ΣΑΒΒΑΤΟ 28 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2023

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Επιμέλεια διαγωνίσματος: ΑΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Α1. Γ Η συχνότητα του κύματος παραμένει σταθερή

Α2. Α Από τον ορισμό του νομού του Ampere.

Α3. Δ Αντίθεση φάσης $\Delta\varphi = \frac{2\pi\Delta x}{\lambda} = \pi$. Κάθε χρονική στιγμή έχουν αντίθετες ταχύτητες.

Α4. Γ $r_1 - r_2 = 3\cdot\frac{\lambda}{2} = (2\text{N}+1)\frac{\lambda}{2}$, αποσβεστική συμβολή.

Α5. 1. Λ το I^2 πρέπει να είναι I.

2. Λ Αυτός ο τύπος ισχύει μόνο στο αρμονικό κύμα.

3. Σ

4. Λ Από το μέσο διάδοσης.

5. Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η (β)

Από εκφώνηση για x=0 είναι ΠΑΣ=ΠΒΣ

Επίσης $:\Pi\text{Β}\Sigma - \Pi\text{Α}\Sigma = (2N+1)\cdot\frac{\lambda}{2}$

Το πρώτο ελάχιστο του ήχου αφορά το Ν=0 οπότε το δεύτερο αφορά την τιμή Ν=1.
Η παραπάνω σχέση γράφεται με την βοήθεια του σχήματος

$$(\Pi\text{Α}\Sigma + 2x) - \Pi\text{Α}\Sigma = (2\cdot 1+1)\cdot\frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow 2x = \frac{3\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = 0,4m$$

Από την κυματική εξίσωση **:** $u = \lambda\cdot f \Leftrightarrow 340 = 0,4\cdot f \Leftrightarrow f = 850Hz$

Β2. Σωστή η (α)

Από τα δυο στιγμιότυπα (και όχι μονοσήμαντα) :

α) Α=0,1m β) $u = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t' - t} = \frac{1,2-0,6}{t_1 + 0,75 - t_1} = 0,8\frac{m}{s}$

γ) 1,2m=λ+λ/2 οπότε λ=0,8m

Από την κυματική εξίσωση : $u = \frac{\lambda}{T} \Leftrightarrow T = 1s$

Τελικά : $y = 0,1\eta\mu\left(2\pi t - 1,25\pi x\right)$ στο SI.

Β3. Σωστή η (γ)
Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Κ είναι το διανυσματικό άθροισμα των εντάσεων που προκαλούν ο ημικυκλικός αγωγός (1) και ο κυκλικός αγωγός (2)
Για τον αγωγό (1) επιλέγουμε ένα στοιχειώδες τμήμα του $\overrightarrow{dL}$, που έχει την φορά της ροής του ρεύματος. Αυτό προκαλεί στο σημείο Κ στοιχειώδες μαγνητικό πεδίο $\overrightarrow{dB}$ που με εφαρμογή του κανόνα του δεξιού χεριού έχει διεύθυνση καθετή στο επίπεδο της σελίδας και φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Για κάθε στοιχειώδες $\overrightarrow{dL}$ το διάνυσμα θέσης $\vec{r}$ του σημείου Κ είναι κάθετο σε αυτό και λόγω της συμμετρίας όλα τα στοιχειώδη διανύσματα $\overrightarrow{dB}$ στο σημείο Κ είναι ομόρροπα.

Είναι

$$B_1 = \sum dB = dB_1 + dB_2 + \ldots = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I\cdot dL_1}{a^2}\cdot \eta\mu 90^0 + \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I\cdot dL_2}{a^2}\cdot \eta\mu 90^0 + \ldots \Leftrightarrow$$

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I\cdot(dL_1+dL_2+\ldots)}{a^2} \Leftrightarrow B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I\cdot(\pi\alpha)}{a^2} \Leftrightarrow B_1 = \frac{\mu_0\cdot I}{4a} \,(1)$$

