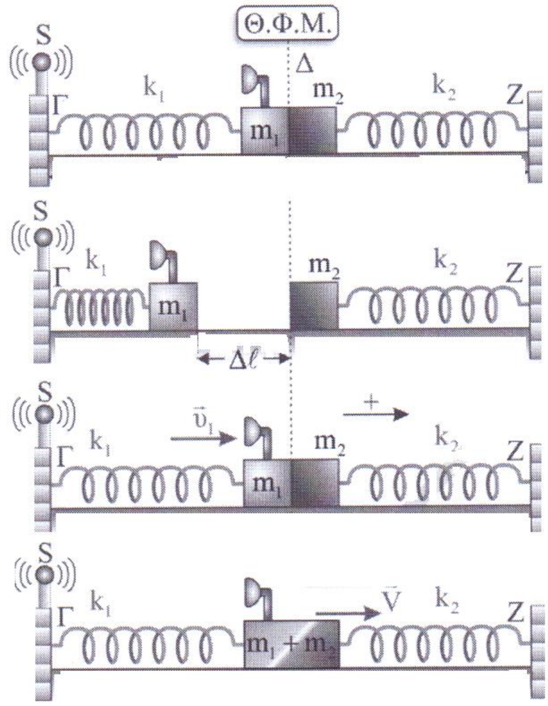
(1 μόριο)

$$P_\Gamma - P_\Delta = \frac{1}{2}\rho\left(2\upsilon_\Gamma\right)^2 \cancel{-\frac{1}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2} \cancel{+\rho g\frac{\upsilon_\Gamma^2}{2}} = \frac{1}{2}\rho4\upsilon_\Gamma^2 \Rightarrow P_\Gamma - P_\Delta = 2\rho\upsilon_\Gamma^2$$

(1 μόριο) **(1 μόριο)**

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

Γ1.



Το σώμα μάζας m_1 εκτελεί Α.Α.Τ. κυκλικής συχνότητας ω_1 και πλάτους $A_1=\Delta l=0{,}4$m.

$$k_1 = m_1\omega_1^2 \Rightarrow 50 = 2\omega_1^2 \Rightarrow \omega_1 = 5\,\text{rad/s}$$

(1 μόριο)

Όταν διέρχεται από τη Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου, που είναι και Θ.Ι. της ταλάντωσής του, κινείται με ταχύτητα μέτρου

$$\upsilon_1 = \upsilon_{1(\max)} = \omega_1 A_1 = 5\cdot 0{,}4 \Rightarrow \upsilon_1 = 2\,\text{m/s}$$

(1 μόριο)

Τη στιγμή εκείνη ο δέκτης καταγράφει συχνότητα

$$f_1 = \frac{\upsilon-\upsilon_1}{\upsilon} f_S = \frac{340-2}{340} f_S \Rightarrow f_1 = \frac{338}{340}\text{fs} \quad (1)$$

(1 μόριο)

Εφαρμόζουμε Α.Δ.Ο. για την κρούση του μονωμένου συστήματος σωμάτων:

$$\vec{P}_{\alpha\rho\chi} = \vec{P}_{\tau\varepsilon\lambda} \overset{\overset{(+)}{\rightarrow}}{\Rightarrow} m_1\upsilon_1 = (m_1+m_2)V_K \Rightarrow 2\cdot 2 = \left(2+2\right)V_K \Rightarrow V_K = 1\,\text{m/s}$$

(2 μόρια)

Μετά την πλαστική κρούση, ο δέκτης, ως τμήμα του συσσωματώματος, κινείται απομακρυνόμενος από την πηγή και καταγράφει συχνότητα

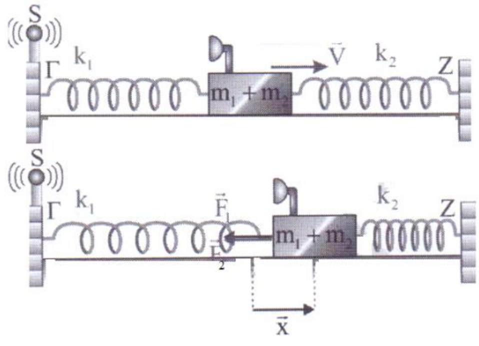
$$f_2 = \frac{\upsilon-V_K}{\upsilon} f_S = \frac{340-1}{340} f_S \Rightarrow f_1 = \frac{339}{340}\text{fs} \quad (2)$$

(1 μόριο)

Από τις σχέσεις (1) και (2) παίρνουμε

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{338}{\cancel{340}}\cancel{f_S}}{\frac{339}{\cancel{340}}\cancel{f_S}} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{338}{339}$$ **(1 μόριο)**

Γ2.



