ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ Α΄

ΘΕΜΑ 1^{ο}

Α. Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση σε κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής:

1) Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Αν κάποια στιγμή το μέτρο της ταχύτητάς του αυξάνεται, τότε τη στιγμή αυτή το σώμα

α) έχει θετική επιτάχυνση.
β) πλησιάζει τη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης.
γ) έχει δυναμική ενέργεια ίση με την κινητική του.
δ) δέχεται δύναμη επαναφοράς της οποίας το μέτρο είναι μέγιστο.

(Μονάδες 3)

2) Αν σε κύκλωμα αμείωτων ηλεκτρικών ταλαντώσεων υποδιπλασιάσουμε το φορτίο του πυκνωτή τότε

α) η μέγιστη ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα διπλασιάζεται.
β) η ολική ενέργεια του κυκλώματος υποδιπλασιάζεται.
γ) η συχνότητα των ταλαντώσεων διατηρείται σταθερή.
δ) η περίοδος των ταλαντώσεων υποδιπλασιάζεται. **(Μονάδες 3)**

3) Ένα μικρό σώμα αναγκάζεται να συμμετέχει ταυτόχρονα σε δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις οι οποίες εξελίσσονται στην ίδια διεύθυνση και έχουν την ίδια θέση ισορροπίας. Οι εξισώσεις των ταλαντώσεων είναι $x_1 = 0{,}03\sqrt{3}ημ\left(2πt - \frac{π}{6}\right)$ (S.I.) και $x_2 = 0{,}03 \cdot ημ\left(2πt + \frac{π}{3}\right)$ (S.I.). Τότε η συνισταμένη κίνηση του σώματος είναι απλή αρμονική ταλάντωση με

α) πλάτος 0,03 m και αρχική φάση $π/6$.
β) πλάτος 0,06 m και αρχική φάση $π/6$.
γ) πλάτος $0{,}03\sqrt{3}$ m, χωρίς αρχική φάση.
δ) πλάτος 0,06 m, χωρίς αρχική φάση. **(Μονάδες 3)**

4) Η εξίσωση ενός αρμονικού κύματος είναι $y = 2 \cdot ημ\left(50πt - \frac{πx}{2}\right)$. (Το t σε s, το x σε m και το y σε cm).

α) Το μήκος κύματος του κύματος είναι 2 m.
β) Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των μορίων του ελαστικού μέσου είναι 1 m/s.
γ) Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι 100 m/s.
δ) Το πλάτος του κύματος μεταβάλλεται αρμονικά με το χρόνο, με συχνότητα 25 Hz. **(Μονάδες 3)**

5) Κατά μήκος μιας χορδής δημιουργείται στάσιμο κύμα. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λάθος;

α) Αν μεταβληθεί η συχνότητα ταλάντωσης των σωματίων της χορδής, η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών παραμένει σταθερή.

β) Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του κάθε σωματίου της χορδής είναι ανεξάρτητη από το χρόνο.

γ) Τα σωμάτια της χορδής που βρίσκονται ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς δεσμούς έχουν την ίδια φάση ταλάντωσης.

δ) Υπάρχουν χρονικές στιγμές κατά τις οποίες η χορδή είναι ευθύγραμμη.

(Μονάδες 3)

Β. Η σχέση $E = 30 \cdot ημ2π\left(6 \cdot 10^{14} t - 2 \cdot 10^{6} x\right)$ (S.I.) είναι δυνατό να περιγράφει την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου ενός αρμονικού ηλεκτρομαγνητικού κύματος που διαδίδεται στο κενό; Αν ναι, πόσο θα είναι το πλάτος της έντασης του μαγνητικού πεδίου του κύματος αυτού; **(Μονάδες 10)**

ΘΕΜΑ 2^{o}

Α. Τι ονομάζουμε στάσιμο κύμα; Να γραφεί και να αποδειχτεί η εξίσωση του στάσιμου κύματος. **(Μονάδες 6)**

Β. Να χαρακτηρίσετε τους παρακάτω συλλογισμούς σαν «Σωστό» ή «Λάθος». Ο χαρακτηρισμός που θα δοθεί να συνοδεύεται από σύντομη αιτιολόγηση.

