

Φυσική Κατεύθυνσης - Επαναληπτικές 2006

ΘΕΜΑ 1ο

1. Κύλιση σφαίρας σε κεκλιμένο επίπεδο

Απάντηση: β. Η φορά της στατικής τριβής παραμένει σταθερή.

Σε κύλιση χωρίς ολίσθηση πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο, η επιτάχυνση του κέντρου μάζας έχει φορά προς τα κάτω κατά μήκος του επιπέδου. Η στατική τριβή δρα προς τα πάνω κατά μήκος του κεκλιμένου και κατά την άνοδο και κατά την κάθοδο. Δεν είναι τριβή ολίσθησης ώστε να αλλάζει απλώς επειδή αλλάζει η φορά της ταχύτητας.

2. Κύκλωμα αμείωτων ηλεκτρικών ταλαντώσεων LC

Απάντηση: β. Το άθροισμα των ενεργειών ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου είναι σταθερό.

$$U_E = q^2/(2C), \quad U_B = 1/2 \cdot L i^2, \quad E = U_E + U_B = \text{σταθερή}$$

Σε ιδανικό κύκλωμα LC δεν υπάρχουν απώλειες. Η ενέργεια απλώς μετατρέπεται περιοδικά από ενέργεια ηλεκτρικού πεδίου σε ενέργεια μαγνητικού πεδίου και αντίστροφα.

3. Διάθλαση από μέσο Α σε μέσο Β

Απάντηση: γ. Η ταχύτητα στο μέσο Β είναι μεγαλύτερη από αυτή στο μέσο Α.

$$n_A \sin 30^\circ = n_B \sin 45^\circ$$

$$n_B/n_A = \sin 30^\circ / \sin 45^\circ = (1/2) / (\sqrt{2}/2) = 1/\sqrt{2} < 1$$

$$n_B < n_A \Rightarrow c/v_B < c/v_A \Rightarrow v_B > v_A$$

4. Φαινόμενο Doppler στον ήχο

Απάντηση: δ.

Ο παρατηρητής ακούει μεγαλύτερη συχνότητα όταν η απόσταση πηγής-παρατηρητή μειώνεται. Στην επιλογή δ η πηγή προπορεύεται, αλλά έχει μικρότερη ταχύτητα από τον παρατηρητή, άρα ο παρατηρητής την πλησιάζει.

5. Σωστό - Λάθος

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Σύντομη αιτιολόγηση
α	Λάθος	Το πλάτος εξαναγκασμένης ταλάντωσης εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη.
β	Σωστό	Ολική ανάκλαση γίνεται μόνο από οπτικά πυκνότερο προς αραιότερο μέσο.
γ	Λάθος	Στα εγκάρσια κύματα η ταλάντωση είναι κάθετη στη διεύθυνση διάδοσης.
δ	Σωστό	Για το φως απαιτείται σχετικιστική σχέση Doppler, όχι η κλασική του ήχου.
ε	Σωστό	Στο μικρόκοσμο κρούση είναι σύντομη ισχυρή αλληλεπίδραση σωματιδίων.

ΘΕΜΑ 2ο

1. Ελαστική μετωπική κρούση ίσων μαζών

Απάντηση: β. 100%.

Σε ελαστική μετωπική κρούση δύο ίσων μαζών, όταν η δεύτερη είναι αρχικά ακίνητη, οι ταχύτητες ανταλλάσσονται.

$$u_1 = u, u_2 = 0 \Rightarrow v_1 = 0, v_2 = u$$

$$K_{\{Σ1, αρχ\}} = 1/2 m u^2, \quad K_{\{Σ2, τελ\}} = 1/2 m u^2$$

$$\text{Ποσοστό μεταβίβασης} = 100\%$$

2. Σύνθεση δύο Α.Α.Τ. ίδιας διεύθυνσης

Απάντηση: α. $y = 3\eta\mu(10t + \pi)$.

