ΣΑΒΒΑΤΟ 25 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2023

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ: ΑΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Ι.

Α1. Γ

Α2. Δ η συχνότητα του κύματος παραμένει σταθερή

Α3. Α έχουν το ίδιο πρόσημο στην ποσότητα $2A\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x}{\lambda}$

Α4. Β την $t=t_1$ βρίσκεται στην θέση y=+A

ΙΙ.

1) Λ $t_{1/2}=\frac{\ln 2}{\Lambda}$

2) Λ αυτός ο τύπος ισχύει μόνο στο αρμονικό κύμα

3) Σ

4) Λ από την πηγή

5) Λ από τη συχνότητα του διεγέρτη

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η (α)

Από εκφώνηση για x=0 είναι ΠΑΣ=ΠΒΣ

Επίσης: $\Pi B\Sigma - \Pi A\Sigma = (2N+1)\cdot\frac{\lambda}{2}$

Το πρώτο ελάχιστο του ήχου αφορά την ελάχιστη διαφορά, οπότε την ακέραιη τιμή N=0.
Η παραπάνω σχέση γράφεται με την βοήθεια του σχήματος

$$(\Pi A\Sigma + 2x) - \Pi A\Sigma = (2\cdot 0+1)\cdot\frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow 2\cdot 0,2 = \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = 0,8m$$

Από την κυματική εξίσωση **:** $u=\lambda\cdot f \Leftrightarrow 340 = 0,8\cdot f \Leftrightarrow f = 425Hz$

Β2. Σωστή η (α)

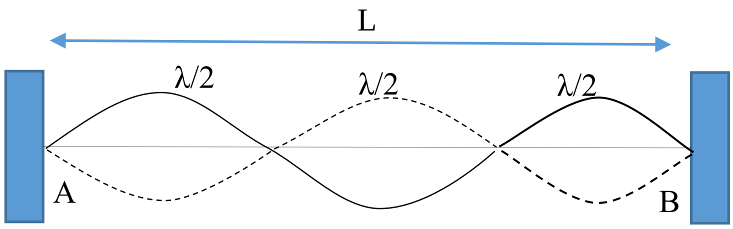
Η ιδιοσυχνότητα του συστήματος είναι : $f_0=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{400\pi^2}{1}}=\frac{20\pi}{2\pi}=10Hz$

Η συχνότητα του διεγέρτη είναι f_1=20Hz

Αν θέλουμε να μεγιστοποιηθεί το πλάτος ταλάντωσης του μηχανικού συστήματος τότε θα πρέπει να διπλασιάσουμε την περίοδο της εξωτερικής περιοδικής δύναμης, δηλαδή να υποδιπλασιάσουμε τη συχνότητα του διεγέρτη από την τιμή 20Hz στην τιμή 10Hz.

Τότε θα έχουμε συντονισμό $f_\delta = f_0$ και το πλάτος του συστήματος θα γίνει μέγιστο.

Β3. Σωστή η (β)
Αρχικά στη χορδή υπάρχουν συνολικά 3 σημεία ακίνητα που είναι δεσμοί του στάσιμου κύματος. Αν μεταβάλλουμε τη συχνότητα των κυμάτων έτσι ώστε να εμφανιστεί άλλο ένα σημείο που να είναι δεσμός τότε η ελαστική χορδή θα έχει το σχήμα :



Από το σχήμα **:** $L = \frac{3\lambda}{2} \Leftrightarrow 2 = \frac{3\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = \frac{4}{3} m$ όπου λ το μήκος κύματος των κυμάτων που συμβάλλουν.

Από την κυματική εξίσωση : $u = \lambda \cdot f \Leftrightarrow 6 = \frac{4}{3} \cdot f \Leftrightarrow f = 4{,}5\,\mathrm{Hz}$

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

Γ1. Σύγκριση με την γενική μορφή :

$$\varphi_N = 4\pi t - 5\pi \qquad T = 0{,}5 s$$

$$\varphi_N = \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x_N}{\lambda} \Leftrightarrow x_N = 2{,}5\lambda \Leftrightarrow 2 = 2{,}5\lambda \Leftrightarrow \lambda = 0{,}8m$$

Η ταχύτητα του κύματος είναι $u = \lambda \cdot f = 0{,}8 \cdot 2 \Leftrightarrow u = 1{,}6 \frac{m}{s}$