Σε μια τυχαία θέση του συσσωματώματος που απέχει απόσταση x δεξιά από τη Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου, οι δυνάμεις που δέχεται από τα δύο ελατήρια είναι προς τ' αριστερά. Εχουμε:

$$\Sigma F = -F_{\varepsilon\lambda,1} - F_{\varepsilon\lambda,2} = -k_1 x - k_2 x \Rightarrow \Sigma F = -(k_1+k_2)x \ ,$$

(1 μόριο) **(1 μόριο)**

άρα το συσσωμάτωμα εκτελεί Α.Α.Τ. με $D=k_1+k_2=50+50=100$ N/m. **(1 μόριο)**

Είναι $D=(m_1+m_2)\omega_2^2 \Rightarrow 100=(2+2)\omega_2^2 \Rightarrow \omega_2 = 5\,rad/s$

(1 μόριο)

Η ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την πλαστική κρούση είναι η μέγιστη ταχύτητα της ταλάντωσης που αυτό εκτελεί (η θέση κρούσης είναι και Θ.Ι.):

$V_K = \upsilon_{2,max} = \omega_2 A_2 \Rightarrow 1 = 5A_2 \Rightarrow A_2 = 0,2m$ **(2 μόρια)**

Γ3.

Η περίοδος της ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι:

$T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2} = \frac{2\pi}{5} = 0,4\pi s$ **(2 μόρια)**

Ο δέκτης καταγράφει συχνότητα f_A=f_S για πρώτη φορά, όταν στιγμιαία ηρεμεί στην ακραία θετική του θέση **(2 μόριο)**, δηλαδή τη χρονική στιγμή

$t = \frac{T}{4} = \frac{0,4\pi}{4} \Rightarrow t = 0,1\pi\ s$ **(2 μόρια)**

Γ4.

Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του συσσωματώματος είναι ίσο με το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που ασκείται σ' αυτό και παίρνει τη μέγιστη τιμή του στις ακραίες θέσεις της Α.Α.Τ.

$$\left|\frac{\Delta P}{\Delta t}\right|_{max} = |\Sigma F|_{max} = D\cdot A = 100\cdot 0,2 \Rightarrow \left|\frac{\Delta P}{\Delta t}\right|_{max} = 20\,N$$

(3 μόρια) **(2 μόρια)** **(1 μόριο)**

Αν ο υποψήφιος δεν πάρει μέτρο, δηλαδή δεν βάλει το απόλυτο, αφαιρούμε ένα μόριο.

<u>Πιθανή σωστή απάντηση:</u>

Ο υπολογισμός της ταχύτητας του Σ_1 πριν την κρούση και το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος μετά την κρούση μπορεί να γίνει και με Α.Δ.Ε.Τ.

<u>ΘΕΜΑ Δ</u>

Δ1.

Υπολογίζουμε τη ροπή αδράνειας του συστήματος ράβδου-δίσκου ως προς τον άξονα Ο:

$$I_{o\lambda(O)} = I_{\Delta(O)} + I_{\rho(O)} = I_{\Delta(CM)} + I_{\rho(CM)} + M\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}m_\Delta R_\Delta^2 + \frac{ML^2}{12} + \frac{ML^2}{2} = \frac{1}{2}m_\Delta R_\Delta^2 + \frac{ML^2}{3} \Rightarrow$$

