

Πανελλαδικές εξετάσεις 2017

Ενδεικτικές απαντήσεις στο μάθημα «Φυσική προσανατολισμού ΓΕΛ»

Θέμα Α

A1. δ

A2. γ

A3. α

A4. δ

A5. Λ, Σ, Σ, Σ, Λ

Θέμα Β

B1.

Σωστή απάντηση είναι η : ii)

Η θέση φυσικού μήκους αποτελεί και την πάνω ακραία θέση της ταλάντωσης αφού το σώμα στη θέση αυτή είχε ταχύτητα μηδέν. Άρα η παραμόρφωση του ελατηρίου στη θέση ισορροπίας θα είναι ίση με το πλάτος της ταλάντωσης.

Όμως στη θέση ισορροπίας έχουμε:

$\Sigma F_y = 0$ ή $mg = KA$ Συνεπώς:

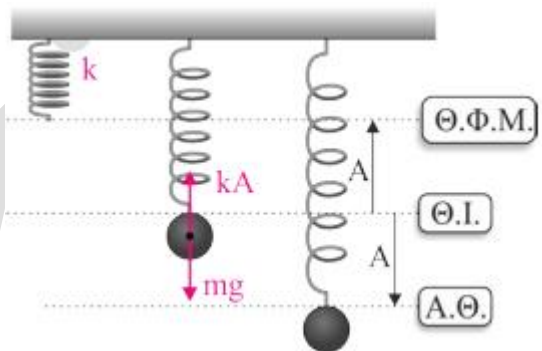
$$A = \frac{mg}{K} \quad (1)$$

Η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου μετράται με αφετηρία την θέση του φυσικού μήκους του ελατηρίου και μεγιστοποιείται στην κάτω ακραία θέση της ταλάντωσης, που η παραμόρφωση του ελατηρίου θα είναι $2A$. Έτσι:

$$U_{\text{ελατ(max)}} = \frac{1}{2} K (2A)^2$$

και με αντικατάσταση του πλάτους από την (1) έχουμε:

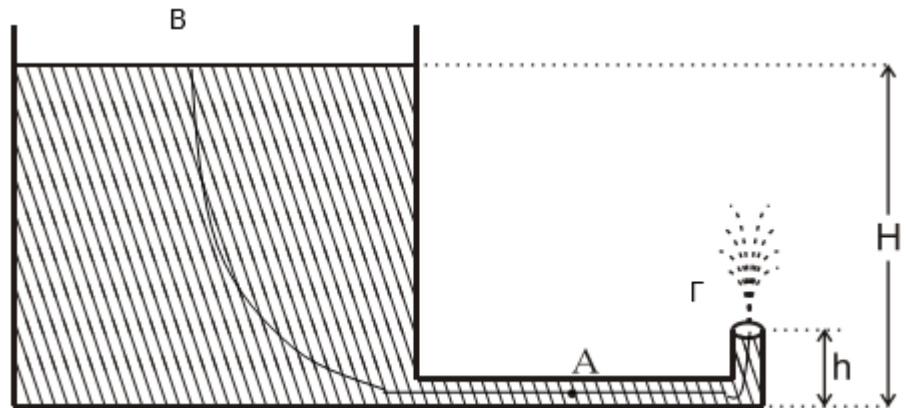
$$U_{\text{ελ(max)}} = \frac{2m^2 g^2}{K}$$



B2.

Σωστή απάντηση είναι η : iii)

Εφαρμόζουμε Bernoulli για τα σημεία Β και Γ της ρευματικής γραμμής ΒΑΓ:



$$\frac{1}{2} \rho u_B^2 + p_B + \rho g H = \frac{1}{2} \rho u_\Gamma^2 + p_\Gamma + \rho g h$$

Όμως: $p_B = p_\Gamma = p_{\text{atm}}$, $u_B = 0$ και: $H = 5h$

Συνεπώς και με αντικατάσταση:

$$u_\Gamma = \sqrt{8gh} = 2\sqrt{2gh}$$

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε την εξίσωση της συνέχειας μεταξύ των σημείων Α και Γ λαμβάνοντας υπόψιν ότι ο κυλινδρικός σωλήνας έχει σταθερή διατομή. Άρα:

$$\Pi_A = \Pi_\Gamma \text{ ή}$$

$$A_A \cdot u_A = A_\Gamma \cdot u_\Gamma \text{ άρα : } u_A = u_\Gamma$$

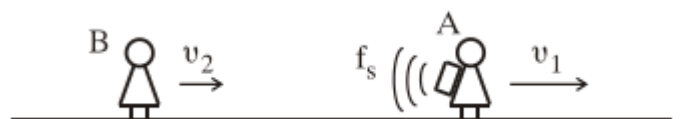
$$u_A = 2\sqrt{2gh}$$

B3.

