

Πανελλήνιες Εξετάσεις 2011
Φυσική Θετικής & Τεχνολογικής Κατεύθυνσης
20 Μαΐου 2011

Πρόχειρες Απαντήσεις

Θέμα Α

A.1 γ

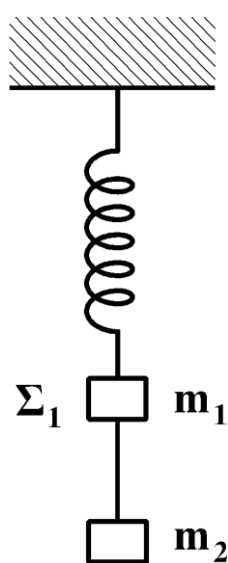
A.2 β

A.3 γ

A.4 γ

A.5 α Σ, β Λ, γ Σ, δ Λ, ε Λ

Θέμα Β



B.1

Στην θέση ισορροπίας της m_1 ισχύει $m_1g = kl_1$, όπου l_1 είναι η απομάκρυνση του Σ_1 από το φυσικό μήκος του ελατηρίου. Κρεμάμε την m_2 και για την ισορροπία των m_1, m_2 ισχύει ότι $(m_1 + m_2)g = k(l_1 + x_1)$, όπου x_1 η απομάκρυνση της m_1 από την θέση ισορροπίας της, άρα και το πλάτος A_1

$$\Sigma_1 \quad m_1 \quad \Rightarrow A_1 = x_1 = \frac{m_2 g}{k} \Rightarrow E_1 = \frac{1}{2} k A_1^2 = k \frac{m_2^2 g^2}{k^2} \Rightarrow E_1 = \frac{m_2^2 g^2}{k} \quad (1)$$

Αντίστοιχα για την θέση ισορροπίας της m_2 ισχύει $m_2g = kl_2$, με το l_2 να είναι η απομάκρυνση του Σ_2 από το φυσικό μήκος. Για την ισορροπία των m_1, m_2 ισχύει ότι $(m_1 + m_2)g = k(l_2 + x_2)$, όπου x_2 η απομάκρυνση της m_2 από την θέση ισορροπίας της, άρα και το πλάτος A_2

$$\Rightarrow A_2 = x_2 = \frac{m_1 g}{k} \Rightarrow E_2 = \frac{1}{2} k A_2^2 = k \frac{m_1^2 g^2}{k^2} \Rightarrow E_2 = \frac{m_1^2 g^2}{k} \quad (2)$$

Άρα από (1), (2) $\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{m_2^2}{m_1^2}$, άρα **σωστή η απάντηση (β)**

B.2.

Γνωρίζουμε ότι για την συχνότητα του διακροτήματος πηγής f, f' ισχύει ότι

$$f_8 = |f - f'|. \text{ Άρα για πηγές } f, f_1 \Rightarrow f_8 = |f - f_1| \text{ και για πηγές } f, f_2 \Rightarrow f_8 = |f - f_2|$$

Αφού η f_8 είναι κοινή και για τις 2 συχνότητες της δεύτερης πηγής συμπεραίνουμε ότι:

$$|f - f_1| = |f - f_2| \Rightarrow f - f_1 = -(f - f_2)$$

Η λύση $f - f_1 = f - f_2$ απορρίπτεται γιατί δίνει $f_1 = f_2$ που είναι άτοπο

$$\text{Άρα } f = \frac{f_1 + f_2}{2} \text{ σωστή απάντηση η (α)}$$

B.3

Για την κρούση ισχύει η Αρχή Διατήρησης της ορμής του συστήματος την οποία και θα εφαρμόσουμε :

$$\vec{P}_{ολ}^{πριν} = \vec{P}_{ολ}^{μετα}$$

$$(m_1 + m_2)v = (m_2 + 4m_1)\frac{v}{3} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 2, \text{ άρα σωστή απάντηση η (α)}$$

Θέμα Γ

Γ.1 Επειδή το M είναι σημείο πάνω στην μεσοκάθετο του $\Pi_1\Pi_2$ οι αποστάσεις του από τις πηγές θα είναι ίσες $r_1 = r_2$.

Από την εξίσωση ταλάντωσης του σημείου M $y_M = 0,2\eta\mu 2\pi(5t-10)$ προκύπτουν τα ακόλουθα:

$$A = 0,1 \text{ m}, f = 5 \text{ Hz} \Rightarrow v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = 0,4 \text{ m}$$

$$\frac{r_1 + r_2}{2\lambda} = 10 \Rightarrow r_1 + r_2 = 20\lambda \Rightarrow 2r_1 = 20\lambda \Rightarrow r_1 = 4\text{m} = M\Pi_1$$

Γ.2 Το σημείο O είναι σημείο ενίσχυσης για το οποίο ισχύει ότι $O\Pi_1 = O\Pi_2 = d/2$