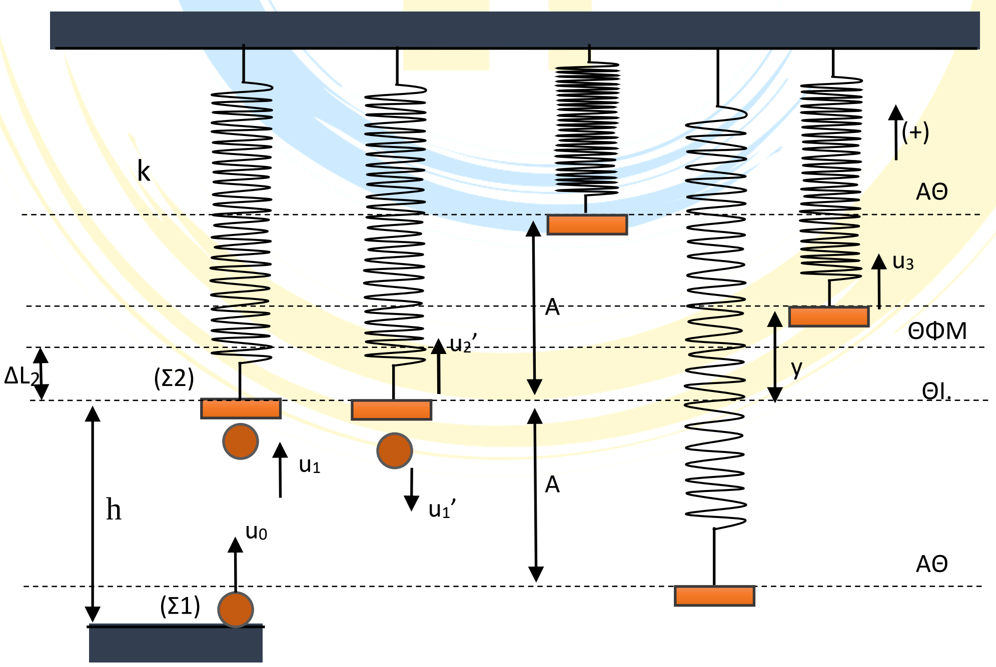
Το διάνυσμα B_1 έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.
Για τον αγωγό (2) με εφαρμογή του κανόνα υπολογισμού της φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου το διάνυσμα B_2 έχει την ιδιά διεύθυνση με το B_1 και φορά από τη σελίδα προς αναγνώστη. Το μέτρο της έντασης είναι

$$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{2\pi\cdot 2I}{r} = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{4\pi\cdot I}{2a} \Leftrightarrow B_2 = \frac{\mu_0\cdot I}{2a} \,(2)$$

Επειδή κατά μέτρο $B_2>B_1$ το διάνυσμα B_K έχει την φορά του διανύσματος B_2 και μέτρο

$$B_K = B_2 - B_1 = \frac{\mu_0\cdot I}{2a} - \frac{\mu_0\cdot I}{4a} \Leftrightarrow B_K = \frac{\mu_0\cdot I}{4a}$$

ΘΕΜΑ Γ



Γ1. ΘΜΚΕ για το Σ1 από το έδαφος μέχρι να φτάσει στο ύψος h με ταχύτητα u_1 , ελάχιστα πριν συγκρουστεί με το Σ2.

$$W_B = K_{τελ} - K_{αρχ} \Leftrightarrow L = -m_1 gh = \frac{1}{2}m_1 u_1^2 - \frac{1}{2}m_1 u_0^2 \Leftrightarrow -2gh = u_1^2 - u_0^2 \Leftrightarrow u_1 = \sqrt{u_0^2 - 2gh}$$

Με αντικατάσταση $u_1 = 10\frac{m}{s}$

Ελαστική κρούση : $u_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}\cdot u_1 = \frac{2\cdot 1}{1+4}\cdot 10 = 4\frac{m}{s} \Rightarrow \boxed{u_2' = 4\frac{m}{s}}$

Γ2. Είναι $y = A\cdot ημ(ωt + φ_0)$

Για το πλάτος της ταλάντωσης ,η ταχύτητα του Σ2 αμέσως μετα την κρούση είναι η μέγιστη της ταλάντωσης που εκτελεί αμέσως μετα, γιατί την αποκτά στην θέσης ισορροπίας της ταλάντωσης.

Για το ω : $k = m_2 ω^2 \Leftrightarrow ω = \sqrt{\frac{k}{m_2}} = 10 rad/s$.

Όπως προαναφέραμε για το πλάτος: $u_2' = ω\cdot A \Leftrightarrow 4 = 10\cdot A \Leftrightarrow A = 0,4m$ και για την αρχική φάση ,την χρονική στιγμή t=0 το σώμα βρίσκεται στη θετική ακραία θέση y=+A.

Είναι : $A = A\cdot ημ(ω\cdot 0 + φ_0) \Leftrightarrow ημ(φ_0) = 1 \Leftrightarrow φ_0 = \frac{π}{2}$

Τελικά : $\boxed{y = 0,4ημ(10t + \frac{π}{2})}$ στο SI.

