

## ΘΕΜΑ Α

- A1.** Σωστή απάντηση το γ.  
**A2.** Σωστή απάντηση το δ.  
**A3.** Σωστή απάντηση το γ.  
**A4.** Σωστή απάντηση το β.

## A5.

- α.** Λάθος  
**β.** Σωστό<sup>1</sup>  
**γ.** Λάθος  
**δ.** Σωστό<sup>2</sup>  
**ε.** Σωστό<sup>3</sup>

## ΘΕΜΑ Β

- B1.** Σωστή απάντηση το: **(i)**

**Πείραμα (1):** Στη θέση Ισορροπίας:  
 $\Sigma F = 0 \Rightarrow mg = k \Delta l_1 \Rightarrow \Delta l_1 = \frac{mg}{k}$

Εφαρμόζουμε ΑΔΕΤ τη χρονική στιγμή  $t = 0$ :

$$E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2} D A_1^2 = \frac{1}{2} D \Delta l_1^2 \Rightarrow A_1 = \Delta l_1 = \frac{mg}{k}$$

**Πείραμα (2):** Στη θέση Ισορροπίας της 2<sup>ης</sup> ταλάντωσης:

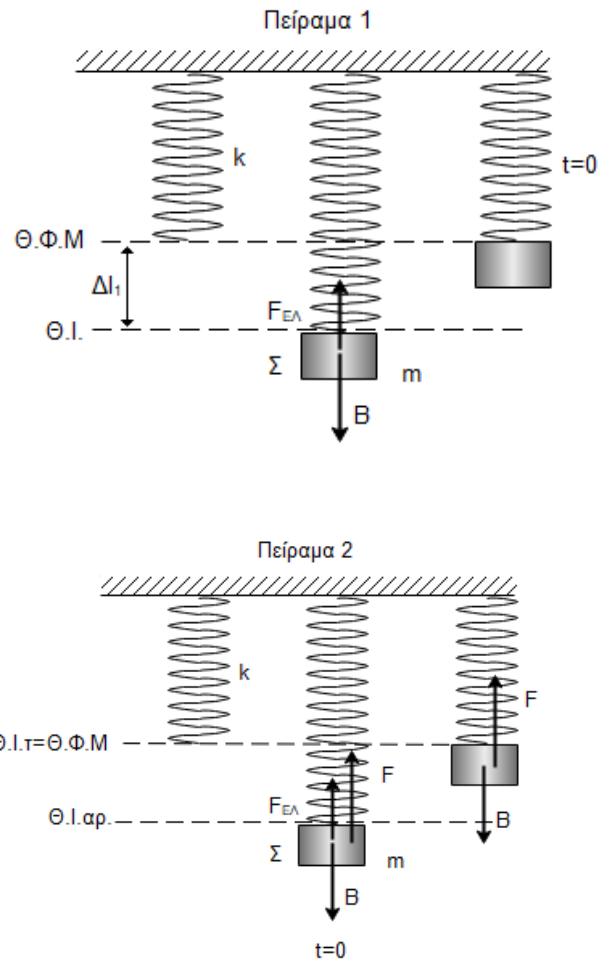
$$\Sigma F = 0 \Rightarrow B - F - F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Rightarrow mg - mg - F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = 0$$

Άρα η θέση ισορροπίας ταυτίζεται με τη θέση φυσικού μήκους.

Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  είναι  $v = 0$  και εφαρμόζουμε ΑΔΕΤ:

$$E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2} D A_2^2 = \frac{1}{2} D \Delta l_2^2 \Rightarrow A_2 = \Delta l_2 = \frac{mg}{k}$$

Επομένως:  $A_1 = A_2$ .



### B2. Σωστή Απάντηση το: (ii)

Εφαρμόζουμε την εξίσωση Bernoulli μεταξύ των σημείων (3) (επιφάνεια του υγρού) και της οπής (1):

$$P_{atm} + \frac{1}{2}\rho v_3^2 + \rho g H = P_{atm} + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g \frac{5H}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\rho v_1^2 = \rho g \frac{5H}{6} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{gH}{3}}$$

Η παροχή στην 1<sup>η</sup> περίπτωση είναι:  $\Pi_1 = A \cdot$

$$v_1 = A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}} \text{ οπότε:}$$

$$\Pi_1 = \frac{V}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{V}{\Pi_1} = \frac{V}{A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}}} , \quad (1)$$

Εφαρμόζουμε την εξίσωση Bernoulli μεταξύ των σημείων (3) (επιφάνεια του υγρού) και της οπής (2):

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g \frac{2H}{3} \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{4gH}{3}}$$

$$\text{οπότε: } \Pi_2 = A \cdot v_2 = 2A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}}$$