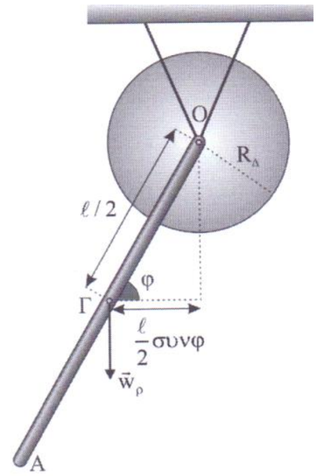
(1 μόριο) **(1 μόριο)** **(1 μόριο)**

$$I_{o\lambda(O)} = \frac{1}{\cancel{2}}\cancel{4}\frac{\cancel{2}}{\cancel{4}} + \frac{8\cdot 3^{\cancel{2}}}{\cancel{3}} = 1 + 24 \Rightarrow I_{o\lambda(O)} = 25\,kg\cdot m^2$$

(1 μόριο)

Θεωρείται λάθος η απευθείας χρήση του τύπου για τη ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς το άκρο της $I_{\rho(o)} = \frac{ML^2}{3}$ ***. Στην περίπτωση αυτή αφαιρούμε δύο μόρια.***

Δ2.



Υπολογίζουμε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής του συστήματος δίσκος-ράβδος ως προς τον άξονα τη χρονική στιγμή t=0 που κόβουμε το νήμα ΖΓ:

$$\left|\frac{\Delta L}{\Delta t}\right| = |\Sigma\tau| = Mg\frac{L}{2}\sigmaυν\varphi = 8\cdot 10\cdot 0,6 \Rightarrow \left|\frac{\Delta L}{\Delta t}\right| = 72\,N\cdot m$$

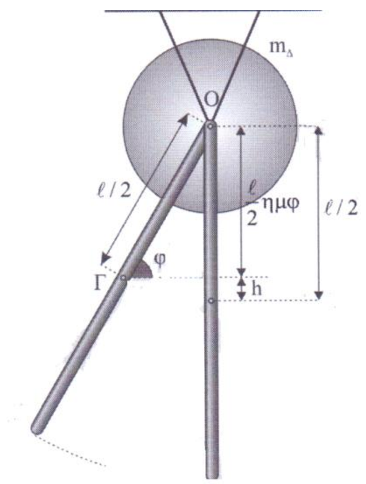
(2 μόρια) **(2 μόρια)** **(1 μόριο)**

Αν αντί $Mg\frac{L}{2}συνφ$ ***ο υποψήφιος πάρει*** $Mg\frac{L}{2}ημφ$***, του αφαιρούμε ένα μόριο και ένα μόριο για το λάθος αποτέλεσμα.***

<u>Πιθανή σωστή απάντηση:</u>

Ο υποψήφιος αντί να χρησιμοποιήσει το μοχλοβραχίονα του βάρους μπορεί να αναλύσει το βάρος σε δύο συνιστώσες, μια στη διεύθυνση της ράβδου και μια κάθετη σ' αυτή.

Δ3.



Κατά την κίνηση του συστήματος δίσκος-ράβδος από την αρχική μέχρι την κατακόρυφη θέση, το CM της ράβδου κατέρχεται κατά

$$h = \frac{L}{2} - \frac{L}{2}ημφ = \frac{3}{2} - \frac{3}{2}0,8 \Rightarrow h = 0,3m$$

(1 μόριο) **(1 μόριο)**

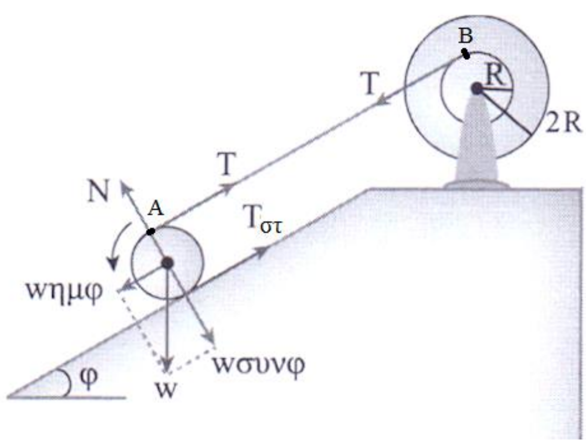
Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του συστήματος από την αρχική θέση μέχρι την κατακόρυφη:

$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_W \Rightarrow K_{τελ} = Mgh = 8\cdot 10\cdot 0,3 \Rightarrow K_{τελ} = 24J$$

(2 μόρια) **(1 μόριο)**

Δ4.

