

Αναλυτικές Λύσεις - Φυσική Κατεύθυνσης 2005

Απολυτήριες Εξετάσεις Γ' Τάξης Ημερησίου Ενιαίου Λυκείου

ΘΕΜΑ 1ο

Ερώτηση	Απάντηση	Σύντομη αιτιολόγηση
1	α	Η αρχή της επαλληλίας ισχύει για γραμμικό μέσο. Παραβιάζεται όταν οι δυνάμεις παύουν να είναι ανάλογες των απομακρύνσεων.
2	γ	Πλάγια είναι η κρούση όταν οι ταχύτητες των κέντρων μάζας πριν την κρούση έχουν τυχαία διεύθυνση και όχι την ειδική διάταξη της κεντρικής κρούσης.
3	δ	Η οδήγηση φωτός σε οπτικές ίνες βασίζεται στην ολική ανάκλαση.
4	γ	Σε φθίνουσα ταλάντωση με $F = -b\dot{u}$ το πλάτος μειώνεται εκθετικά: $A = A_0 e^{(-\gamma t)}$.

5. Σωστό / Λάθος

- α. Σωστό. Στις ηλεκτρικές ταλαντώσεις η βασική αιτία απόσβεσης είναι η ωμική αντίσταση του κυκλώματος.
- β. Λάθος. Όσο αυξάνεται η σταθερά απόσβεσης b , τόσο εντονότερα μειώνεται το πλάτος.
- γ. Σωστό. Στον συντονισμό η μεταφορά ενέργειας είναι βέλτιστη και το πλάτος γίνεται μέγιστο.
- δ. Σωστό. Με σύμπτυξη των άκρων μειώνεται η ροπή αδράνειας και, λόγω διατήρησης στροφορμής, αυξάνεται η γωνιακή ταχύτητα.
- ε. Σωστό. Σε κάθε κρούση διατηρείται η ολική ενέργεια. Αυτό που δεν διατηρείται πάντα είναι η κινητική ενέργεια.

ΘΕΜΑ 2ο

2.1 Ηλεκτρομαγνητικό κύμα στο κενό

Σωστή απάντηση: β.

Για ηλεκτρομαγνητικό κύμα στο κενό πρέπει να ισχύουν ταυτόχρονα:

- $E_0/B_0 = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- $u = f\lambda = c$
- Τα E και B να έχουν συμβατή φάση και φορά διάδοσης.

Για το ζεύγος β:

$$E_0/B_0 = 300/(100 \cdot 10^{-8}) = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Από τη μορφή $\eta m 2\pi(f t - x/\lambda)$ έχουμε $f = 6 \cdot 10^{10} \text{ Hz}$ και $1/\lambda = 2 \cdot 10^2 \text{ m}^{-1}$, άρα $\lambda = 1/(2 \cdot 10^2) \text{ m}$.

$$u = f\lambda = (6 \cdot 10^{10})/(2 \cdot 10^2) = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

Άρα το ζεύγος β περιγράφει ηλεκτρομαγνητικό κύμα στο κενό. Το α απορρίπτεται επειδή δίνει λάθος ταχύτητα διάδοσης, ενώ το γ έχει ασύμβατες φάσεις/φορές στα πεδία.

2.2 Κίνηση δύο δίσκων

Σωστή απάντηση: β, δηλαδή $t_a = t_b$.

Η δύναμη F είναι ίδια και στους δύο δίσκους. Ακόμη κι αν σε έναν δίσκο η δύναμη δημιουργεί και ροπή, η μεταφορική κίνηση του κέντρου μάζας καθορίζεται από τη συνισταμένη εξωτερική δύναμη:

$$\Sigma F = m a_{cm} \Rightarrow a_{cm} = F/m.$$

Οι δίσκοι είναι ίδιοι, ξεκινούν από ηρεμία και πρέπει να διανύσουν την ίδια απόσταση μέχρι την πλευρά ΕΖ. Άρα έχουν ίδια επιτάχυνση κέντρου μάζας και φτάνουν στον ίδιο χρόνο.