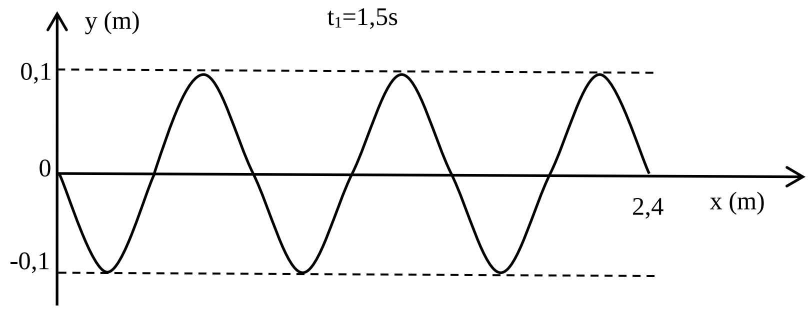
Γ2. Είναι $x_N = 2{,}5\lambda$ και $x_{\mathrm{M}} = 0{,}8m = \lambda$
Επίσης : $\Delta x = 2{,}5\lambda - \lambda = 1{,}5\lambda$
Οπότε : ...$\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda} = 2\pi \cdot \frac{1{,}5\lambda}{\lambda} = 3\pi$
Τα σημεία Μ και Ν βρίσκονται σε αντίθεση φάσης οπότε κάθε χρονική στιγμή, από τη στιγμή της άφιξης του κύματος σε αυτά, έχουν αντίθετη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας τους και αντίθετη ταχύτητα.
Μια χρονική στιγμή που το υλικό σημείο Ν έχει μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης και επιτάχυνση με αλγεβρική τιμή θετική βρίσκεται σε απομάκρυνση $y_N = -A$ οπότε $y_{\mathrm{M}} = +A = 0{,}1m$

Γ3. Έστω t_1 η χρονική στιγμή για την οποία $\varphi_N = \pi rad$

$$\varphi_N = 2\pi(\frac{t_1}{T} - \frac{x_N}{\lambda}) \Leftrightarrow \pi = 2\pi(\frac{t_1}{T} - \frac{2{,}5\lambda}{\lambda}) \Leftrightarrow \frac{1}{2} = \frac{t_1}{T} - 2{,}5 \Leftrightarrow t_1 = 3T$$

Η εξίσωση της γραφικής είναι $y = A\eta\mu 2\pi(\frac{3T}{T} - \frac{x}{\lambda}) \Leftrightarrow y = 0{,}1\eta\mu 2\pi(3 - \frac{x}{0{,}8})$ στο SI.

και η γραφική είναι αυτή του παρακάτω σχήματος:

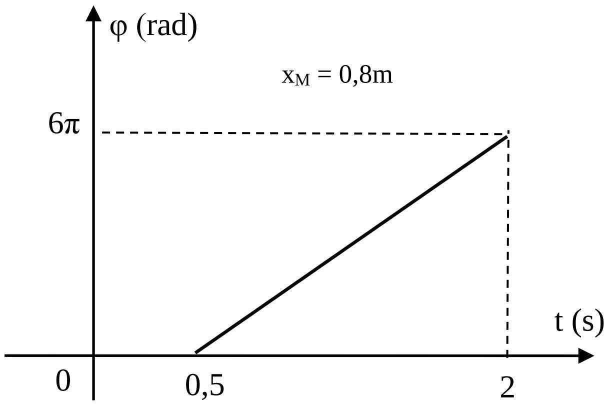


Γ4. Το σημείο Μ βρίσκεται στην θέση $x_{\mathrm{M}} = 0{,}8m = \lambda$, έχει χρονική εξίσωση φάσης :

$$\varphi_{\mathrm{M}} = 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x_{\mathrm{M}}}{\lambda}) \Leftrightarrow \varphi_{\mathrm{M}} = 2\pi(2t - 1)$$

στο SI και η διαταραχή φτάνει σε αυτό μετά από χρονικό διάστημα μιας περιόδου.