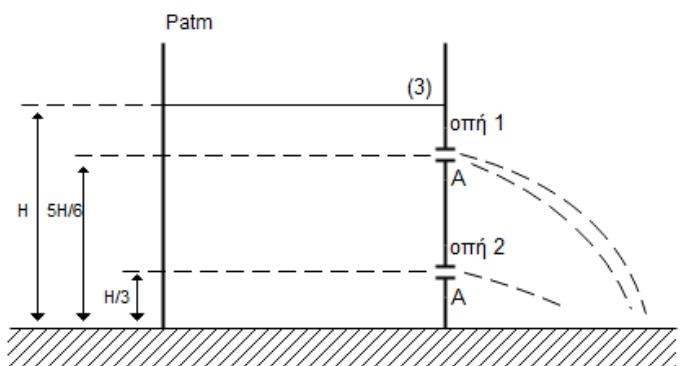
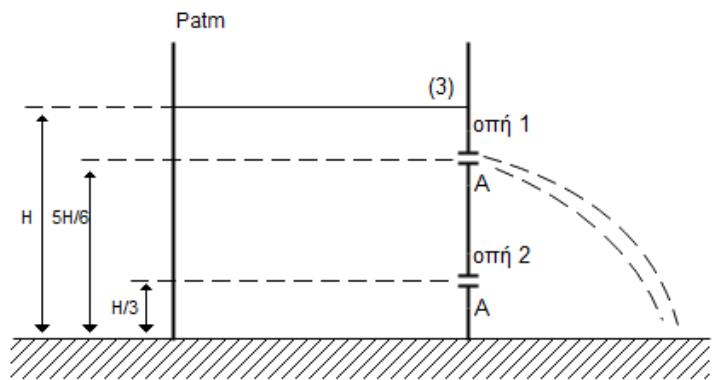
$$\text{Επομένως: } \Pi_{o\lambda,2} = \Pi_1 + \Pi_2 = 3A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}}$$

Άρα:

$$\Pi_{o\lambda,2} = \frac{V}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{V}{\Pi_{o\lambda,2}} = \frac{V}{3A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}}} , \quad (2)$$

Τελικά:

$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{\frac{V}{3A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}}}}{\frac{V}{A \cdot \sqrt{\frac{gH}{3}}}} = \frac{1}{3}$$



### B3. Σωστή απάντηση το (iii).

Έχουμε:  $K = \frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}\frac{P^2}{m}$ . Το ποσοστό απώλειας του  $m_1$  είναι:

$$\text{Ποσοστό: } \Pi \% = \frac{K_{1\alpha\rho\chi} - K_{1\tau\varepsilon\lambda}}{K_{1\alpha\rho\chi}} \cdot 100 \%$$

$$\Pi\% = \left(1 - \frac{K_{1\tau\epsilon\lambda}}{K_{1\alpha\rho\chi}}\right) \cdot 100 \% \Rightarrow \Pi\% = \left(1 - \frac{\frac{(p_1)^2}{5}}{\frac{p_1^2}{2m_1}}\right) \cdot 100 \% \Rightarrow \Pi\% = \left(1 - \frac{1}{25}\right) \cdot 100 \%$$

$\Rightarrow \Pi\% = 96\%$ . Άρα το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταβιβάστηκε στην  $m_2$  είναι ίσο με το ποσοστό της απώλειας  $m_1$  γιατί η κρούση είναι ελαστική και η μάζα  $m_2$  ήταν ακίνητη πριν τη κρούση.

### ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα με το διακόπτη  $\delta_1$  κλειστό είναι:

$$I = \frac{E}{r + R_{KL}} = \frac{9}{3} = 3A$$

Η ισορροπία του αγωγού δίνει:

$$F_L = mg \Rightarrow BIl = mg \Rightarrow B = \frac{mg}{Il} = \frac{3}{3} = 1T$$

Η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

**Γ2.** Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της συσκευής, έχουμε:

$$P = \frac{V^2}{R_\Sigma} \Rightarrow R_\Sigma = \frac{V^2}{P} = 6 \Omega$$

Το σύστημα εμφανίζει ολική αντίσταση  $R_{OL}$  για την οποία ισχύει:

$$R_{OL} = \frac{R_\Sigma \cdot R_1}{R_\Sigma + R_1} + R_{KL} = \frac{(6 \cdot 3)}{(6 + 3)} + 2 = 4 \Omega$$

Για την κίνηση του αγωγού είναι:

$$\begin{aligned} \Sigma F &= ma \Rightarrow mg - \frac{B^2 v l^2}{R_{OL}} = ma \Rightarrow 3 - \frac{v}{4} = 0,3 a \\ \Rightarrow 10 - \frac{v}{1,2} &= a, \quad (1) \end{aligned}$$