2.3 Δυναμική ενέργεια ταλάντωσης

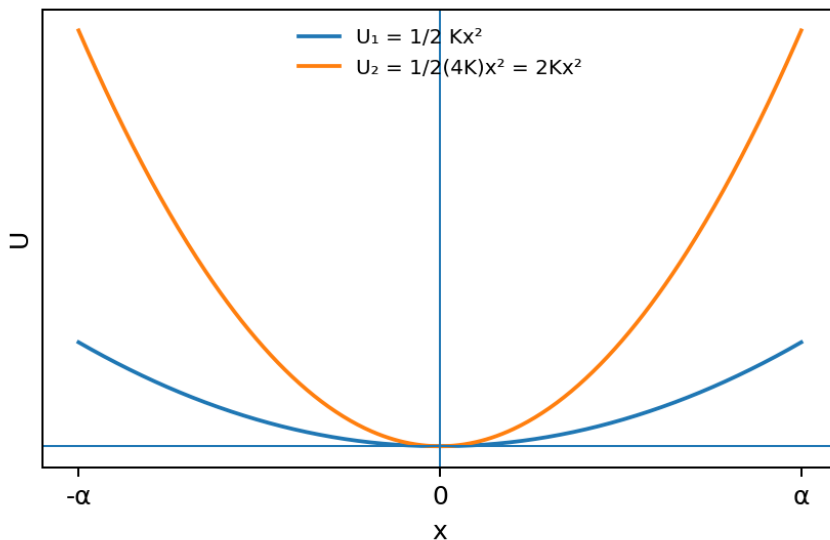
Για κατακόρυφο ελατήριο, αν μετράμε την απομάκρυνση x από τη θέση ισορροπίας, η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι:

$$U = 1/2 D x^2, \text{ όπου } D = K.$$

Για το πρώτο ελατήριο: $U_1 = 1/2 Kx^2$.

Για το δεύτερο ελατήριο: $K' = 4K$, άρα $U_2 = 1/2 \cdot 4K \cdot x^2 = 2Kx^2$.

Και οι δύο γραφικές είναι παραβολές με κορυφή στο $(0,0)$. Η δεύτερη είναι πιο “κλειστή”, δηλαδή για ίδιο $|x|$ έχει τετραπλάσια δυναμική ενέργεια από την πρώτη.



ΘΕΜΑ 3ο

Δίνονται: $y_1 = A\eta\mu(30\pi t)$, $y_2 = A\eta\mu(30\pi t + \pi/6)$, και $\Pi_1\Pi_2 = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$.

α. Φορά διάδοσης

Το σημείο Π_2 βρίσκεται δεξιά του Π_1 και έχει φάση μεγαλύτερη κατά $\pi/6$. Άρα το δεξιότερο σημείο προηγείται φασικά.

Σε κύμα που διαδίδεται προς τα δεξιά τα δεξιότερα σημεία καθυστερούν φασικά. Εδώ συμβαίνει το αντίθετο, άρα το κύμα διαδίδεται προς τα αριστερά.

β. Ταχύτητα διάδοσης

Η διαφορά φάσης δύο σημείων που απέχουν Δx είναι: $\Delta\phi = k\Delta x = 2\pi\Delta x/\lambda$.

$$\pi/6 = 2\pi \cdot 0,06/\lambda \Rightarrow \lambda = 0,72 \text{ m.}$$

$$\text{Από } \omega = 30\pi \text{ rad/s παίρνουμε } f = \omega/(2\pi) = 15 \text{ Hz.}$$

$$\text{Άρα } u = \lambda f = 0,72 \cdot 15 = 10,8 \text{ m/s.}$$

γ. Πλάτος κύματος

Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των σημείων είναι $u_{\max} = \omega A$.

Δίνεται ότι $u_{\text{διάδοσης}} = u_{\max}$, οπότε:

$$10,8 = 30\pi A \Rightarrow A = 10,8/(30\pi) = 0,115 \text{ m περίπου, με } \pi = 3,14.$$

$$\text{Άρα } A \approx 0,115 \text{ m.}$$

δ. Ταχύτητες στο στιγμιότυπο

Σε στιγμιότυπο αρμονικού κύματος η ταχύτητα ταλάντωσης είναι μηδενική στα ακραία σημεία της απομάκρυνσης και μέγιστη κατά απόλυτη τιμή στα σημεία ισορροπίας.

