

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΤΡΙΤΗ 07 ΙΟΥΝΙΟΥ 2005

ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΘΕΜΑ 1

1. α

2. γ

3. δ

4. γ

5. (α) → Σωστό

(β) → Λάθος

(γ) → Σωστό

(δ) → Σωστό

(ε) → Σωστό

ΘΕΜΑ 2

1. (Σωστό το β)

Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα

$c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Προσδιορίζω για κάθε περίπτωση τη συχνότητα και το μήκος κύματος, συγκρίνοντας τη

δοθείσα εξίσωση για το Ε με τη γενική εξίσωση:

$$E = E_0 \cdot \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right).$$

Για το πρώτο ηλεκτρομαγνητικό κύμα προκύπτει:

$$f = 12 \cdot 10^{10} \text{ Hz},$$

$$\lambda = \frac{1}{4 \cdot 10^4} \text{ m}$$

Από τη βασική κυματική εξίσωση έχουμε

$$c = \lambda f = \frac{1}{4 \cdot 10^4} \text{ m} \cdot 12 \cdot 10^{10} \text{ Hz} = 3 \cdot 10^6 \text{ m/s} \text{ το οποίο}$$

απορρίπτεται.

Ομοίως για το δεύτερο ηλεκτρομαγνητικό κύμα έχουμε:

$$f = 6 \cdot 10^{10} \text{ Hz}, \quad \lambda = \frac{1}{2 \cdot 10^2} \text{ m} \text{ με εφαρμογή του τύπου}$$

έχουμε

$$c = \lambda f = \frac{1}{2 \cdot 10^2} \text{ m} \cdot 6 \cdot 10^{10} \text{ Hz} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \text{ το οποίο είναι}$$

δεκτό.

Το τρίτο ηλεκτρομαγνητικό κύμα απορρίπτεται γιατί στην εξίσωση του μαγνητικού κύματος υπάρχει αντίθετο πρόσημο από αυτό του ηλεκτρικού.

2. (Σωστό το β)

Για τη μεταφορική κίνηση των σωμάτων υπολογίζουμε την επιτάχυνση του κέντρου μάζας τους από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα: $\Sigma F = m \cdot a_{cm}$.

$$\left. \begin{aligned} a_{cm(\alpha)} &= \frac{F}{m} \\ a_{cm(\beta)} &= \frac{F}{m} \end{aligned} \right\} \Rightarrow a_{cm(\alpha)} = a_{cm(\beta)}$$

Για τη μεταφορική κίνηση σχετικά με το διάστημα ισχύει:

$$d = \frac{1}{2} \cdot a_{cm} \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{a_{cm}}}$$

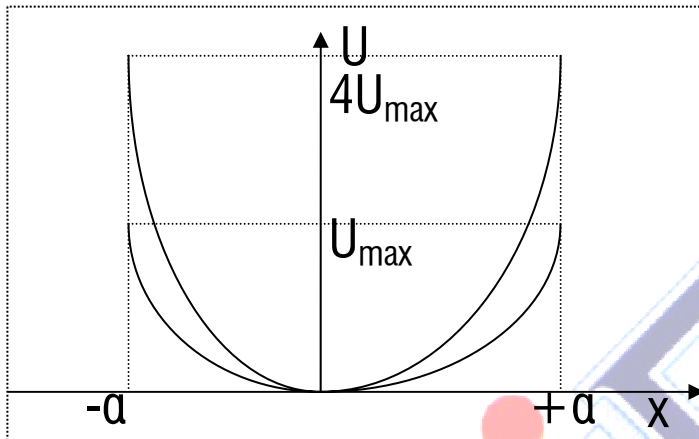
Επειδή έχουμε το ίδιο a_{cm} και την ίδια απόσταση και για τα δυο σώματα οι χρόνοι θα είναι ίσοι ($t_\alpha = t_\beta$)

3. Η δυναμική ενέργεια σώματος προσδεμένου σε ελατήριο

δίνεται από τη σχέση $U = \frac{1}{2} kx^2$ για το πρώτο σύστημα και

$$U' = \frac{1}{2} k'x^2 = \frac{1}{2} 4kx^2 \text{ για το δεύτερο σύστημα.}$$

$$\frac{U_{\max}'}{U_{\max}} = \frac{\frac{1}{2}4ka^2}{\frac{1}{2}ka^2} = 4$$



ΘΕΜΑ 3

(α) Επειδή η φάση του σημείου Π_2 είναι μεγαλύτερη από τη φάση του σημείου Π_1 το κύμα διαδίδεται από δεξιά προς τα αριστερά του άξονα $x'ox$.