Η κίνηση είναι επιταχυνόμενη με επιτάχυνση που μειώνεται, καθώς η ταχύτητα αυξάνεται:

Για την  $v_{op}$  ισχύει:  $\Sigma F = 0 \Rightarrow a = 0$ , οπότε η σχέση (1) δίνει:

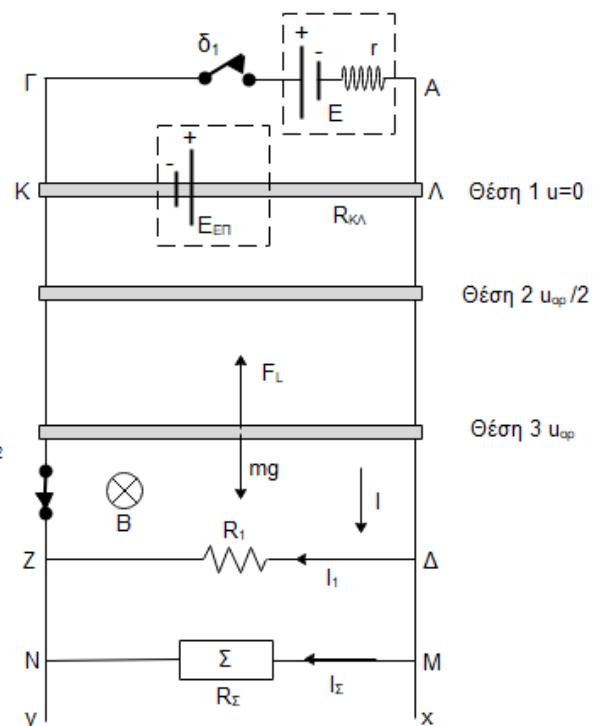
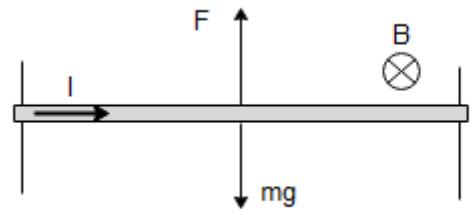
$$10 - \frac{v_{op}}{1,2} = 0 \Rightarrow v_{op} = 12 m/s$$

**Γ3.** Η συνάρτηση της επιτάχυνσης για

$$v = \frac{v_{op}}{2} = 6 m/s \text{ δίνει:}$$

$$\alpha = 10 - \frac{6}{1,2} = 5 \frac{m}{s^2}$$

Άρα,  $\frac{\Delta P}{\Delta t} = \Sigma F = ma = 1,5 N$  με κατεύθυνση προς τα κάτω.



**Γ4.** Στην κατάσταση της οριακής ταχύτητας:

$$I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{B v_{op} l}{R_{o\lambda}} = \frac{12}{4} = 3A$$

$$V_{KL} = I \cdot R_{1,\Sigma} = 6 V$$

Η τάση στα άκρα της συσκευής είναι ίση με αυτή της κανονικής λειτουργίας, άρα η συσκευή λειτουργεί κανονικά.

### ΘΕΜΑ Δ

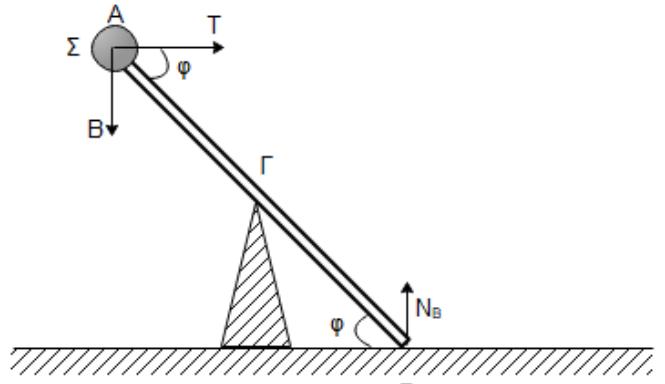
**Δ1.** Από την ισορροπία της ράβδου έχουμε:

$$(\Sigma \vec{\tau})_{\Gamma} = 0$$

$$\Rightarrow T \cdot \frac{l}{2} \eta \mu \varphi - mg \frac{l}{2} \sigma \nu \varphi - N_B \cdot \frac{l}{2} \sigma \nu \varphi = 0 \Rightarrow$$

$$10,5 \cdot 0,8 - 10 \cdot 0,6 - N_B \cdot 0,6 = 0 \Rightarrow$$

$$8,4 - 6 = N_B \cdot 0,6 \Rightarrow \frac{2,4}{0,6} = N_B \Rightarrow N_B = 4 N$$



