

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ - ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ 2016

Αναλυτικές λύσεις

Νέο σύστημα - Γ' Ημερησίων

Θέμα Α

Στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής κρατάμε τον βασικό φυσικό λόγο, όχι απλή απομνημόνευση.

Ερώτηση	Απάντηση	Αιτιολόγηση
A1	δ	Η σταθερά απόσβεσης b δεν εξαρτάται από την στιγμιαία ταχύτητα. Εξαρτάται από το μέσο και το σώμα. Μονάδα: kg/s.
A2	δ	Στα διακροτήματα η περίοδος μεταβολής του πλάτους είναι $T = 1/ f_1 - f_2 = T_1 T_2 / T_2 - T_1 $.
A3	γ	Στα εγκάρσια κύματα τα σημεία του μέσου ταλαντώνονται κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης.
A4	δ	Χωρίς εξωτερική ροπή διατηρείται η στροφορμή. Όταν αυξάνεται η ροπή αδράνειας, μειώνεται η γωνιακή ταχύτητα και η συχνότητα.

A5

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Σύντομη αιτιολόγηση
α	Σωστό	Η ταυτόχρονη διάδοση κυμάτων στην ίδια περιοχή οδηγεί στο φαινόμενο της συμβολής/υπέρθεσης.
β	Σωστό	Από τη συνέχεια $Au = \text{σταθ.}$. Σε μικρότερη διατομή ή πυκνότερες ρευματικές γραμμές η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη.
γ	Λάθος	Στρωτή ροή σημαίνει χωρίς στροβίλους.
δ	Λάθος	Η ροπή αδράνειας ως προς δοσμένο άξονα είναι μονόμετρο μέγεθος.
ε	Σωστό	Σε κρούση αμελητέας διάρκειας οι θέσεις δεν προλαβαίνουν να μεταβληθούν ουσιαστικά, άρα η δυναμική ενέργεια θέσης θεωρείται σταθερή.

Θέμα Β

B1

Δίνονται: $x_1 = A_1 \eta \mu \omega t$ και $x_2 = A_2 \eta \mu(\omega t + \pi/2)$. Οι δύο ταλαντώσεις έχουν διαφορά φάσης $\pi/2$.

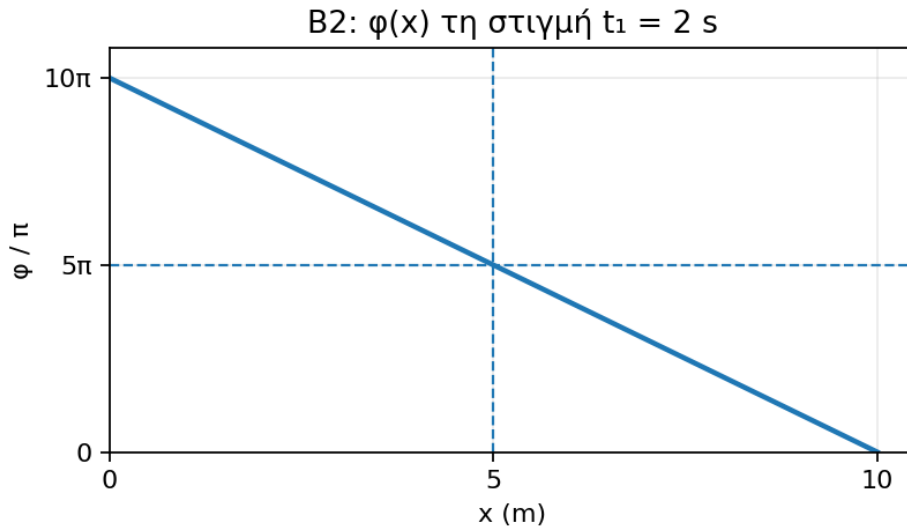
Το πλάτος της σύνθετης ταλάντωσης είναι: $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \sin(\pi/2) = A_1^2 + A_2^2$.

Για Α.Α.Τ. γύρω από το ίδιο σημείο και στην ίδια διεύθυνση, με ίδια γωνιακή συχνότητα, η ενέργεια είναι $E = 1/2 \cdot D \cdot A^2$.

$$\text{Άρα: } E = 1/2 \cdot D(A_1^2 + A_2^2) = E_1 + E_2.$$

Σωστή απάντηση: ii.