- Μηδενική ταχύτητα ταλάντωσης: Γ και Η.
- Μέγιστη κατά απόλυτη τιμή: Α και Ε.
- Για κύμα που διαδίδεται προς τα αριστερά ισχύει ποιοτικά $u_y = u \cdot (\partial y / \partial x)$. Άρα θετική κλίση σημαίνει ταχύτητα προς τα πάνω και αρνητική κλίση προς τα κάτω.
- Στο Β η κλίση είναι θετική, άρα η ταχύτητα είναι προς τα πάνω.
- Στο Δ η κλίση είναι αρνητική, άρα η ταχύτητα είναι προς τα κάτω.
- Στο Ζ η κλίση είναι αρνητική, άρα η ταχύτητα είναι προς τα κάτω.

ε. Κύμα που δημιουργεί στάσιμο

Το αρχικό κύμα μπορεί να γραφεί, ως προς κατάλληλη αρχή αξόνων, στη μορφή:

$$y = A\eta\mu(30\pi t + kx), \text{ επειδή διαδίδεται προς τα αριστερά.}$$

$$\text{Με } \lambda = 0,72 \text{ m έχουμε } k = 2\pi/\lambda = 2\pi/0,72 = 25\pi/9 \text{ rad/m.}$$

Για να προκύψει στάσιμο, χρειάζεται κύμα ίδιου πλάτους, ίδιας συχνότητας και αντίθετης φοράς διάδοσης:

$$y' = A\eta\mu(30\pi t - 25\pi x/9).$$

$$\text{Με } A \approx 0,115 \text{ m: } y' = 0,115\eta\mu(30\pi t - 25\pi x/9) \text{ (SI).}$$

ΘΕΜΑ 4ο

Δίνονται: $M = 1 \text{ kg}$, $m = 0,2 \text{ kg}$. Για να σφηνωθεί πλήρως το βλήμα σε ακίνητο στερεωμένο σώμα απαιτείται ενέργεια 100 J . Αυτή είναι η ενέργεια παραμόρφωσης/διείσδυσης που πρέπει να διατεθεί.

α. Έλεγχος για $K = 100 \text{ J}$

Στην πλαστική κρούση δεν μετατρέπεται όλη η αρχική κινητική ενέργεια του βλήματος σε θερμότητα/παραμόρφωση, γιατί το συσσωμάτωμα αποκτά κινητική ενέργεια μετά την κρούση.

Έστω u η αρχική ταχύτητα του βλήματος. Η αρχική κινητική ενέργεια είναι $K = \frac{1}{2} m u^2$.

Από διατήρηση ορμής: $m u = (M + m)V \Rightarrow V = m u / (M + m)$.

Η τελική κινητική ενέργεια του συσσωματώματος είναι:

$$K_{\text{τελ}} = \frac{1}{2}(M+m)V^2 = \frac{1}{2}(M+m) \cdot m^2 u^2 / (M+m)^2 = (m/(M+m))K.$$

Η ενέργεια που χάνεται από τη μηχανική μορφή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σφήνωμα είναι:

$$\Delta K = K - K_{\text{τελ}} = K \cdot M / (M+m).$$

Για $K = 100 \text{ J}$:

$$\Delta K = 100 \cdot 1 / (1+0,2) = 100 / 1,2 = 83,3 \text{ J}.$$

Επειδή $83,3 \text{ J} < 100 \text{ J}$, το βλήμα δεν σφηνώνεται ολόκληρο.

β. Ελάχιστη κινητική ενέργεια

Για να σφηνωθεί ολόκληρο, πρέπει η διαθέσιμη ενέργεια παραμόρφωσης να είναι τουλάχιστον 100 J :

$$K \cdot M / (M+m) = 100.$$

$$\text{Αρα } K_{\text{min}} = 100 \cdot (M+m) / M.$$

Με $M = 1 \text{ kg}$ και $m = 0,2 \text{ kg}$:

$$K_{\text{min}} = 100 \cdot 1,2 / 1 = 120 \text{ J}.$$

γ. Λόγος M/m ώστε με $K = 100 \text{ J}$ να σφηνώνεται πλήρως

Για $K = 100 \text{ J}$ απαιτείται:

$$100 \cdot M / (M+m) = 100 \Rightarrow M / (M+m) = 1.$$

Αυτό για $m > 0$ δεν μπορεί να ισχύσει για πεπερασμένη μάζα M , αφού $M / (M+m) < 1$.

Αρα δεν υπάρχει πεπερασμένη τιμή του λόγου M/m . Το αποτέλεσμα προσεγγίζεται μόνο στο όριο $M/m \rightarrow \infty$, δηλαδή όταν το σώμα συμπεριφέρεται πρακτικά σαν ακλόνητο.