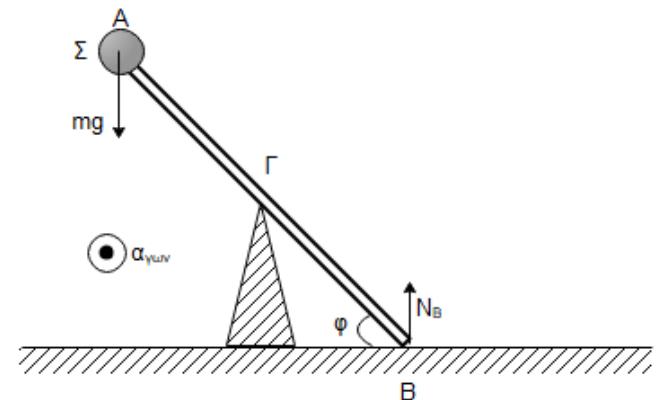
**Δ2.** Για τη ροπή αδράνειας του συστήματος ράβδος σφαιριδίο ισχύει:

$$I_{(\Gamma)} = \frac{1}{12} M_{\rho} l^2 + m \frac{l^2}{4} = \frac{1}{12} \cdot 3 \cdot 4 + 1 \cdot \frac{4}{4} = 2 kgm^2$$

Αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος ισχύει:

$$(\Sigma \vec{\tau})_{\Gamma} = I \cdot \vec{a}_{\gamma} \Rightarrow mg \frac{l}{2} \sigma \nu \varphi = I \alpha_{\gamma}$$

$$\Rightarrow 6 = 2 \alpha_{\gamma} \Rightarrow \alpha_{\gamma} = 3 rad/s^2$$



Για το ρυθμό μεταβολής της στροφορμής

της ράβδου ισχύει:

$$\left( \frac{\Delta L}{\Delta t} \right)_{\rho \alpha \beta \delta} = I_{\rho} \cdot a_{\gamma} = \frac{1}{12} M l^2 \alpha_{\gamma} = 3 N \cdot m$$

**Δ3.** Εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ για την κάθοδο του συστήματος ράβδος-σφαιρίδιο.

$$\frac{1}{2} I_{(\Gamma)} \omega^2 - 0 = mgl \eta \mu \varphi \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 2 \omega^2 = 16 \Rightarrow \omega = 4 \frac{r}{s}$$

Η γωνιακή ταχύτητα μετά την πρόσκρουση  
γίνεται  $\omega' = \frac{\omega}{2} = 2 \text{ rad/s}$

Θεωρώντας θετική τη φορά της περιστροφής,  
είναι:

$$|\Delta \vec{L}| = |\vec{L}_{\tau\varepsilon\lambda} - \vec{L}_{\alpha\rho\chi}| = \left| -I \frac{\omega}{2} - I\omega \right| = \frac{3}{2} I\omega \\ = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 4 = 12 \text{ kg m}^2/\text{s}$$

ενώ η κατεύθυνση του διανύσματος είναι από  
τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

**Δ4.** Μεταφορική κίνηση:  $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}_{cm} \Rightarrow F + T_{\sigma\tau\alpha\tau} = M_T \cdot a_{cm} \Rightarrow 12 + T_{\sigma\tau\alpha\tau} = 7a_{cm}, \quad (1)$

Περιστροφική κίνηση:  $\Sigma \vec{\tau} = I_{cm(T)} \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$

$$12 \cdot r - T_{\sigma\tau\alpha\tau} \cdot R = \frac{1}{2} M_T R^2 a_\gamma \\ \Rightarrow 12 \cdot 0,3 - T_{\sigma\tau\alpha\tau} \cdot 0,4 = \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 0,4 a_{cm} \\ \Rightarrow 3,6 - T_{\sigma\tau\alpha\tau} \cdot 0,4 = 3,5 a_{cm} \Rightarrow 9 - T_{\sigma\tau\alpha\tau} = 3,5 a_{cm} \quad (2)$$

$$(1) + (2) \Rightarrow 21 = 10,5 a_{cm} \Rightarrow a_{cm} = 2 \text{ m/s}^2$$

**Δ5.** Το έργο της  $F$  αφορά στην μεταφορική και την περιστροφική κίνηση του σώματος. Σε χρόνο  $t_1 = 2s$  το σώμα μετατοπίζει το κέντρο μάζας του κατά  $\Delta x = \frac{1}{2} a_{cm} t_1^2 = 4 \text{ m}$ . Οπότε:  $W_F = F \cdot \Delta x + \tau_F \cdot \Delta \theta \Rightarrow W_F = F \cdot \Delta x + F \cdot r \cdot \Delta \theta$

$$W_F = F \cdot \Delta x + F \cdot r \cdot \frac{\Delta x}{R} \Rightarrow W_F = 12 \cdot 4 + 12 \cdot \frac{0,3}{0,4} \cdot 4 \Rightarrow W_F = 84 \text{ Joule}$$