B2



Για κύμα που διαδίδεται προς τη θετική φορά: $\phi = \omega t - 2\pi x/\lambda$.

Από το διάγραμμα, στη θέση $x=0$ και τη χρονική στιγμή $t_1=2$ s: $\phi(0)=10\pi \Rightarrow \omega t_1=10\pi \Rightarrow \omega=5\pi$ rad/s.

Άρα $T=2\pi/\omega=2\pi/(5\pi)=0,4$ s.

Επίσης από το διάγραμμα: όταν $x=5$ m, η φάση μειώνεται από 10π σε 5π . Άρα η κλίση είναι $-\pi$ rad/m.

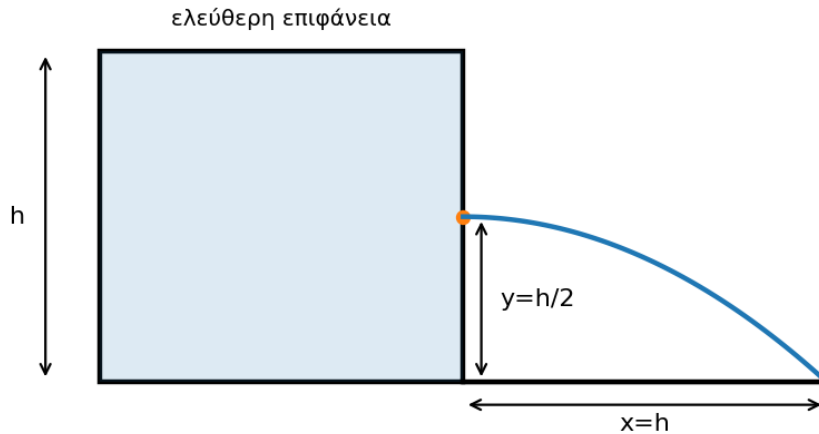
Επειδή κλίση = $-2\pi/\lambda$, έχουμε $2\pi/\lambda=\pi \Rightarrow \lambda=2$ m.

Η ταχύτητα διάδοσης είναι $u=\lambda/T=2/0,4=5$ m/s.

Σωστή απάντηση: ii.

B3

B3: εκροή από οπή στο $y=h/2$



Η οπή βρίσκεται σε ύψος $y=h/2$ από το έδαφος, άρα το βάθος της από την ελεύθερη επιφάνεια είναι $h-y=h/2$.

Με Torricelli: $u = \sqrt{[2g(h-y)]} = \sqrt{[2g \cdot h/2]} = \sqrt{gh}$.

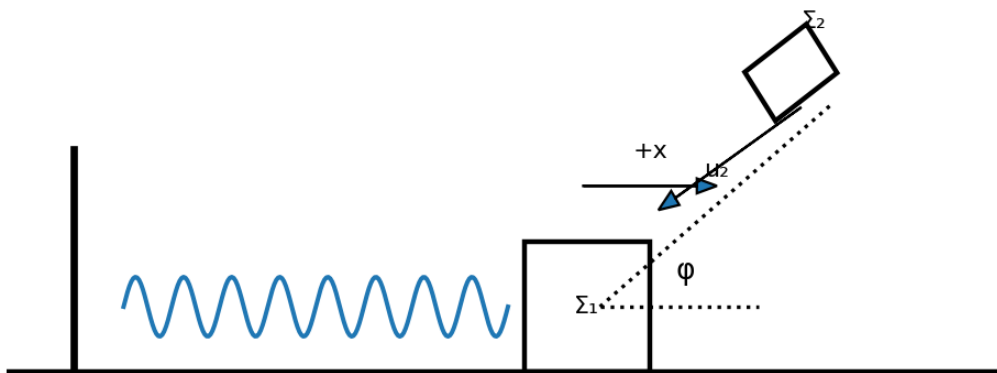
Ο χρόνος πτώσης από ύψος $y=h/2$ είναι: $y = 1/2 \cdot gt^2 \Rightarrow h/2 = 1/2 \cdot gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{h/g}$.