1) Ένα σύστημα ελατηρίου σταθεράς $k = 20π^2$ N/m και μάζας $m = 0{,}2$ kg τίθεται σε εξαναγκασμένη ταλάντωση. Αν είναι A_1 και A_2 τα πλάτη της ταλάντωσης για δύο διαφορετικές τιμές της περιόδου του διεγέρτη $T_1 = 1$ s και $T_2 = 0{,}5$ s αντίστοιχα, τότε $A_1 < A_2$. (Η σταθερά απόσβεσης b του συστήματος έχει μικρή τιμή).

2) Μια μονοχρωματική ακτίνα φωτός εισέρχεται από τον αέρα σε ακίνητη σφαιρική σταγόνα νερού, υπό γωνία πρόσπτωσης $θ_a = \frac{π}{4}$. Τότε η ακτίνα θα υποστεί ολική εσωτερική ανάκλαση. (Ο δείκτης διάθλασης του νερού είναι $n = \sqrt{2}$). **(Μονάδες 6)**

Γ. Σε ποιο μέγεθος φθινουσών μηχανικών ταλαντώσεων αντιστοιχεί η αντίσταση R ενός κυκλώματος ηλεκτρικών ταλαντώσεων;
Αν σ' ένα κύκλωμα που εκτελεί φθίνουσες ηλεκτρικές ταλαντώσεις αυξηθεί η ωμική αντίσταση από R_1 σε R_2, θα επηρεαστεί η συχνότητα της ταλάντωσης; Να γίνει, σε κοινό διάγραμμα, γραφική παράσταση του μέγιστου φορτίου το πυκνωτή σε συνάρτηση με το χρόνο για τις δύο αυτές τιμές της αντίστασης. **(Μονάδες 7)**

ΘΕΜΑ 3^{o}

Ένα ιδανικό κύκλωμα ηλεκτρικών ταλαντώσεων περιλαμβάνει πυκνωτή χωρητικότητας $C = 2\,μF$ και πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 20$ mH, τα οποία συνδέονται μέσω διακόπτη. Ο πυκνωτής είναι φορτισμένος με φορτίο $Q = 20\,μC$ και τη χρονική στιγμή $t = 0$ κλείνουμε το διακόπτη. Να βρεθούν:

α) Η περίοδος των ηλεκτρικών ταλαντώσεων του κυκλώματος. **(Μονάδες 4)**

β) Η σχέση της έντασης του ρεύματος με το χρόνο, η οποία να παρασταθεί γραφικά. **(Μονάδες 6)**

γ) Ο χρόνος ανάμεσα σε δύο διαδοχικές μεγιστοποιήσεις της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου. **(Μονάδες 7)**

δ) Ο ρυθμός μεταβολής της τάσης του πυκνωτή τη στιγμή κατά την οποία η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή είναι τριπλάσια από την ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου. **(Μονάδες 8)**

ΘΕΜΑ 4ο

Δύο σύγχρονες πηγές εγκάρσιων κυμάτων O_1 και O_2 απέχουν απόσταση $d = 4\ m$ και παράγουν στην επιφάνεια ενός αρχικά ήρεμου υγρού αρμονικά κύματα πλάτους $A = 2\ cm$ και συχνότητας $f = 2\ Hz$. Τα κύματα διαδίδονται με ταχύτητα $\upsilon = 12\ m/s$. Σ' ένα σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού το οποίο είναι πάνω στην κάθετο στο ευθύγραμμο τμήμα O_1O_2, στο σημείο O_2 και σε απόσταση $x_2 = 3\ m$ από το O_2, επιπλέει μικρό κομμάτι φελλού.

α) Αν θεωρήσουμε ότι οι πηγές άρχισαν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή $t = 0$, να βρεθεί η απομάκρυνση του φελλού από τη θέση της ισορροπίας του τις χρονικές στιγμές $t_1 = 0{,}2\ s$, $t_2 = \frac{7}{24}\ s$ και $t_3 = 0{,}75\ s$. **(Μονάδες 6)**

β) Να γίνει γραφική παράσταση της απομάκρυνσης του φελλού από τη θέση της ισορροπίας του σε συνάρτηση με το χρόνο. **(Μονάδες 8)**

γ) Να βρεθούν οι σχέσεις της ταχύτητας και της επιτάχυνσης του φελλού σε συνάρτηση με το χρόνο, όταν αυτός εκτελεί ταλαντώσεις που οφείλονται και στα δύο κύματα. **(Μονάδες 5)**

δ) Σε ποια σημεία του ευθύγραμμου τμήματος O_1O_2 θα μπορούσε να τοποθετηθεί ένας άλλος μικρός φελλός ώστε να παραμένει ακίνητος; **(Μονάδες 6)**

