

ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ 2009

Πανελλαδικές Εξετάσεις Γ' Λυκείου - Θετική και Τεχνολογική Κατεύθυνση

ΘΕΜΑ 1ο

1. Σωστή απάντηση: γ.

Σε φθίνουσα ταλάντωση με εκθετική μείωση πλάτους ισχύει $A=A_0e^{-(\Lambda t)}$. Άρα δύο διαδοχικά μέγιστα προς την ίδια κατεύθυνση έχουν λόγο $A(t)/A(t+T)=e^{-(\Lambda T)}$, δηλαδή σταθερό. Η ενέργεια μειώνεται, η συχνότητα δεν αυξάνεται λόγω απόσβεσης και το πλάτος δεν μειώνεται γραμμικά.

2. Σωστή απάντηση: α.

Στην Α.Α.Τ. ισχύει $a=-\omega^2 x$. Επομένως η επιτάχυνση έχει πάντα αντίθετο πρόσημο από την απομάκρυνση, εκτός από τη θέση ισορροπίας όπου και τα δύο μηδενίζονται.

3. Σωστή απάντηση: β.

Σε στάσιμο κύμα όλα τα σημεία που βρίσκονται μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών ταλαντώνονται με την ίδια φάση. Σημεία εκατέρωθεν δεσμού έχουν διαφορά φάσης π .

4. Σωστή απάντηση: γ.

Για ιδανικό κύκλωμα LC: $T=2\pi\sqrt{LC}$. Αν $C_2=4C_1$ και το L μένει ίδιο, τότε $T_2=2\pi\sqrt{L\cdot 4C_1}=2T_1$. Άρα η νέα περίοδος είναι $2T$.

Σωστό - Λάθος

α. Λάθος. Ολική ανάκλαση μπορεί να γίνει μόνο όταν το φως περνά από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο, π.χ. από νερό προς αέρα, όχι από αέρα προς νερό.

β. Λάθος. Όταν ο παρατηρητής πλησιάζει ακίνητη πηγή, ακούει μεγαλύτερη συχνότητα, άρα ο ήχος είναι οξύτερος.

γ. Σωστό. Κοιλίες είναι τα σημεία στάσιμου κύματος με μέγιστο πλάτος ταλάντωσης.

δ. Σωστό. Στην εξαναγκασμένη ταλάντωση, μετά τη μεταβατική φάση, η συχνότητα ταλάντωσης είναι η συχνότητα του διεγέρτη.

ε. Λάθος. Η ροπή αδράνειας εξαρτάται από τον άξονα περιστροφής και από την κατανομή της μάζας ως προς αυτόν.

ΘΕΜΑ 2ο

2.1 Κύλιση δίσκου

Σωστή απάντηση: β.

Σε κύλιση χωρίς ολίσθηση ισχύει $u_{cm}=\omega R=u_0$. Το σημείο A είναι στο οριζόντιο άκρο της περιφέρειας. Η ταχύτητα λόγω μεταφοράς έχει μέτρο u_0 και οριζόντια διεύθυνση, ενώ η ταχύτητα λόγω περιστροφής έχει επίσης μέτρο $\omega R=u_0$ και κατακόρυφη διεύθυνση. Οι δύο ταχύτητες είναι κάθετες.

Άρα: $u_A=\sqrt{(u_0^2+u_0^2)}=\sqrt{2} u_0$.

2.2 Κεντρική πλαστική κρούση

Σωστή απάντηση: β.

Δίνεται $m_B=2m_A$ και το σώμα B αρχικά είναι ακίνητο. Από διατήρηση ορμής:

$$m_A u_A = (m_A + 2m_A) V \Rightarrow V = u_A / 3.$$

Αρχική κινητική ενέργεια: $K_{αρχ} = 1/2 mA uA^2$.

Τελική κινητική ενέργεια: $K_{τελ} = 1/2 \cdot 3mA \cdot (uA/3)^2 = 1/6 mA uA^2$.