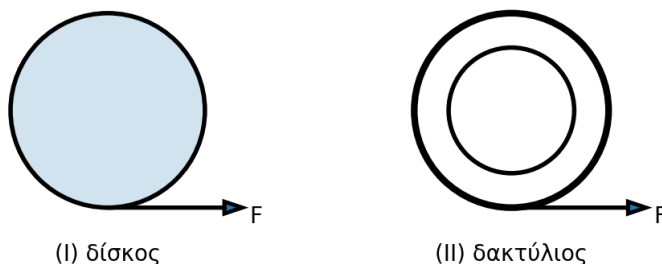
$$x_1 = 5\eta\mu 10t$$

$$x_2 = 8\eta\mu(10t + \pi) = -8\eta\mu 10t$$

$$y = x_1 + x_2 = -3\eta\mu 10t = 3\eta\mu(10t + \pi)$$

3. Δίσκος και δακτύλιος

Απάντηση: γ. $a_I > a_{II}$.



$$\tau = F R$$

$$I_{\text{δίσκου}} = \frac{1}{2} M R^2, \quad I_{\text{δακτυλίου}} = M R^2$$

$$\alpha = \tau / I$$

Η ροπή της δύναμης είναι ίδια και στα δύο σώματα, επειδή η δύναμη έχει ίδιο μέτρο και ασκείται εφαπτομενικά στην ίδια ακτίνα. Όμως ο δακτύλιος έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας, άρα αποκτά μικρότερη γωνιακή επιτάχυνση.

4. Φθίνουσα ταλάντωση - ενέργεια και πλάτος

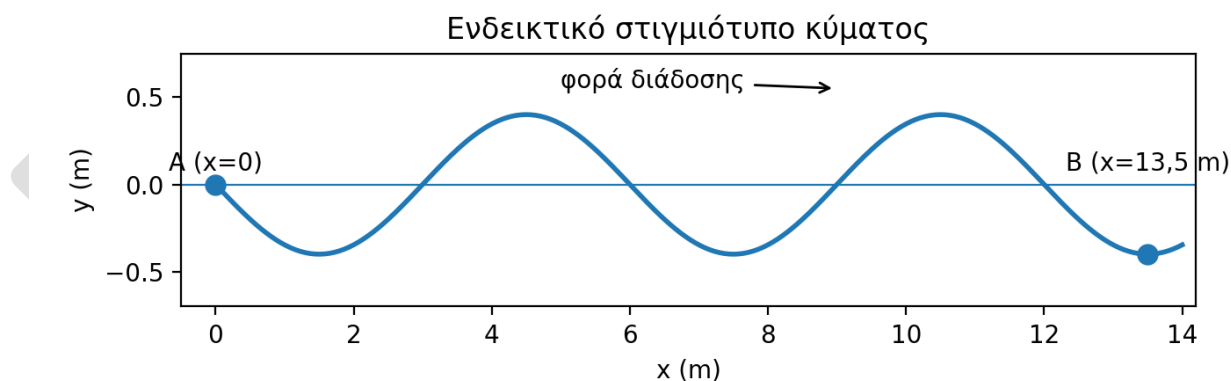
Απάντηση: γ. $15E_0/16$.

$$E \propto A^2$$

$$A = A_0/4 \Rightarrow E = E_0 \cdot (A/A_0)^2 = E_0/16$$

$$E_{\text{χαμένη}} = E_0 - E_0/16 = 15E_0/16$$

ΘΕΜΑ 3ο - Κύμα σε σημαδούρες



Δεδομένα και βασικές σχέσεις

Η κάθε σημαδούρα περνά από τη θέση ισορροπίας δύο φορές σε κάθε περίοδο. Άρα οι 30 διελεύσεις ανά λεπτό δίνουν:

$$30 \text{ διελεύσεις/min} = 30/60 = 0,5 \text{ διελεύσεις/s}$$

$$2f = 0,5 \Rightarrow f = 0,25 \text{ Hz}$$

$$T = 1/f = 4 \text{ s}, \quad \omega = 2\pi/T = \pi/2 \text{ rad/s}$$

Το όρος χρειάζεται 9 s για να πάει από την Α στη Β, με $AB = 13,5 \text{ m}$:

$$v = \Delta x / \Delta t = 13,5/9 = 1,5 \text{ m/s}$$

Από τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης:

$$v_{\text{max}} = \omega A \Rightarrow \pi/5 = (\pi/2)A \Rightarrow A = 0,4 \text{ m}$$

α. Μήκος κύματος

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = v/f = 1,5/0,25 = 6 \text{ m}$$

Απάντηση: $\lambda = 6 \text{ m}$.

β. Απόσταση της Α από την ακτή

Στη χρονική στιγμή $t = 0$ η σημαδούρα Α βρίσκεται στη θέση ισορροπίας και κινείται προς τα θετικά. Άρα βρίσκεται για πρώτη φορά στην ανώτερη θέση μετά από $T/4$.

$$t_1 = T/4 = 1 \text{ s}$$

$$t_N = T/4 + (N-1)T$$

$$t_{21} = 1 + 20 \cdot 4 = 81 \text{ s}$$

Αφού τότε φθάνει το κύμα στην ακτή:

$$d = v t_{21} = 1,5 \cdot 81 = 121,5 \text{ m}$$

Απάντηση: Η σημαδούρα Α απέχει 121,5 m από την ακτή.