Υπολογίζουμε την φάση του O σε μια χρονική στιγμή t

$$\varphi_M = 2\pi \left(5t - \frac{r_1 + r_2}{2\lambda} \right) = 2\pi \left(5t - \frac{d}{2\lambda} \right) = 2\pi \left(5t - \frac{5}{4} \right)$$

Η φάση του M την ίδια χρονική στιγμή t θα είναι

$$\varphi_M = 2\pi(5t - 10)$$

Άρα η διαφορά φάσης θα είναι: $\Delta\varphi = \varphi_M - \varphi_o = 17,5\pi \text{ rad}$

Γ.3 Τα σημεία ανάμεσα στο $\Pi_1\Pi_2$ που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος θα είναι τα σημεία ενίσχυσης. Αν υποθέσουμε ένα σημείο πάνω στο ευθύγραμμο Τμήμα $\Pi_1\Pi_2$

που απέχει αποστάσεις r_1 και r_2 από τις πηγές θα ισχύει:

$$r_2 - r_1 = N\lambda \text{ και ταυτόχρονα ισχύει ότι } r_1 + r_2 = d$$

Προσθέτω κατά μέλη τις δύο σχέσεις και προκύπτει $r_2 = \frac{N\lambda}{2} + \frac{d}{2}$

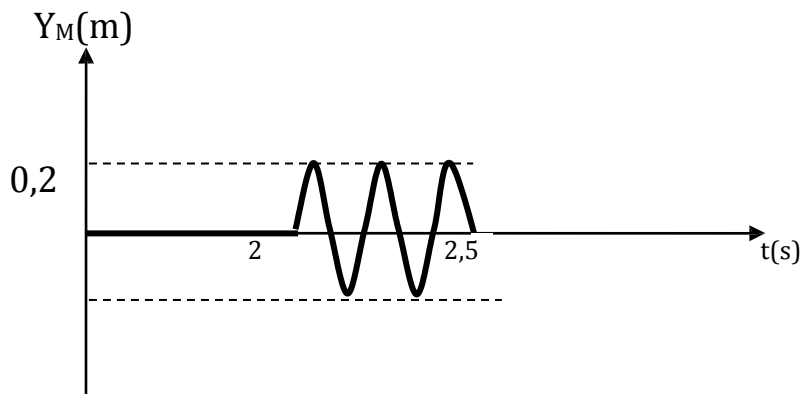
Όμως πρέπει $0 < r_2 < d \Rightarrow 0 < 0,2N + 0,5 < 1 \Rightarrow -2,5 < N < 2,5$

Επειδή N είναι ακέραιος υπάρχουν **5 σημεία ενίσχυσης**

Γ.4

Τα κύματα από τις δύο πηγές φτάνουν ταυτόχρονα στο σημείο M την χρονική στιγμή

$t_1 = \frac{r_1}{v} = 2s$ άρα για $0s < t < 2s$ το υλικό σημείο θα είναι ακίνητο και στην συνέχεια θα ταλαντώνεται με μέγιστο πλάτος λόγω της συμβολής

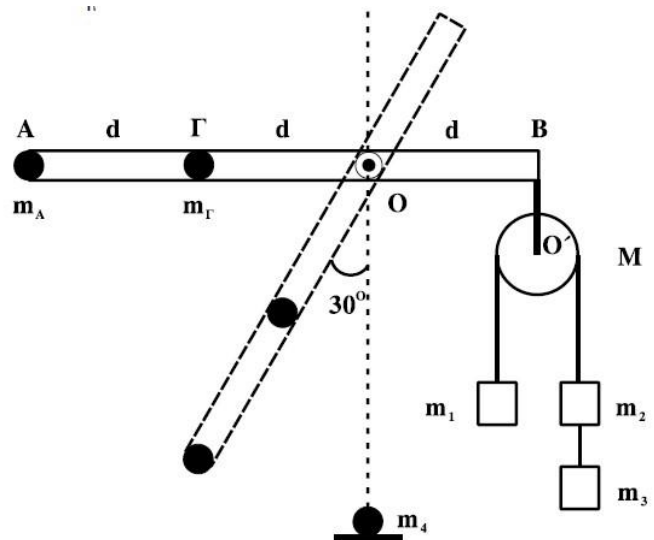


Θέμα Δ

Δ.1

Σχεδιάζω τις δυνάμεις που ασκούνται στην ράβδο, στην τροχαλία και στις μάζες. Διαπιστώνω ότι η τροχαλία θα ισορροπεί γιατί

$m_1g = T_1$ και $(m_2 + m_3)g = T_2$, όπου T_1 και T_2 είναι οι τάσεις που ασκούνται από το νήμα στις αντίστοιχες μάζες. Επίσης λόγω του αβαρούς νήματος οι T_1, T_2 ασκούνται και στην τροχαλία από το σχοινί.