Άρα η μεταβολή της κινητικής ενέργειας είναι:

$$\Delta K = K_{τελ} - K_{αρχ} = (1/6 - 1/2) mA uA^2 = -1/3 mA uA^2.$$

2.3 Σχέση ταχύτητας - επιτάχυνσης στην Α.Α.Τ.

Σωστή απάντηση: γ.

Στην Α.Α.Τ. ισχύουν: $u^2 = \omega^2(A^2 - x^2)$, $a = \omega^2 x$ ως μέτρο, $u_0 = \omega A$ και $a_0 = \omega^2 A$.

Από $u^2 = \omega^2(A^2 - x^2)$ παίρνουμε: $\omega^2 x^2 = \omega^2 A^2 - u^2 = u_0^2 - u^2$.

Επειδή $a = \omega^2 x$, έχουμε $a^2 = \omega^4 x^2 = \omega^2(\omega^2 x^2) = \omega^2(u_0^2 - u^2)$.

Άρα ισχύει η σχέση: $a^2 = \omega^2(u_0^2 - u^2)$.

ΘΕΜΑ 3ο

Δίνεται η εξίσωση κύματος: $y = 0,4 \eta \mu 2\pi(2t - 0,5x)$, στο S.I.

Τη συγκρίνουμε με τη γενική μορφή $y = A \eta \mu 2\pi(ft - x/\lambda)$.

α. Μήκος κύματος και ταχύτητα διάδοσης

Από τη σύγκριση παίρνουμε: $A = 0,4 \text{ m}$, $f = 2 \text{ Hz}$ και $1/\lambda = 0,5 \Rightarrow \lambda = 2 \text{ m}$.

Η ταχύτητα διάδοσης είναι: $u = \lambda f = 2 \cdot 2 = 4 \text{ m/s}$.

β. Μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης σημείων

Η κυκλική συχνότητα είναι $\omega = 2\pi f = 4\pi \text{ rad/s}$.

Άρα η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης είναι: $u_{\max} = \omega A = 4\pi \cdot 0,4 = 1,6\pi \text{ m/s}$.

γ. Διαφορά φάσης δύο σημείων που απέχουν 1,5 m

Για δύο σημεία στην ίδια χρονική στιγμή: $\Delta\phi = 2\pi \cdot \Delta x / \lambda$.

Με $\Delta x = 1,5 \text{ m}$ και $\lambda = 2 \text{ m}$: $\Delta\phi = 2\pi \cdot 1,5/2 = 1,5\pi = 3\pi/2 \text{ rad}$.

Αν ζητείται αλγεβρικά ανάλογα με τη σειρά των σημείων, η διαφορά μπορεί να γραφτεί $\pm 3\pi/2 \text{ rad}$. Ως μέτρο: $3\pi/2 \text{ rad}$.

δ. Στιγμιότυπο για $t_1 = 11/8 \text{ s}$

Θέτουμε $t = 11/8$ στην εξίσωση:

$$y = 0,4 \eta \mu 2\pi(2 \cdot 11/8 - 0,5x) = 0,4 \eta \mu 2\pi(11/4 - x/2).$$

Επειδή $11/4 = 2 + 3/4$, αφαιρούμε το ακέραιο 2 χωρίς να αλλάζει το ημίτονο:

$$y = 0,4 \eta \mu 2\pi(3/4 - x/2).$$

$$\text{Ισοδύναμα: } y = 0,4 \eta \mu(3\pi/2 - \pi x) = -0,4 \sigma \upsilon \nu(\pi x).$$

Για τη σχεδίαση: πλάτος $0,4 \text{ m}$, μήκος κύματος 2 m . Στο $x=0$ έχουμε $y=-0,4 \text{ m}$. Στο $x=0,5 \text{ m}$ έχουμε $y=0$. Στο $x=1 \text{ m}$ έχουμε $y=+0,4 \text{ m}$. Στο $x=1,5 \text{ m}$ έχουμε $y=0$. Στο $x=2 \text{ m}$ έχουμε $y=-0,4 \text{ m}$. Το στιγμιότυπο επαναλαμβάνεται ανά 2 m .