Οριζόντια απόσταση: $x = ut = \sqrt{gh} \cdot \sqrt{h/g} = h$.

Σωστή απάντηση: i.

Θέμα Γ

Γ: πλαστική κρούση στο σώμα του ελατηρίου



Δεδομένα: $m_1=1 \text{ kg}$, $m_2=3 \text{ kg}$, $k=100 \text{ N/m}$, $A=0,4 \text{ m}$, $x_1=+A\sqrt{3}/2$, $u_2=8 \text{ m/s}$, $\sin\phi=1/3$. Θετική φορά προς τα δεξιά.

Γ1. Ταχύτητα του Σ_1 και ταχύτητα συσσωματώματος

Για το Σ_1 πριν την κρούση: $\omega_1 = \sqrt{(k/m_1)} = \sqrt{(100/1)} = 10 \text{ rad/s}$.

$$x_1 = A\sqrt{3}/2 = 0,4\sqrt{3}/2 = 0,2\sqrt{3} \text{ m.}$$

$$\text{Από τη σχέση της Α.Α.Τ.: } u_1^2 = \omega_1^2 (A^2 - x_1^2).$$

$$A^2 = 0,16 \text{ και } x_1^2 = (0,2\sqrt{3})^2 = 0,12 \Rightarrow A^2 - x_1^2 = 0,04.$$

$$u_1 = 10 \cdot \sqrt{0,04} = 2 \text{ m/s. Επειδή κινείται κατά τη θετική φορά: } u_1 = +2 \text{ m/s.}$$

$$\text{Η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας του } \Sigma_2 \text{ είναι προς τα αριστερά: } u_2 x = -u_2 \sin \varphi = -8 \cdot 1/3 = -8/3 \text{ m/s.}$$

$$\text{Στην πλαστική κρούση διατηρείται η οριζόντια ορμή: } m_1 u_1 + m_2 u_2 x = (m_1 + m_2) V.$$

$$1 \cdot 2 + 3 \cdot (-8/3) = 4V \Rightarrow 2 - 8 = 4V \Rightarrow V = -6/4 = -1,5 \text{ m/s.}$$

Άρα το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση κινείται προς τα αριστερά με μέτρο 1,5 m/s.

Γ2. Πλάτος ταλάντωσης του συσσωματώματος

$$\text{Μετά την κρούση η μάζα είναι } M = m_1 + m_2 = 4 \text{ kg, άρα } \omega = \sqrt{k/M} = \sqrt{(100/4)} = 5 \text{ rad/s.}$$

$$\text{Τη στιγμή αμέσως μετά την κρούση: } x = 0,2\sqrt{3} \text{ m και } V = -1,5 \text{ m/s.}$$

$$\text{Για Α.Α.Τ.: } A'^2 = x^2 + (V/\omega)^2 = (0,2\sqrt{3})^2 + (-1,5/5)^2 = 0,12 + 0,09 = 0,21.$$

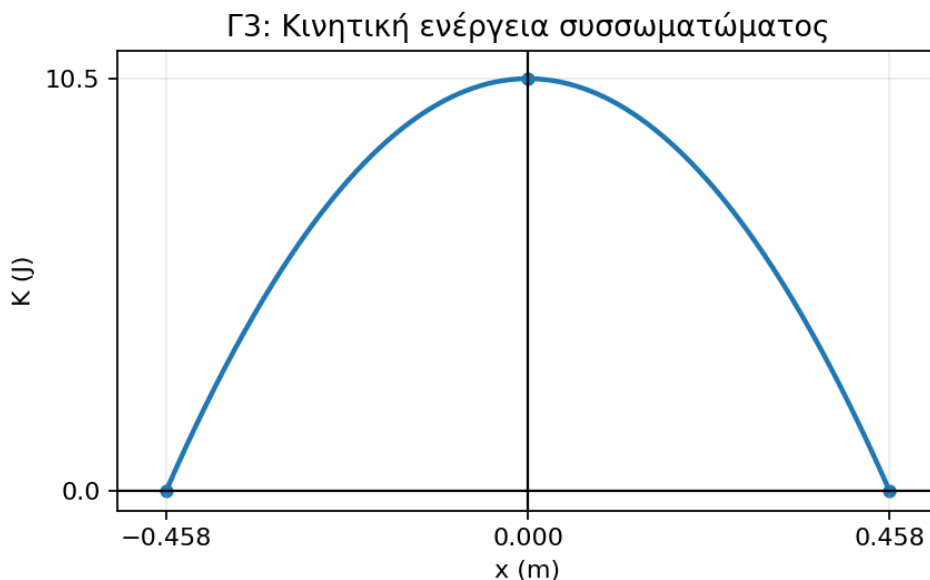
$$A' = \sqrt{0,21} = \sqrt{21/10} \text{ m} \approx 0,458 \text{ m.}$$