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο

Α. 1) → β 2) → γ 3) → δ 4) → γ 5) → α

Β. Συγκρίνοντας τη δοσμένη σχέση $E = 30 \cdot ημ2π\left(6 \cdot 10^{14} t - 2 \cdot 10^{6} x\right)$ με την $E = E_{max} \cdot ημ2π\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{λ}\right)$, έχουμε: $E_{max} = 30\ \frac{N}{C}$, $\frac{t}{T} = 6 \cdot 10^{14} t \to T = \frac{1}{6} \cdot 10^{-14}\ s$ ή $f = \frac{1}{T} = 6 \cdot 10^{14}\ Hz$ και $\frac{x}{λ} = 2 \cdot 10^{6} x \to λ = 5 \cdot 10^{-7}\ m$.

Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι
$\upsilon = λ \cdot f = 5 \cdot 10^{-7}\ m \cdot 6 \cdot 10^{14}\ s^{-1} \to \upsilon = 3 \cdot 10^{8}\ m/s$. Επειδή $\upsilon = c$, η εξίσωση που δόθηκε μπορεί να περιγραφεί ηλεκτρομαγνητικό κύμα που διαδίδεται στο κενό.

Ισχύει $\frac{E_{max}}{B_{max}} = c \to B_{max} = \frac{E_{max}}{c} = \frac{30\ N/C}{3 \cdot 10^{8}\ m/s} \to \boxed{B_{max} = 10^{-7}\ T}$.

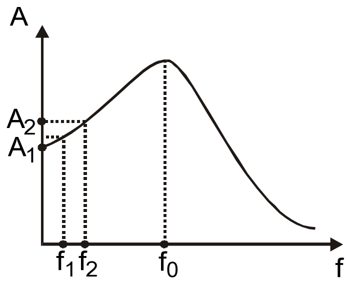
ΘΕΜΑ 2^{ο}

Α. Βλ. Σχολικό Βιβλίο, σελ. 52 και 53.

Β. **1)** Η ιδιοσυχνότητα του συστήματος είναι

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \to f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{20\pi^2}{0,2}}\,Hz \to f_0 = 5\,Hz\,.$$

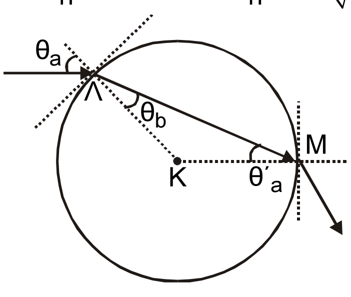
Όταν έχουμε εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητά της είναι ίδια με τη συχνότητα του διεγέρτη, άρα οι δύο διαφορετικές συχνότητες ταλάντωσης θα είναι $f_1 = \frac{1}{T_1} = 1\,Hz$ και $f_2 = \frac{1}{T_2} = 2\,Hz$. Επειδή η σταθερά απόσβεσης b έχει μικρή τιμή, ο συντονισμός (μεγιστοποίηση του πλάτους Α της ταλάντωσης) επέρχεται όταν η συχνότητα του διεγέρτη f γίνεται πρακτικά ίση με την f_0. Η γραφική παράσταση πλάτους (Α) – συχνότητας (f) φαίνεται στο επόμενο σχήμα, όπου έχουν σημειωθεί οι συχνότητες f_1 και f_2 και τα αντίστοιχα πλάτη A_1 και A_2.



Είναι φανερό ότι αφού $f_1 < f_2 < f_0$, για τα αντίστοιχα πλάτη θα ισχύει $A_1 < A_2$. Άρα ο συλλογισμός είναι ΣΩΣΤΟΣ.

2) Σύμφωνα με το νόμο του Snell, ισχύει:

$$\frac{ημθ_a}{ημθ_b} = n \to ημθ_b = \frac{ημθ_a}{n} \to ημθ_b = \frac{ημ\frac{\pi}{4}}{n} = \frac{\sqrt{2}/2}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \to ημθ_b = ημ\frac{\pi}{6}.$$



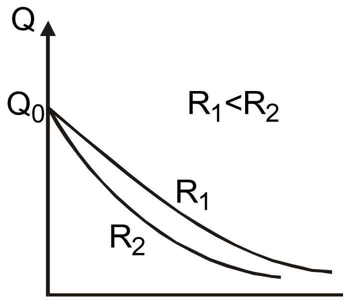
Επειδή η $θ_b$ είναι οξεία γωνία, θα έχουμε $θ_b = \pi/6$.