Στην τροχαλία $\sum F = 0 \Rightarrow F_B = Mg + T_1 + T_2 \Rightarrow F_B = Mg + m_1g + m_2g + m_3g$

Όπου F_B είναι η δύναμη που ασκείται στο άκρο B της ράβδου λόγω του συστήματος της τροχαλίας με τις μάζες.

Υπολογίζω το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών στην τροχαλία ως προς τον άξονα περιστροφής της O

$$\Sigma \tau = m_A g 2d + m_\Gamma g d - F_B d = 0 \Rightarrow \text{ισορροπία}$$

Δ.2.

Για να βρω την γωνιακή επιτάχυνση εφαρμόζω στην θέση που μας ζητείται ο Θεμελιώδης Νόμος της Στροφικής Κίνησης.

$$\Sigma \tau = I_O \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow m_A g 2d \sin 60 + m_\Gamma g d \sin 60 = (m_A (2d)^2 + m_\Gamma d^2) \alpha_{\gamma\omega\nu}$$

$$\Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{(2m_A + m_\Gamma) g d \sin 60}{(4m_A + m_\Gamma) d^2} \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = 4 \text{ rad/sec}^2$$

Δ.3

Υπολογίζω με την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας (ΑΔΜΕ) την γωνιακή ταχύτητα του συστήματος ράβδου - $m_A - m_\Gamma$ για περιστροφή 90 μοιρών θεωρώντας το άκρο A στην κατακόρυφη θέση ως σημείο με $U_B = 0$

$$E_{\text{μηχ}(\alpha\rho\chi)} = E_{\text{μηχ}(\tau\epsilon\lambda)} \Rightarrow (m_A + m_\Gamma) g 2d = \frac{1}{2} I_O \omega^2 + m_\Gamma g d$$

$$\Rightarrow \text{θέτω } I_O = m_A (2d)^2 + m_\Gamma d^2 \text{ και κάνοντας τις πράξεις καταλήγω στο}$$

$$\text{αποτέλεσμα } \omega = 4 \text{ rad/sec}$$

Επειδή $\Sigma \tau_{\varepsilon\xi} = 0 \Rightarrow L_{ολ(πριν)} = L_{ολ(πριν)}$ για το σύστημα των μαζών στην ράβδο και στην m_4

Άρα προκύπτει ότι $I_O \omega = I'_O \omega'$, όπου ω' η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος μετά την πλαστική κρούση και $I'_O = (m_A + m_4)(2d)^2 + m_\Gamma d^2$

Με απλή αντικατάσταση θα προκύψει το αποτέλεσμα $\omega' = \frac{4}{3} \text{ rad/sec}$

Άρα η γραμμική ταχύτητα του Α μετά την κρούση θα είναι $v_A = \omega' 2d = \frac{8}{3} \text{ m/sec}$

Δ.4

Για να ισορροπεί η ράβδος με το νέο σύστημα θα πρέπει $\Sigma \tau_o = 0$

Άρα με τα νέα δεδομένα (αντικατάσταση της m_A με την m) προκύπτει ότι:

$mg2d + m_\Gamma gd - F'_B d = 0$, όπου F'_B είναι η νέα δύναμη λόγω της τροχαλίας στην ράβδο.

$\Rightarrow m = \frac{F'_B - m_\Gamma g}{2g}$, μένει να υπολογιστεί η δύναμη F'_B που θα είναι ίση με την δύναμη F_B'' που ασκείται στο κέντρο της τροχαλίας με αντίθετη φορά.

Η τροχαλία δεν εκτελεί μεταφορική κίνηση $\Sigma F = 0 \Rightarrow F'_B - Mg - T'_1 - T'_2 = 0$

Οι δυνάμεις T'_1, T'_2 είναι οι δυνάμεις που ασκούνται στην τροχαλία λόγω του σχοινιού και είναι ίσες με τις αντίστοιχες T_1, T_2 που ασκούνται στα 2 κρεμασμένα σώματα επειδή το σχοινί είναι αβαρές.

Τα σώματα εκτελούν μεταφορικές κινήσεις και η τροχαλία στροφική.

Για την m_1 ισχύει: $\Sigma F = m_1 a \Rightarrow m_1 g - T_1 = m_1 a$ (1)

Για την m_2 ισχύει: $\Sigma F = m_2 a \Rightarrow T_2 - m_2 g = m_2 a$ (2)

Για την τροχαλία ισχύει: $\Sigma \tau = I_{cm} \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow T_1 R - T_2 R = \frac{1}{2} M R^2 \alpha_{\gamma\omega\nu}$ (3)

Για την μη ολίσθηση του σχοινιού ισχύει: $\alpha = \alpha_{\gamma\omega\nu} R$ (4)

Θα λύσω το σύστημα των 4 εξισώσεων ως προς T_1, T_2

Και καταλήγω σε $T_1 = 16\text{ N}$, $T_2 = 12\text{ N}$

Άρα υπολογίζω την $F'_B = Mg + T'_1 + T'_2 = 68\text{ N}$

Και τελικά **$m = 0,4\text{ kg}$**