Η γραφική είναι :



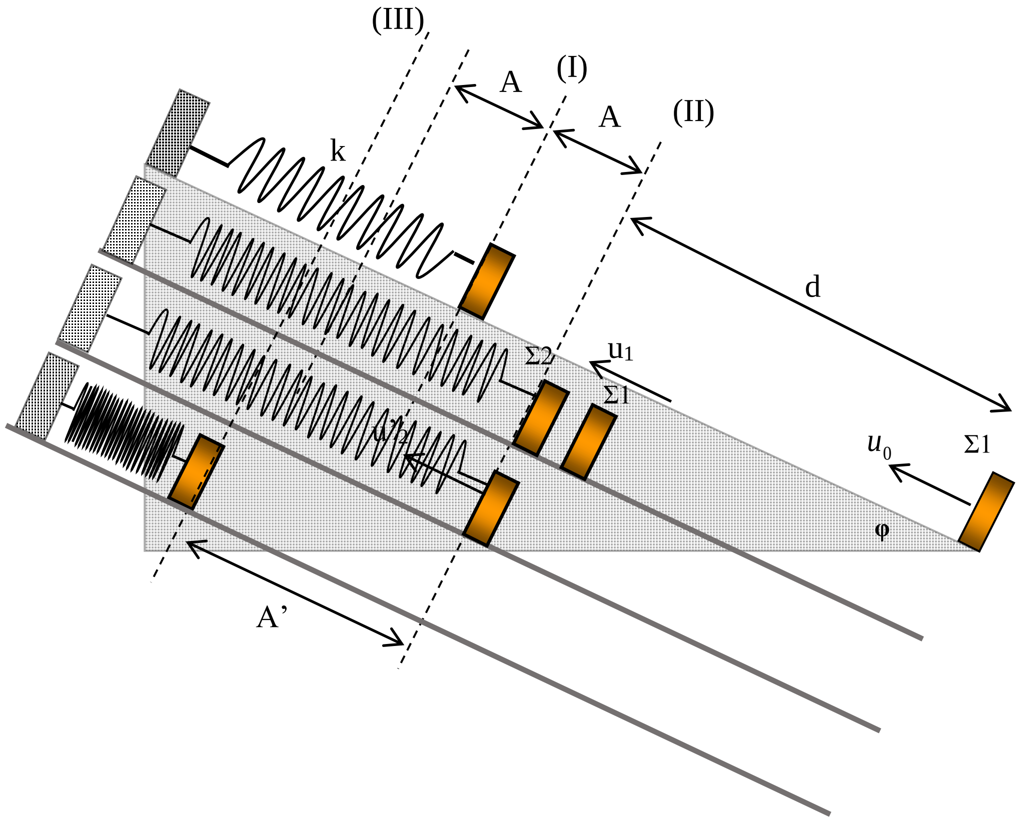
Γ5. Η γενική μορφή της ταχύτητας ενός σημείου του ελαστικού μέσου είναι

$$u = \omega \cdot (2\mathrm{A}\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x}{\lambda}) \cdot \sigma\upsilon\nu\frac{2\pi t}{T} .$$

Η πρώτη κοιλία αριστερά της αρχής μέτρησης Ο βρίσκεται στη θέση : $x_{\mathrm{K}} = -\frac{\lambda}{2}$ και με αντικατάσταση :

$$u = \omega \cdot (2\mathrm{A}\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi(-\frac{\lambda}{2})}{\lambda}) \cdot \sigma\upsilon\nu\frac{2\pi t}{T} = -\omega 2A \cdot \sigma\upsilon\nu\omega t \Leftrightarrow u = -0{,}8\pi \cdot \sigma\upsilon\nu 4\pi t$$ στο SI.

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. ΘΜΚΕ για το Σ1 από τη βάση του επιπέδου μέχρι να φτάσει στη θέση (II) με ταχύτητα u_1, ελάχιστα πριν συγκρουστεί με το Σ2.

$$W_B = K_{τελ} - K_{αρχ} \Leftrightarrow L = -m_1 g ημφ \cdot d = \frac{1}{2}m_1u_1^2 - \frac{1}{2}m_1u_0^2 \Leftrightarrow -gd = u_1^2 - u_0^2 \Leftrightarrow$$

$$u_1 = \sqrt{u_0^2 - gd} \Leftrightarrow u_1 = \sqrt{100-42} \Leftrightarrow u_1 = 4\sqrt{3}\frac{m}{s}$$

Ελαστική κρούση : $u_2' = \frac{2m_1}{m_1+m_2}\cdot u_1 = \frac{2\cdot 1}{1+4}\cdot 4\sqrt{3} = 2\sqrt{3}\frac{m}{s} \Rightarrow \boxed{u_2' = 2\sqrt{3}\frac{m}{s}}$.