Σωστή απάντηση είναι η ii)

Ο παρατηρητής (B) αντιλαμβάνεται ήχος συχνότητας:

$$f_A = \frac{u + u_2}{u + u_1} f_s = \frac{u + \frac{u}{5}}{u + \frac{u}{5}} f_s = \frac{11u}{6u} f_s = \frac{11}{6} f_s$$



Θέμα Γ

Γ1. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την απευθείας μετάβαση της στοιχειώδους μάζας από τη μία ακραία θέση στην άλλη ισούνται με $T/2$. Συνεπώς:

$$\Delta t = \frac{T}{2}$$

και με αντικατάσταση: **$T=0,8 \text{ sec}$**

Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος θα είναι ίση με:

$$u_s = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0,04}{0,4} = 0,1 \text{ m/s}$$

Από το θεμελιώδη νόμο της κυματικής προκύπτει:

$$u_s = \lambda f \quad \text{ή} \quad \lambda = \frac{u_s}{f} = u_s T$$

Συνεπώς: **$\lambda=0,08 \text{ m}$**

Συνεπώς η ενέργεια ταλάντωσης που θα εκτελεί η στοιχειώδης μάζα θα είναι:

$$E_T = \frac{1}{2} D A^2 = \frac{1}{2} \Delta m \cdot \omega^2 \cdot A^2 \quad (1)$$

όπου : $\omega=2\pi/T=5\pi/2 \text{ r/s}$

Με αντικατάσταση στην (1) προκύπτει: **$A=0,4 \text{ m}$**

Γ2. Η εξίσωση του αρμονικού κύματος δίνεται από τη σχέση:

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

από την οποία με αντικατάσταση προκύπτει:

$$y=0,4 \eta \mu 2\pi(1,25 t - 12,5 x) \quad (\text{SI})$$

Σε χρόνο $t_1=1,4 \text{ s}$ το κύμα έχει διαδοθεί μέχρι

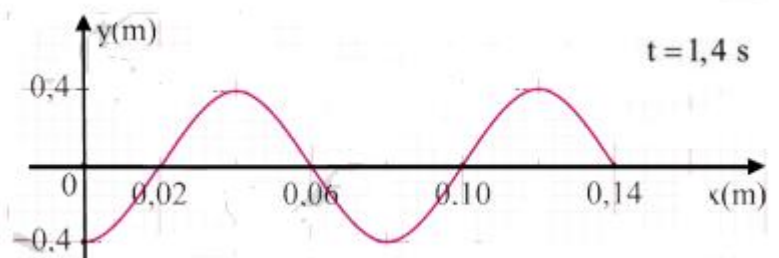
τη θέση: $x=ut_1=0,14 \text{ m}$ που ισούται με

$$\frac{7\lambda}{4}$$

Η εξίσωση του στιγμιότυπου θα είναι:

$$y=0,4 \eta \mu(3,5\pi - 25\pi x) \quad (\text{SI}) \text{ με}$$

$$0 \leq x \leq 0,14 \text{ m}$$



Γ3. Εφαρμόζοντας ΑΔΕΤ για την α.α.τ. που εκτελεί η στοιχειώδης μάζα Δm προκύπτει:

$$E_T = K + U \quad \text{ή} \quad K = E_T - U = E_T - \frac{1}{2} D y^2 = E_T - \frac{1}{2} \Delta m \omega^2 y^2$$

οπότε με αντικατάσταση προκύπτει:

$$K = \frac{15\pi^2 \cdot 10^{-7}}{4} J$$

Γ4. Για την απομάκρυνση του σημείου P θα έχουμε:

$$y_P = A \eta \mu(\varphi_P)$$

και με αντικατάσταση: $A=0,4m$ και $y=0,4m$ προκύπτει: $\eta \mu(\varphi_P)=1$

Για την ταχύτητα του σημείου Σ ισχύει

$$\dot{u}_\Sigma = \omega A \sigma \upsilon \nu(\varphi_\Sigma)$$

όμως:

$$\varphi_\Sigma = \varphi_P - \frac{3\pi}{2}$$

συνεπώς:

$$u_\Sigma = \omega A \sigma \upsilon \nu\left(\varphi_P - \frac{3\pi}{2}\right) = -\omega A \eta \mu(\varphi_P) = -\omega A$$

Και με αντικατάσταση προκύπτει: $u_\Sigma = -\pi \text{ m/s}$

Θέμα Δ

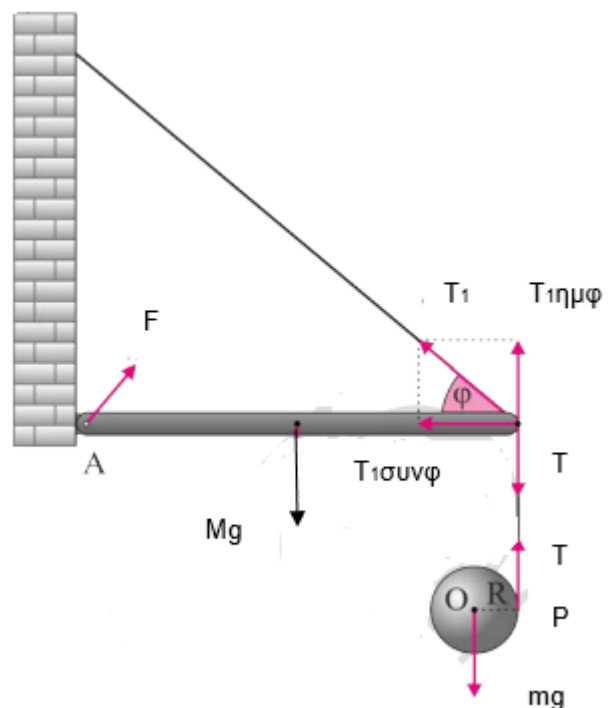
Σχεδιάζουμε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στη ράβδο και στο δίσκο.