Γ3. Κινητική ενέργεια ως συνάρτηση της απομάκρυνσης

$$\text{Η ολική ενέργεια της νέας ταλάντωσης είναι: } E = 1/2 \cdot k \cdot A'^2 = 1/2 \cdot 100 \cdot 0,21 = 10,5 \text{ J.}$$

$$\text{Η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου είναι } U = 1/2 \cdot kx^2 = 50x^2.$$

$$\text{Άρα η κινητική ενέργεια είναι: } K(x) = E - U = 10,5 - 50x^2, \text{ με } -\sqrt{21/10} \leq x \leq \sqrt{21/10}.$$



Γ4. Ποσοστό απώλειας κινητικής ενέργειας στην κρούση

$$\text{Κινητική ενέργεια πριν την κρούση: } K_{\text{πριν}} = 1/2 \cdot m_1 u_1^2 + 1/2 \cdot m_2 u_2^2 = 1/2 \cdot 1 \cdot 2^2 + 1/2 \cdot 3 \cdot 8^2 = 2 + 96 = 98 \text{ J.}$$

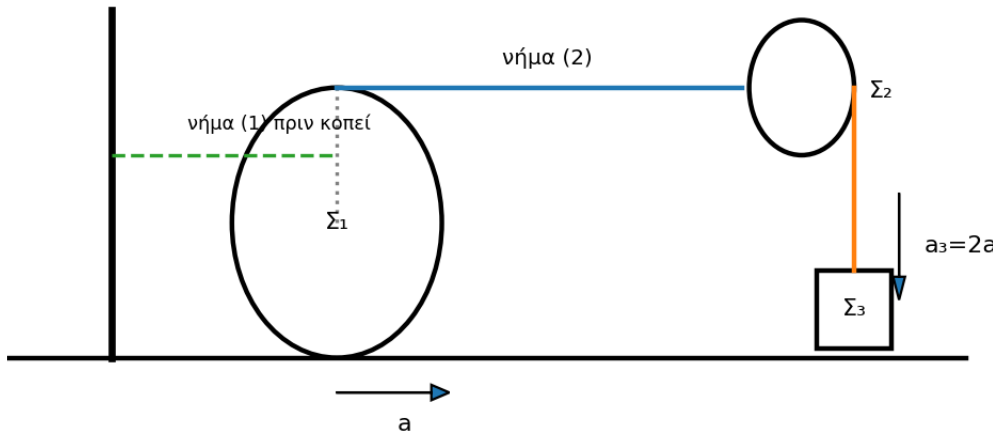
Κινητική ενέργεια αμέσως μετά την κρούση: $K_{\text{μετά}} = \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) V^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (1,5)^2 = 4,5 \text{ J}$.

Η απώλεια κινητικής ενέργειας είναι: $\Delta K = 98 - 4,5 = 93,5 \text{ J}$.

Ποσοστό: $\Pi = (93,5/98) \cdot 100\% \approx 95,4\%$.

Θέμα Δ

Δ: μετά την κοπή του νήματος (1)



Δεδομένα: $M_1 = 8 \text{ kg}$, $R_1 = 0,2 \text{ m}$, $M_2 = 2 \text{ kg}$, $R_2 = 0,1 \text{ m}$, $M_3 = 1 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$. Για δίσκο και τροχαλία: $I = \frac{1}{2} M R^2$.