Το τρίγωνο ΚΛΜ είναι ισοσκελές, άρα και $θ'_a = \pi/6$.

Για τη μετάβαση της ακτίνας από τον αέρα στο γυαλί η κρίσιμη γωνία βρίσκεται από τη σχέση: $ημθ_c = \frac{n_{αερα}}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} = ημ\frac{\pi}{4} \to θ_c = \frac{\pi}{4}$

Επειδή $\theta'_a < \theta_c$, η ακτίνα δε θα υποστεί ολική ανάκλαση στο Μ και θα εξέλθει από τη σταγόνα. Άρα η πρόταση είναι ΛΑΘΟΣ.

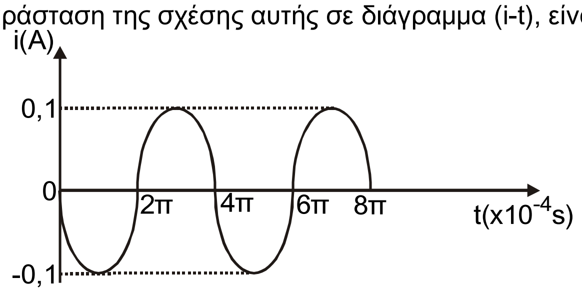
Γ. Η αντίσταση R αντιστοιχεί στη σταθερά απόσβεσης b των φθινουσών μηχανικών ταλαντώσεων. Όταν αυξάνεται η αντίσταση στο κύκλωμα, αυξάνεται η περίοδος των ηλεκτρικών ταλαντώσεων, επομένως μειώνεται η συχνότητά τους. Η ζητούμενη γραφική παράσταση, έχει τη μορφή του επόμενου σχήματος.



ΘΕΜΑ 3^{0}

Α. Η περίοδος δίνεται από τη σχέση: $T = 2\pi\sqrt{LC}$.
Αντικαθιστώντας στη σχέση αυτή όπου $C = 2\,\mu F = 2\cdot 10^{-6}\,F$ και $L = 20\,mH = 20\cdot 10^{-3}\,H$ βρίσκουμε: $\boxed{T = 4\pi\cdot 10^{-4}\,s}$.

β) Ισχύει $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \to \omega = \dfrac{2\pi}{2\pi\sqrt{LC}} \to \omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$. Με αντικατάσταση έχουμε:
$\omega = 5\cdot 10^{3}\,rad/s$. Επίσης $I = \omega\cdot Q \to I = 5\cdot 10^{3}\cdot 20\cdot 10^{-6}\,A \to I = 0{,}1\,A$.
Επειδή τη χρονική στιγμή $t = 0$ το φορτίο του πυκνωτή είναι μέγιστο, η εξίσωση μεταβολής του ρεύματος είναι της μορφής: $i = -I\cdot \eta\mu\omega t$ ή $i = -0{,}1\cdot \eta\mu(5000t)$ (S.I.)
Η γραφική παράσταση της σχέσης αυτής σε διάγραμμα (i-t), είναι όπως στο σχήμα.



γ) Η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου είναι $U_B = E\cdot \eta\mu^2\omega t$, όπου Ε είναι η ολική ενέργεια της ταλάντωσης. Η ενέργεια αυτή γίνεται μέγιστη, ίση με Ε, όταν
$\eta\mu^2\omega t = 1 \to \eta\mu\omega t = \pm 1 \to \dfrac{2\pi}{T}\cdot t = \kappa\pi + \dfrac{\pi}{2}, \kappa \in \mathbb{Z} \to t = \dfrac{\kappa}{2}\cdot T + \dfrac{T}{4}, \kappa \in \mathbb{Z}$
Δύο διαδοχικές χρονικές στιγμές κατά τις οποίες έχουμε μεγιστοποίηση της U_B είναι η $t_\kappa = \dfrac{\kappa}{2}\cdot T + \dfrac{T}{4}$ και η $t_{\kappa+1} = \dfrac{\kappa+1}{2}\cdot T + \dfrac{T}{4}$.
Ο ζητούμενος χρόνος είναι $\Delta t = t_{\kappa+1} - t_\kappa \to \Delta t = \dfrac{T}{2}$, οπότε: $\boxed{\Delta t = 2\pi\cdot 10^{-4}\,s}$.