Δ1. Ο δίσκος θα εκτελέσει σύνθετη κίνηση. Μια ομαλά επιταχυνόμενη μεταφορική και μια ομαλά επιταχυνόμενη στροφική. Εφαρμόζοντας τον θεμελιώδη νόμο της μεταφορικής και τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης θεωρώντας θετική φορά αυτήν της κίνησης, θα έχουμε:

$$\Sigma F_y = m a_{cm}$$

$$\text{ή } mg - T = m a_{cm} \quad (1)$$

$$\text{Αντίστοιχα: } \Sigma \tau_o = I_{cm} \alpha_{\gamma\omega\nu}$$



$$\text{ή } T \cdot R = \frac{1}{2} m R^2 \frac{\alpha_{cm}}{R} \quad (2)$$

αντικαθιστώντας $\alpha_{γων} = \alpha_{cm}/R$

Αυτό συμβαίνει γιατί: $u_P = 0$ ή $u_{cm} = u_{γρ}$ ή

$$\frac{du_{cm}}{dt} = \frac{d(\omega R)}{dt}$$

Άρα

$$\alpha_{cm} = \alpha_{γων} R$$

και με πρόσθεση κατά μέλη των (1) και (2) προκύπτει:

$$\alpha_{cm} = 20/3 \text{ m/s}^2 \text{ και } T = 20/3 \text{ N}$$

Δ2. Επειδή η ράβδος ισορροπεί θα έχουμε:

$$\Sigma T_A = 0 \text{ ή}$$

$$M \cdot g \cdot \frac{l}{2} + T \cdot l - T_1 \cdot \eta \mu \phi \cdot l = 0$$

Συμπεπώς: **$T_1 = 100/3 \text{ N}$**

Δ3. Ο δίσκος εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη μεταφορική άρα

$$h = \frac{1}{2} a_{cm} t^2 \text{ ή } t = \sqrt{\frac{2h}{a_{cm}}} \text{ ή}$$

$$t = 0,3 \text{ s}$$

Άρα στην θέση που βρίσκεται την $t = 0,3 \text{ s}$ θα έχει μεταφορική ταχύτητα μέτρου: **$u_{cm} = a_{cm} t = 2 \text{ m/s}$**

Ο δίσκος εκτελεί και ομαλά επιταχυνόμενη στροφική άρα στην θέση που βρίσκεται στην $t = 0,3 \text{ s}$ θα έχει και γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega = \alpha_{γων} t$

Οπου

$$\alpha_{γων} = \frac{\alpha_{cm}}{R} = \frac{200}{3} \text{ r/s}^2$$

Συμπεπώς: **$\omega = 20 \text{ r/s}$**

Αρα η στροφορμή του δίσκου θα έχει μέτρο:

$$L = I \cdot \omega = \frac{1}{2} m \cdot R^2 \cdot \omega$$

και με αντικατάσταση:

$$L = 0,2 \text{Kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$$

η οποία παραμένει σταθερή και μετά από χρονικό διάστημα Δt από το κόψιμο του νήματος αφού η συνισταμένη ροπή στον δίσκο είναι ίση με μηδέν.

Δ4.

Μετά από $\Delta t' = 0,1$ s από τη στιγμή που κόβεται το νήμα η κίνηση του δίσκου θα είναι ομαλή στροφική με $\omega = 20 \text{r/s}$ αφού η συνισταμένη ροπή στον δίσκο είναι ίση με μηδέν.

Όμως η μεταφορική κίνηση θα εξακολουθήσει να είναι ομαλά επιταχυνόμενη αλλά με νέα επιτάχυνση που βρίσκεται με εφαρμογή του δεύτερου Νόμου του Νεύτωνα, αφού στο δίσκο τώρα ασκείται μόνο το βάρος του:

$$\Sigma F_y = m a' \text{ ή}$$

$$Mg = m a' \text{ ή}$$

$$a' = 10 \text{m/s}^2$$

Έτσι η ταχύτητα του κέντρου μάζας 0,1 s μετά το κόψιμο του νήματος θα είναι:

$$u' = u_{cm} + gt \text{ ή } u' = 3 \text{m/s}$$

Οπότε ο λόγος της κινητικής ενέργειας λόγω περιστροφής προς την κινητική ενέργεια λόγω μεταφορικής του δίσκου είναι:

$$\frac{K_{\text{στροφ}}}{K_{\text{μεταφ}}} = \frac{\frac{1}{2} I_{cm} \omega^2}{\frac{1}{2} m (u')^2} = \frac{\frac{1}{2} m R^2 \omega^2}{m (u')^2} = \frac{2}{9}$$