ΘΕΜΑ 4ο

Δεδομένα: $M=10 \text{ kg}$, $m=20 \text{ kg}$, $R=0,2 \text{ m}$, $I=MR^2=10 \cdot 0,2^2=0,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, $g=10 \text{ m/s}^2$.

Το νήμα του σώματος Σ είναι τυλιγμένο στην ακτίνα R, ενώ το νήμα στο άκρο Α είναι τυλιγμένο στην ακτίνα 2R.

α. Αρχική δύναμη ισορροπίας F₀

Για να παραμένει ακίνητο το σύστημα, η συνισταμένη ροπή ως προς τον άξονα πρέπει να είναι μηδέν.

Η τάση του νήματος που κρατά το σώμα Σ είναι $T=mg=20 \cdot 10=200 \text{ N}$.

Ισορροπία ροπών: $F_0 \cdot 2R = T \cdot R = mgR$.

Άρα: $F_0 = mg/2 = 200/2 = 100 \text{ N}$.

β. Επιτάχυνση του σώματος Σ όταν F=115 N

Θεωρούμε θετική τη φορά κατά την οποία το σώμα Σ ανεβαίνει. Τότε $a=a/R$.

Για το σώμα Σ: $T-mg=ma \Rightarrow T=mg+ma=200+20a$.

Για την περιστροφή του στερεού Π: $F \cdot 2R - TR = I\alpha = I \cdot a/R$.

Με αντικατάσταση: $115 \cdot 0,4 - T \cdot 0,2 = 0,4 \cdot a/0,2$.

$46 - 0,2T = 2a$.

Βάζουμε $T=200+20a$: $46 - 0,2(200+20a) = 2a \Rightarrow 46 - 40 - 4a = 2a \Rightarrow 6 = 6a$.

Άρα: $a=1 \text{ m/s}^2$ προς τα πάνω.

γ. Στροφορμή του στερεού όταν το σώμα έχει ανέλθει κατά h=2 m

Το σώμα ξεκινά από ηρεμία και κινείται με σταθερή επιτάχυνση $a=1 \text{ m/s}^2$.

$v^2=2ah=2 \cdot 1 \cdot 2=4 \Rightarrow v=2 \text{ m/s}$.

Λόγω μη ολίσθησης του νήματος στην ακτίνα R: $v=\omega R \Rightarrow \omega=v/R=2/0,2=10 \text{ rad/s}$.

Η στροφορμή του στερεού ως προς τον άξονα περιστροφής είναι: $L=I\omega=0,4 \cdot 10=4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$.

δ. Μετατόπιση του σημείου Α

Αφού το σώμα Σ ανέβηκε κατά $h=2 \text{ m}$, το αντίστοιχο μήκος νήματος που ξετυλίχτηκε/τυλίχτηκε στην ακτίνα R είναι $h=R\theta$.

Άρα: $\theta=h/R=2/0,2=10 \text{ rad}$.

Το σημείο Α ανήκει στο νήμα που είναι τυλιγμένο στην ακτίνα 2R, άρα η μετατόπισή του είναι:

$x_A=2R\theta=2 \cdot 0,2 \cdot 10=4 \text{ m}$.

ε. Ποσοστό του έργου της F που έγινε κινητική ενέργεια του στερεού Π

Το έργο της δύναμης F είναι: $W_F=F \cdot x_A=115 \cdot 4=460 \text{ J}$.

Η κινητική ενέργεια του στερεού είναι περιστροφική: $K_{στ}=1/2 I\omega^2=1/2 \cdot 0,4 \cdot 10^2=20 \text{ J}$.

Το ζητούμενο ποσοστό είναι:

Ποσοστό = $K_{στ}/W_F \cdot 100\% = 20/460 \cdot 100\% = 4,35\%$.

Έλεγχος ενέργειας: Το έργο της F είναι 460 J. Η αύξηση δυναμικής ενέργειας του σώματος είναι $mgh=400 \text{ J}$, η μεταφορική κινητική του σώματος είναι $1/2 mv^2=40 \text{ J}$ και η περιστροφική κινητική του στερεού είναι 20 J. Άρα $400+40+20=460 \text{ J}$, οπότε τα αποτελέσματα συμφωνούν.