(Γνωρίζουμε ότι κατά την κατεύθυνση διάδοσης του κύματος η φάση ελαττώνεται.)

(β) Η εξίσωση του κύματος είναι:

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

Η διαφορά φάσης μεταξύ Π_2 και Π_1 υπολογίζεται ως εξής:

$$\Delta\phi = \phi_{\pi_2} - \phi_{\pi_1} = 2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x_{\pi_2}}{\lambda}\right) - 2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x_{\pi_1}}{\lambda}\right) = \frac{2\pi x_{\pi_2}}{\lambda} - \frac{2\pi x_{\pi_1}}{\lambda} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \Delta\phi = \frac{2\pi(x_{\pi_2} - x_{\pi_1})}{\lambda} \quad (1)$$

Από τις εξισώσεις $\psi_1 = A\eta\mu 30\pi t$ για το π_1 και

$$\psi_2 = A\eta\mu\left(30\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ για το } \pi_2 \text{ προκύπτει λοιπόν } \Delta\phi = \frac{\pi}{6}.$$

(2)

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει

$$\frac{2\pi(x_{\pi_2} - x_{\pi_1})}{\lambda} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \lambda = 12d \Rightarrow \lambda = 12 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \psi_1 = A\eta\mu 30\pi t \\ \psi = A\eta\mu\omega t \end{array} \right\} \Rightarrow \omega = 30\pi \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

Συνεπώς η περίοδος υπολογίζεται:

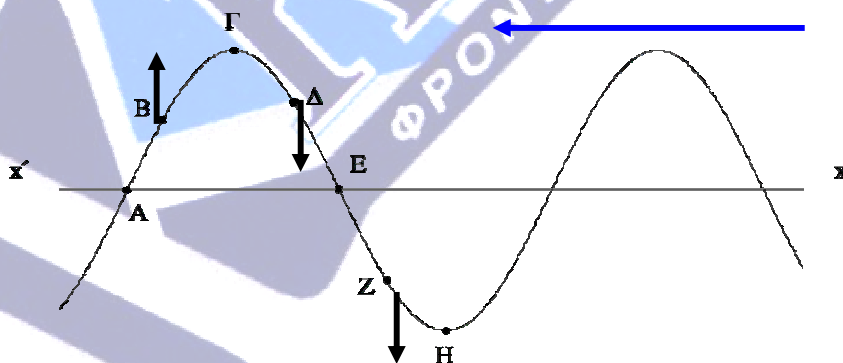
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{30\pi} \Rightarrow T = \frac{1}{15} \text{ sec}$$

Η ταχύτητα διάδοσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U = \frac{\lambda}{T} = \frac{72 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{\frac{1}{15} \text{ sec}} = 10,8 \text{ m/sec}$$

$$(γ) U = U_{\max} \Rightarrow U = \omega A \Rightarrow A = \frac{U}{\omega} = \frac{10,8 \text{ m/s}}{30\pi \text{ rad/s}} = \frac{0,36}{\pi} \text{ m}$$

(δ) Τα σημεία Γ και Η έχουν μηδενική ταχύτητα διότι βρίσκονται στις ακραίες θέσεις της ταλάντωσης στη συγκεκριμένη στιγμή που αναφέρεται το στιγμιότυπο. Τα σημεία Α και Ε έχουν μέγιστη ταχύτητα (κατά μέτρο) διότι βρίσκονται στη θέση ισορροπίας. Το σημείο Β κινείται προς τα πάνω (θετική ταχύτητα) και τα Δ και Ζ προς τα κάτω (αρνητική ταχύτητα). U



Επειδή το κύμα διαδίδεται προς τα αριστερά και το Γ είναι στη μέγιστη θετική απομάκρυνση τα Δ και Ζ που έχουν ξεκινήσει νωρίτερα την ταλάντωσή τους από το Γ επιστρέφουν προς τα κάτω. Αντίθετα, το Β που ξεκινάει

αργότερα από το Γ πηγαίνει προς τη μέγιστη θετική απομάκρυνση.