Δ1. Τάση του νήματος (1) πριν κοπεί

Αρχικά το σύστημα ισορροπεί. Για το σώμα Σ_3 : $T_2 = M_3 g = 1 \cdot 10 = 10 \text{ N}$.

Στον δίσκο Σ_1 η τάση του νήματος (2) δρα στο ανώτερο σημείο Γ και δημιουργεί ροπή $T_2 R_1$ ως προς το κέντρο Κ.

Η τάση T_1 του νήματος (1) δρα στο σημείο Β, το οποίο βρίσκεται σε ύψος $d = 3R_1/2$ από το έδαφος. Το κέντρο του δίσκου είναι σε ύψος R_1 , άρα ο μοχλοβραχίονας της T_1 ως προς Κ είναι $d - R_1 = R_1/2$.

Ισορροπία ροπών ως προς Κ: $T_1 \cdot (R_1/2) = T_2 \cdot R_1 \Rightarrow T_1 = 2T_2 = 20 \text{ N}$.

Δ2. Επιτάχυνση κέντρου μάζας του δίσκου Σ_1

Μετά την κοπή, έστω a η επιτάχυνση του κέντρου μάζας του δίσκου προς τα δεξιά. Για κύλιση χωρίς ολίσθηση: $a = \alpha_1 R_1$.

Για τον δίσκο Σ_1 , με T την τάση του οριζόντιου τμήματος του νήματος (2) και f τη στατική τριβή:

Μεταφορική: $M_1 a = T + f$.

Στροφική ως προς Κ: $I_1 \alpha_1 = (T - f) R_1$.

Με $I_1 = \frac{1}{2} M_1 R_1^2$ και $\alpha_1 = a/R_1$ παίρνουμε: $\frac{1}{2} M_1 a = T - f$.

Λύνοντας το σύστημα: $T = \frac{3}{4} M_1 a = 6a$ και $f = 2a$.

Το σημείο επαφής του νήματος με την κορυφή του κυλιόμενου δίσκου έχει επιτάχυνση $2a$. Άρα το νήμα (2) και το σώμα Σ_3 έχουν επιτάχυνση $a_3=2a$.

Για την τροχαλία Σ_2 , έστω T' η τάση στο κατακόρυφο τμήμα. Επειδή δεν υπάρχει ολίσθηση: $a_2=(2a)/R_2$.

Στροφική τροχαλίας: $(T'-T)R_2=I_2a_2 \Rightarrow T'-T=(I_2/R_2^2) \cdot 2a=(1/2M_2) \cdot 2a=M_2a=2a$.

Άρα $T'=T+2a=6a+2a=8a$.

Για το σώμα Σ_3 : $M_3g-T'=M_3a_3 \Rightarrow 10-8a=2a \Rightarrow a=1 \text{ m/s}^2$.

Επομένως η επιτάχυνση του κέντρου μάζας του δίσκου Σ_1 είναι 1 m/s^2 .

Δ3. Στροφορμή της τροχαλίας τη στιγμή $t_1=1 \text{ s}$

Το νήμα έχει επιτάχυνση $2a=2 \text{ m/s}^2$. Από ηρεμία, σε $t=1 \text{ s}$: $υ_{\text{νήματος}}=2 \cdot 1=2 \text{ m/s}$.

Για την τροχαλία: $\omega_2=u/R_2=2/0,1=20 \text{ rad/s}$.

$I_2=1/2M_2R_2^2=1/2 \cdot 2 \cdot (0,1)^2=0,01 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

$L_2=I_2\omega_2=0,01 \cdot 20=0,20 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$.

Δ4. Μεταβολή βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του Σ_3

Το σώμα Σ_3 κατεβαίνει με επιτάχυνση $a_3=2 \text{ m/s}^2$ από ηρεμία.

Η μετατόπισή του σε 1 s είναι: $s=1/2 \cdot a_3t^2=1/2 \cdot 2 \cdot 1^2=1 \text{ m}$.

Επειδή κινείται προς τα κάτω, η βαρυτική δυναμική ενέργεια μειώνεται: $\Delta U=-M_3gs=-1 \cdot 10 \cdot 1=-10 \text{ J}$.