Δ2. Πριν την κρούση το σύστημα έχει ολική ενέργεια ταλάντωσης:

$$E = \frac{1}{2}k\cdot A^2 = \frac{1}{2}(m_1\cdot\omega^2)\cdot A^2 = \frac{1}{2}300\cdot 0,04 \Leftrightarrow E = 6J$$

Μετα την κρούση το Σ2 απέχει απόσταση A=0,2m από τη θέση ισορροπίας ταλάντωσης και έχει ταχύτητα $u_2' = 2\sqrt{3}\frac{m}{s}$.

Με ΑΔΕΤ

$$E' = K + U \Leftrightarrow E' = \frac{1}{2}m_2u_2'^2 + \frac{1}{2}k\cdot A^2 \Leftrightarrow E' = 24J$$

Άρα : $\frac{E}{E'} = \frac{6J}{24J} = \frac{1}{4} \Leftrightarrow \boxed{\frac{E}{E'} = \frac{1}{4}}$

Δ3. Στη θέση ισορροπίας του (Σ2) που είναι η θέση (Ι) :

$\Sigma F_x = 0 \Leftrightarrow (\searrow +) m_2 g\eta\mu\varphi - F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Leftrightarrow m_2 g\eta\mu 30^0 = k \cdot \Delta l_2 \Leftrightarrow \Delta l_2 = 0,05m$

Όταν το (Σ2) σταματά στιγμιαία για πρώτη φορά μετα την κρούση βρίσκεται στην αρνητική ακραία θέση της ταλάντωσης του. Το πλάτος προκύπτει από τη νέα ολική ενέργεια.

$E' = \frac{1}{2} k \cdot A'^2 \Leftrightarrow 24 = \frac{1}{2} 300 \cdot A'^2 \Leftrightarrow A' = 0,4m$

Από το σχήμα που περιλαμβάνει τη θέση ισορροπίας (Ι), τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου που βρίσκεται πάνω από την (Ι) κατά ΔL_2 και από την ακραία θέση (ΙΙΙ) καταλαβαίνουμε ότι το ελατήριο είναι συσπειρωμένο κατά

$x = A' - \Delta l_2 = 0,4 - 0,05 = 0,35m$.

Στη θέση αυτή $U_{\varepsilon\lambda} = \frac{1}{2} k \cdot x^2 = \frac{1}{2} 300 \cdot 0,35^2 \Leftrightarrow \boxed{U_{\varepsilon\lambda} = 18,375J}$

Δ4. Ο ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης του σώματος (Σ2) μετα την κρούση δίνεται από τον τύπο $\frac{dU}{dt} = -\frac{dK}{dt} = -\Sigma F_3 \cdot u_3$ (1)

Επειδή το Σ2 κινείται προς την θέση ισορροπίας ταλάντωσης η δύναμη και η ταχύτητα είναι ομόρροπες οπότε το γινόμενο $\Sigma F_3 \cdot u_3$ είναι θετικό. Επίσης η δυναμική ενέργεια ταλάντωσης μειώνεται οπότε ο ζητούμενος ρυθμός $\frac{dU}{dt}$ είναι αρνητικός.

Έστω u_3 η ταχύτητα του Σ2 στη θέση που έχει κινητική ενέργεια 6J.

Είναι $K = \frac{1}{2} m_2 u_3{}^2 \Leftrightarrow 6 = \frac{1}{2} 3 u_3{}^2 \Leftrightarrow |u_3| = 2\frac{m}{s}$.

Για την ολική δύναμη: $\Sigma F_3 = -300 \cdot y_3$

Για την απομάκρυνση y_3 εφαρμόζουμε ΑΔΕΤ:

$E' = K + U \Leftrightarrow E' = \frac{1}{2} m_2 u_3{}^2 + \frac{1}{2} k \cdot y_3^2 \Leftrightarrow y_3 = \pm 0,2\sqrt{3}m$

Με αντικατάσταση στη σχέση (1): $\boxed{\frac{dU}{dt} = -120\sqrt{3}\frac{J}{s}}$