(ε) Για το κύμα που δίνεται η εξίσωση είναι:

$$\psi = \frac{0,36}{\pi} \eta \mu 2\pi \left(15t + \frac{x}{0,72} \right) \quad (\text{S.I.})$$

Άρα η εξίσωση του κύματος που όταν συμβάλλει με το προηγούμενο κύμα δημιουργεί στάσιμο κύμα είναι:

$$\psi = \frac{0,36}{\pi} \eta \mu 2\pi \left(15t - \frac{x}{0,72} \right) \quad (\text{S.I.})$$

ΘΕΜΑ 4

α. Όταν σφηνώνουμε με τα χέρια μας ολόκληρο το βλήμα στο σταθερό σώμα η δαπανώμενη από εμάς ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα ($Q=100 \text{ J}$), σύμφωνα με την αρχή διατήρησης ενέργειας και με δεδομένο ότι δε μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια του συστήματος.

Εφαρμόζουμε Α.Δ.Ε. $K=Q + K_{\text{συσ}} \Rightarrow K_{\text{συσ}} = 0$

Α.Δ.Ο.: στην αλγεβρική μορφή ισχύει:

$$m u = (M + m) v_{\text{συσ}} \Leftrightarrow v_{\text{συσ}} = \frac{m u}{M + m}$$

$$\text{Επομένως } K_{\text{συσ}} = \frac{1}{2} (M + m) v_{\text{συσ}}^2 \Leftrightarrow K_{\text{συσ}} = \frac{1}{2} \frac{m K}{m + M}$$

Το οποίο είναι διάφορο του 0 άρα δεν μπορεί να σφηνωθεί ολόκληρο το βλήμα.

β.

Η Α.Δ.Ο. στην αλγεβρική της μορφή είναι

$$P_{\text{πριν}} = P_{\text{μετά}} \Leftrightarrow \mu = (M+m)V_{\text{συσ}} \Leftrightarrow V_{\text{συσ}} = \frac{\mu}{M+m} \quad (1)$$

Η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος υπολογίζεται:

$$K_{\text{συσ}} = \frac{1}{2}(M+m)V_{\text{συσ}}^2 \stackrel{(1)}{\Leftrightarrow} K_{\text{συσ}} = \frac{K_m}{M+m}$$

Με δεδομένο ότι η Q που αναπτύσσεται κατά την κρούση είναι ίδια με την Q όταν σφηνώνουμε ολόκληρο το βλήμα με τα χέρια μας (το $W_{F_{av}}$ είναι το ίδιο) από αρχή διατήρησης ενέργειας η $K_{\text{τελ}}$ υπολογίζεται :

$$K \geq Q + K_{\text{συσ}} \Leftrightarrow K \geq Q + \frac{mK}{M+m} \Leftrightarrow K - \frac{mK}{M+m} \Leftrightarrow \frac{MK}{M+m} \geq Q \Leftrightarrow$$

$$K \geq \frac{(M+m)Q}{M} \Leftrightarrow K \geq 120j \Leftrightarrow \boxed{K_{\text{mim}} = 120j}$$

γ. Από αρχή διατήρησης ενέργειας :

$$K = Q + K_{\text{συσ}} \Leftrightarrow K = Q + \frac{m}{M+m}K \Leftrightarrow 100 = 100 + \frac{m100}{M+m} \Leftrightarrow \frac{m100}{M+m} \rightarrow 0$$

Επομένως πρέπει να ισχύει $M \gg m$.