Γ3. Θέση ισορροπίας του (Σ2) : $ΣF_x = 0 \Leftrightarrow (\downarrow +) mg - F_{ελ} = 0 \Leftrightarrow mg = k\cdot Δl_2 \Leftrightarrow Δl_2 = 0,1m$

Όταν το (Σ2) έχει μέγιστη κατά μέτρο επιτάχυνση για πρώτη φορά μετά την κρούση βρίσκεται στην θετική ακραία θέση στην οποία το ελατήριο είναι συσπειρωμένο ως προς το φυσικό του μήκος κατά $x = A - Δl_2 = 0,4 - 0,1 = 0,3m$.

Στη θέση αυτή : $U_{ελ} = \frac{1}{2}k\cdot x^2 = \frac{1}{2}400\cdot 0,09 \Leftrightarrow \boxed{U_{ελ} = 18J}$

Γ4. Έστω u_3 η ταχύτητα του Σ2 στη θέση αυτή όπου το ελατήριο είναι συσπειρωμένο κατά $Δl_1 = 0,1m$ για πρώτη φορά μετά την κρούση.

Από το σχήμα βλέπουμε το σώμα απέχει από τη θέση ισορροπίας του κατά $y = Δl_2 + Δl_1 = 0,1 + 0,1 = +0,2m$.

$\frac{dK}{dt} = ΣF_3 \cdot u_3$ (1)

Για την ολική δύναμη: $ΣF_3 = -D\cdot y = -k\cdot y = -400\cdot(+0,2) = -80\,\mathrm{N}$

Για την ταχύτητα που έχει θετικό πρόσημο εφαρμόζουμε ΑΔΕΤ:

$$E = K + U \Leftrightarrow \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m_2 u_3^2 + \frac{1}{2}k\cdot y^2 \Leftrightarrow u_3 = ω\sqrt{A^2 - y^2} = 10\sqrt{0,16 - 0,04} \Leftrightarrow u_1 = 2\sqrt{3}\frac{m}{s}$$

Με αντικατάσταση στη σχέση (1): $\boxed{\frac{dK}{dt} = -160\sqrt{3}\frac{J}{s}}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Η πρώτη κοιλία αριστερά της αρχής μέτρησης Ο (Κ1) βρίσκεται στη θέση $x_1 = -\frac{\lambda}{2}$ και η πρώτη κοιλία δεξιά της αρχής Ο (Κ2) βρίσκεται στη θέση $x_2 = +\frac{\lambda}{2}$

Την χρονική στιγμή t=0 όλα τα σημεία διέρχονται ταυτόχρονα από τη θέση ισορροπίας τους με την αρχή Ο να έχει θετική φορά κίνησης και τις κοιλίες Κ1 και Κ2 να έχουν αρνητική φορά κίνησης και να έχουν συνεχώς την ίδια φάση , την ίδια απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας τους και την ίδια ταχύτητα.

Από τα παραπάνω : $d = \lambda = 0,4m$. Επίσης $t_1 = \frac{\pi}{20}s = \frac{T}{4} \Leftrightarrow T = \frac{\pi}{5}s \Leftrightarrow \omega = 10rad/s$

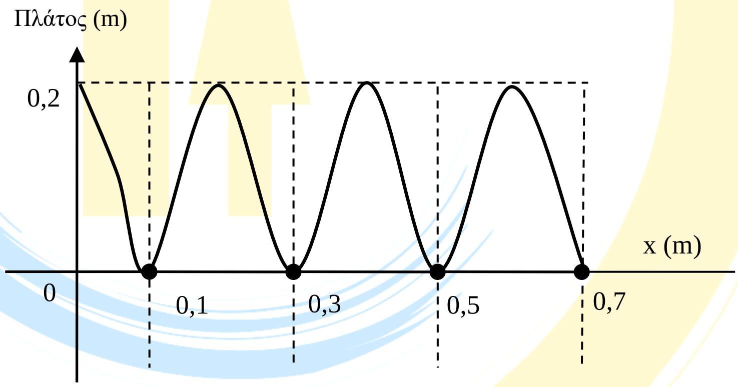
Η μέγιστη επιτάχυνση στην ακραία θέση είναι $\alpha_{\max} = \omega^2 \cdot 2A \Leftrightarrow 2A = \frac{\alpha_{\max}}{\omega^2} \Leftrightarrow 2A = 0,2m$