<u>Σχέσεις επιταχύνσεων:</u>



Ο κύλινδρος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει και επιταχύνεται μεταφορικά με επιτάχυνση $α_{CM}$ ενώ επιταχύνεται στροφικά με $α_{γων(1)}$. Η τροχαλία επιταχύνεται στροφικά με $α_{γων(2)}$. Ισχύουν:

$$α_{CM} = α_{γων(1)}R \Rightarrow α_{γων(1)} = \frac{α_{CM}}{R} \text{ (1) και}$$

(1 μόριο)

$$α_{ε(B)} = α_A \Rightarrow α_{γων(2)}R = 2α_{CM} \Rightarrow α_{γων(2)} = \frac{2α_{CM}}{R} = \frac{2α_{CM}}{0,2} \Rightarrow α_{γων(2)} = 10α_{CM} \text{ (2)}$$

(2 μόρια)

<u>Κύλινδρος:</u>

$$\Sigma F = m\alpha_{CM} \Rightarrow mg\eta\mu\varphi - T_{\sigma\tau} - T = m\alpha_{CM} \quad (3)$$

(1 μόριο)

$$\Sigma\tau = I\alpha_{\gamma\omega\nu(1)} \overset{(1)}{\Rightarrow} T_{\sigma\tau}\cancel{R} - T\cancel{R} = \frac{1}{2}m\cancel{R}^{\cancel{2}}\frac{\alpha_{CM}}{\cancel{R}} \Rightarrow T_{\sigma\tau} - T = \frac{1}{2}m\alpha_{CM} \quad (4)$$

(1 μόριο)

Με πρόσθεση κατά μέλη των σχέσεων (3) και (4) παίρνουμε:

$$mg\eta\mu\varphi - 2T = \frac{3}{2}m\alpha_{CM} \Rightarrow 30\cdot 10\cdot 0{,}8 - 2T = \frac{3}{2}30\alpha_{CM} \Rightarrow 2T = 240 - 45\alpha_{CM} \Rightarrow$$

$$T = 120 - 22{,}5\alpha_{CM} \quad (5)$$ **(1 μόριο)**

<u>Τροχαλία:</u>

$$\Sigma\tau = I\alpha_{\gamma\omega\nu(2)} \overset{(2)}{\Rightarrow} TR = I\cdot 10\alpha_{CM} \overset{(5)}{\Rightarrow} (120 - 22{,}5\alpha_{CM})\cdot 0{,}2 = 1{,}95\cdot 10\alpha_{CM} \Rightarrow 24 - 4{,}5\alpha_{CM} = 19{,}5\alpha_{CM} \Rightarrow$$

(1 μόριο)

$$24\alpha_{CM} = 24 \Rightarrow \alpha_{CM} = 1\,m/s^2$$ **(1 μόριο)**

Ο κύλινδρος διανύει το διάστημα S σε χρόνο t:

$$S = \frac{1}{2}\alpha_{CM}t^2 \Rightarrow 2 = \frac{1}{2}\cdot 1\cdot t^2 \Rightarrow t = 2s$$ **(2 μόρια)**

οπότε η ταχύτητά του τη στιγμή εκείνη είναι

$$\upsilon = \alpha_{CM}t = 1\cdot 2 \Rightarrow \upsilon = 2\ m/s$$ **(1 μόριο)**

Η σωστή λύση με Α.Δ.Μ.Ε. για το σύστημα ή με Θ.Μ.Κ.Ε. για το υπολογισμό της ταχύτητας και μετά με τη βοήθεια των σχέσεων της Ε.Ο.Ε.Κ. τον υπολογισμό της α_{CM} θεωρείται σωστός και παίρνει όλα τα μόρια, ανεξάρτητα με το αν ο υποψήφιος αποδείξει ότι το σώμα κινείται με σταθερή επιτάχυνση.