γ. Εξίσωση ταλάντωσης της σημαδούρας Β

Θεωρούμε $x = 0$ στη σημαδούρα Α και θετική φορά διάδοσης από Α προς Β. Η γενική εξίσωση του κύματος είναι:

$$y(x,t) = A \eta\mu(\omega t - kx), \quad k = 2\pi/\lambda = \pi/3 \text{ rad/m}$$

Για τη σημαδούρα Β: $x_B = 13,5 \text{ m}$.

$$y_B(t) = 0,4 \eta\mu[(\pi/2)t - (\pi/3)13,5]$$

$$y_B(t) = 0,4 \eta\mu[(\pi/2)t - 9\pi/2] \quad (\text{SI}), \text{ για } t \geq 9 \text{ s}$$

Απάντηση: $y_B = 0,4\eta\mu[(\pi/2)t - 9\pi/2]$, με t σε s και y σε m.

δ. Ταχύτητα ταλάντωσης της Β όταν η Α είναι στο ανώτατο σημείο

Όταν η Α είναι στο ανώτατο σημείο:

$$y_A = A \Rightarrow \eta\mu(\omega t) = 1 \Rightarrow \omega t = \pi/2 + 2k\pi$$

Η ταχύτητα ταλάντωσης της Β είναι:

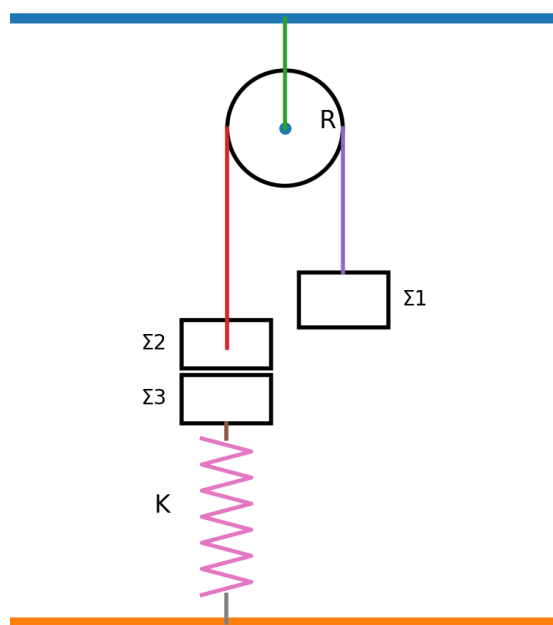
$$v_B = dy_B/dt = A\omega \sin(\omega t - kx_B)$$

$$\omega t - kx_B = (\pi/2 + 2\kappa\pi) - 9\pi/2 = -4\pi + 2\kappa\pi$$

$$|v_B| = A\omega |\sin(-4\pi + 2\kappa\pi)| = A\omega = \pi/5 \text{ m/s}$$

Απάντηση: $|v_B| = \pi/5 \text{ m/s}$.

ΘΕΜΑ 4ο - Τροχαλία, νήμα και ελατήριο



α. Πλάτος ταλάντωσης του Σ3

Αρχικά το σύστημα ισορροπεί. Επειδή η τροχαλία δεν περιστρέφεται, οι τάσεις στα δύο κατακόρυφα τμήματα του νήματος είναι ίσες. Για το Σ1:

$$T = m_1 g = 4 \cdot 10 = 40 \text{ N}$$

Για το σύστημα Σ2 + Σ3, με θετική φορά προς τα πάνω και γ την επιμήκυνση του ελατηρίου προς τα πάνω από το φυσικό του μήκος:

$$T - (m_2 + m_3)g - Ky_0 = 0$$

$$40 - 2 \cdot 10 - 100y_0 = 0 \Rightarrow y_0 = 0,20 \text{ m}$$

Μετά την αποκόλληση, το Σ3 ταλαντώνεται μόνο με το ελατήριο. Η νέα θέση ισορροπίας του ικανοποιεί:

$$-m_3 g - Ky_{\text{ισ}} = 0 \Rightarrow y_{\text{ισ}} = -m_3 g / K = -10/100 = -0,10 \text{ m}$$

Τη στιγμή $t = 0$ το Σ3 είναι ακίνητο στη θέση y_0 . Άρα το πλάτος είναι η απόσταση της αρχικής θέσης από τη νέα θέση ισορροπίας:

$$A = y_0 - y_{\text{ισ}} = 0,20 - (-0,10) = 0,30 \text{ m}$$

Απάντηση: $A = 0,30 \text{ m}$.