Η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι :

$$y = 2A\sigma\upsilon\nu 2\pi\frac{x}{\lambda}\cdot\eta\mu 2\pi\frac{t}{T} \Leftrightarrow y = 0,2\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x}{0,4}\eta\mu 10t \Leftrightarrow y = 0,2\sigma\upsilon\nu(5\pi x)\cdot\eta\mu(10t)(SI)$$

Δ2. Οι κοιλίες (Κ1) και Κ2 την χρονική στιγμή $t_1 = \frac{\pi}{20}s$ βρίσκονται και οι δυο στην κάτω ακραία θέση της ταλάντωσής του για πρώτη φορά οπότε η απόσταση μεταξύ τους εξακολουθεί είναι ίση με $\boxed{d = \lambda = 0,4m}$.

Δ3. Η εξίσωση της γραφικής είναι $\mathrm{A}' = |0,2\sigma\upsilon\nu(5\pi x)|$ μεταξύ των ορίων x=0 και x=0,7m. Το πλάτος παίρνει θετικές τιμές από την τιμή μηδέν μέχρι την τιμή 2Α=0,2m. Τα έντονα σημεία της γραφικής είναι οι θέσεις των δεσμών του στάσιμου κύματος : $x_\Delta = (2N+1)\frac{\lambda}{4}$.



Δ4. Εφαρμόζουμε ΑΔΕΤ για την κοιλία της χορδής αυτής για βρούμε την θέση της y εκείνη τη στιγμή.

$$E = K + U \Leftrightarrow \frac{1}{2}D(2A)^2 = \frac{1}{2}dm\cdot u^2 + \frac{1}{2}D\cdot y^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}\mathrm{dm}\cdot\omega^2(2A)^2 = \frac{1}{2}dm\cdot u^2 + \frac{1}{2}\cdot\mathrm{dm}\cdot\omega^2 y^2 \Leftrightarrow$$

$$y = \sqrt{\frac{\omega^2 4A^2 - u^2}{\omega^2}} \Leftrightarrow y = \frac{\sqrt{3}}{2}(2A)$$

Στη θέση αυτή η κοιλία έχει δυναμική ενέργεια $U = \frac{1}{2}D \cdot y^2 = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{2}D(2A)^2\right) = \frac{3}{4} \cdot E$

Οπού Ε η ολική ενέργεια ταλάντωσης της κοιλίας.
Λόγω του είδους κίνησης της χορδής εκείνη τη στιγμή όλα τα σημεία της βρίσκονται στην απομάκρυνση $y = \frac{\sqrt{3}}{2}\mathrm{A}'$ του πλάτους τους και η δυναμική τους ενέργεια είναι ίση με τα $\frac{3}{4} \cdot E'$ της ολικής τους ενέργειας E'

Η συνολική δυναμική ενέργεια που έχουν τα υλικά σημεία του τμήματος της παραπάνω χορδής είναι ίση με τα $\frac{3}{4} \cdot E_{\mu\eta\chi}$ της συνολικής μηχανικής ενέργειας που έχει αποθηκευμένη η χορδή δηλαδή $\frac{3}{4} \cdot 2J = 1,5J \Leftrightarrow \boxed{U = 1,5J}$

Δ5. Η αρχική συχνότητα των κυμάτων που συμβάλλουν για να προκύψει το στάσιμο κύμα είναι $f = \frac{5}{\pi}Hz$ και ο τρίτος δεσμός δεξιά της αρχής Ο βρίσκεται στη θέση $x_{\Delta 3} = 0,5m$

Για την νέα συχνότητα των κυμάτων $f' = f + 20\% \cdot f = 1,2f = \frac{6}{\pi}Hz$ και αυτή αντιστοιχεί σε μήκος κύματος για το οποίο ισχύει η σχέση

$u = \lambda' f' \Leftrightarrow \lambda f = \lambda' f' \Leftrightarrow \frac{2}{\pi} = \lambda' \cdot \frac{6}{\pi} \Leftrightarrow \lambda' = \frac{1}{3}m$.

Τελικά για το νέο πλάτος του συγκεκριμένου σημείου :

$$\mathrm{A}' = \left|2A\sigma\upsilon\nu 2\pi \frac{x_{\Delta 3}}{\lambda'}\right| = \left|2A\sigma\upsilon\nu 2\pi \frac{1/2}{1/3}\right| = \left|2A\sigma\upsilon\nu 3\pi\right| = 2A = 0,2m$$

Το σημείο αυτό τώρα είναι κοιλία του νέου στάσιμου κύματος που αναπτύσσεται στο ελαστικό μέσο.