β. Εξίσωση απομάκρυνσης του Σ3

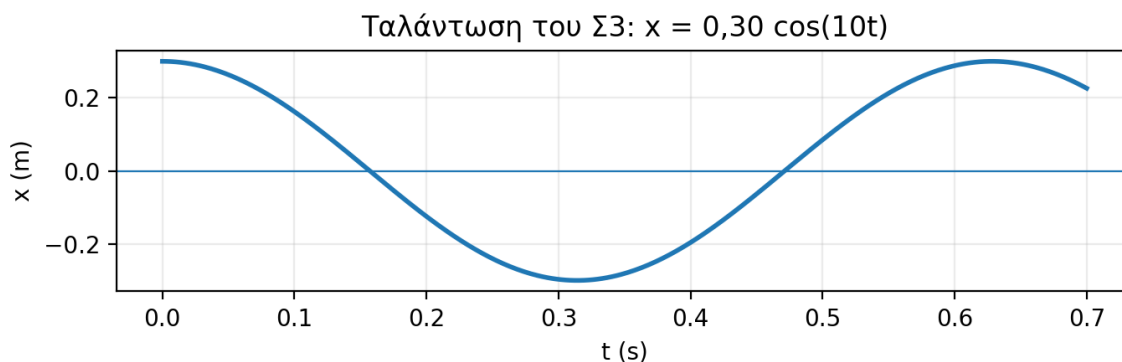
Για το σώμα Σ3:

$$\omega = \sqrt{(K/m_3)} = \sqrt{(100/1)} = 10 \text{ rad/s}$$

Η απομάκρυνση x μετριέται από τη νέα θέση ισορροπίας, με θετική φορά προς τα πάνω. Στη στιγμή $t = 0$ ισχύει $x = +A$ και $v = 0$. Άρα:

$$x(t) = A \cos(\omega t) = 0,30 \cos(10t) \quad (\text{SI})$$

Απάντηση: $x = 0,30 \cos(10t)$, με x σε m και t σε s.



γ. Γωνιακή επιτάχυνση της τροχαλίας μετά την αποκόλληση

Μετά την αποκόλληση κινούνται μόνο τα Σ1 και Σ2 στα άκρα του νήματος. Το Σ1 κατεβαίνει και το Σ2 ανεβαίνει με επιτάχυνση a . Δεν υπάρχει ολίσθηση, άρα:

$$a = \alpha_{\text{γων}} R$$

Εξισώσεις κίνησης:

$$m_1 g - T_1 = m_1 a$$

$$T_2 - m_2 g = m_2 a$$

$$(T_1 - T_2)R = I \alpha_{\text{γων}} = I(a/R)$$

Προσθέτοντας προκύπτει:

$$(m_1 - m_2)g = (m_1 + m_2 + I/R^2)a$$

$$I = \frac{1}{2} M R^2 \Rightarrow I/R^2 = \frac{1}{2} M = 3 \text{ kg}$$

$$a = [(4-1)10]/(4+1+3) = 30/8 = 3,75 \text{ m/s}^2$$

$$\alpha_{\gamma\omega\nu} = a/R = 3,75/0,25 = 15 \text{ rad/s}^2$$

Απάντηση: $\alpha_{\gamma\omega\nu} = 15 \text{ rad/s}^2$.

δ. Ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της τροχαλίας στη στιγμή $t = 0,1 \text{ s}$

Η τροχαλία ξεκινά από ηρεμία στη στιγμή $t = 0$. Εφόσον η γωνιακή επιτάχυνση είναι σταθερή:

$$\omega_{\tau\rho} = \alpha_{\gamma\omega\nu} t = 15 \cdot 0,1 = 1,5 \text{ rad/s}$$

$$I = 1/2 MR^2 = 1/2 \cdot 6 \cdot (0,25)^2 = 0,1875 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$$

Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της τροχαλίας είναι η ισχύς της συνισταμένης ροπής:

$$dK/dt = \tau_{\text{net}} \cdot \omega_{\tau\rho} = I \alpha_{\gamma\omega\nu} \omega_{\tau\rho}$$

$$dK/dt = 0,1875 \cdot 15 \cdot 1,5 = 4,21875 \text{ W}$$

Απάντηση: $dK/dt \approx 4,22 \text{ W}$.