δ) Έχουμε

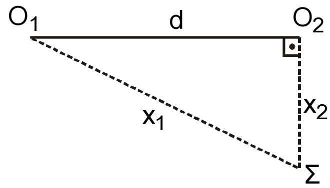
$$\left.\begin{array}{c} U_B + U_E \\ \text{και} \\ U_E = 3\cdot U_B \end{array}\right\} \rightarrow 4\cdot U_B = E \rightarrow 4\cdot\frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L\cdot I^2 \rightarrow i^2 = \frac{I^2}{4} \rightarrow i = \pm\frac{I}{2} \quad (1)$$

Επίσης $\frac{\Delta V_C}{\Delta t} = \frac{\Delta\left(\frac{q}{C}\right)}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{C}\cdot\Delta q}{\Delta t} = \frac{1}{C}\cdot\frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \frac{\Delta V_C}{\Delta t} = \frac{1}{C}\cdot i$ (2)

Με συνδυασμό των (1) και (2) προκύπτει

$$\frac{\Delta V_C}{\Delta t} = \pm\frac{I}{2C} \rightarrow \frac{\Delta V_C}{\Delta t} = \pm\frac{0{,}1\,A}{2\cdot 2\cdot 10^{-6}\,F} \rightarrow \boxed{\frac{\Delta V_C}{\Delta t} = \pm 2{,}5\cdot 10^4\,\frac{V}{s}}.$$

ΘΕΜΑ 4^o



α) Έστω x_1 η απόσταση του φελλού από την πηγή O_1. Εφαρμόζοντας το Πυθαγόρειο Θεώρημα στο ορθογώνιο τρίγωνο $O_1O_2\Sigma$, έχουμε:

$O_1\Sigma^2 = O_1O_2^2 + O_2\Sigma^2 \rightarrow x_1^2 = d^2 + x_2^2 \rightarrow x_1 = \sqrt{d^2 + x_2^2}$.

Με αντικατάσταση: $x_1 = 5\,m$.

Το κύμα από την πηγή O_1 φθάνει στο Σ τη χρονική στιγμή $t_{01} = \frac{x_1}{\upsilon} = \frac{5}{12}s$ και το κύμα από την O_2 φθάνει στο Σ τη χρονική στιγμή $t_{02} = \frac{x_2}{\upsilon} = 0{,}25\,s$.

Έτσι τη χρονική στιγμή $t_1 = 0{,}2\,s$ στο Σ δεν έχει φθάσει κανένα κύμα (διότι $t_1 < t_{01}$ και $t_1 < t_{02}$) και ο φελλός δεν έχει ξεκινήσει ακόμη την ταλάντωσή του. Άρα η απομάκρυνσή του είναι $\boxed{y_1 = 0}$.

Τη χρονική στιγμή t_2 έχει φθάσει στο Σ μόνο το κύμα που προέρχεται από την πηγή O_2 (αφού $t_{02} < t_2 < t_{01}$). Επομένως η απομάκρυνση του φελλού θα υπολογιστεί από την εξίσωση του κύματος της πηγής O_2. Δηλ. $y_2 = A\cdot ημ2π\left(\frac{t_2}{T} - \frac{x_2}{\lambda}\right)$ (1)

όπου $T = \frac{1}{f} = 0{,}5\,s$ και επειδή $\upsilon = \lambda\cdot f \rightarrow \lambda = \frac{\upsilon}{f} \rightarrow \lambda = 6\,m$.

Αντικαθιστώντας στην (1) έχουμε: $y_2 = 2\,cm\cdot ημ2π\left(\frac{7/24}{0{,}5} - \frac{3}{6}\right)$, απ' όπου προκύπτει: $y_2 = 2\,cm\cdot ημ\frac{\pi}{6} \rightarrow \boxed{y_2 = 1\,cm}$.

Τη χρονική στιγμή $t_3 = 0{,}75\,s$ έχουν φθάσει στο Σ τα κύματα και των δύο πηγών γιατί $t_3 > t_{01} > t_{02}$. Επομένως ο φελλός έχει αρχίσει να εκτελεί ταλάντωση με εξίσωση $y = A'\cdot ημ2π\left(\dfrac{t}{T}-\dfrac{x_1+x_2}{2λ}\right)$, όπου $A' = 2A\cdot συν2π\dfrac{x_1-x_2}{2λ}$. Έτσι προκύπτει:

$A' = 2\cdot 2\text{ cm}\cdot συν2π\dfrac{5-3}{2\cdot 6} = 4\text{ cm}\cdot συν\dfrac{π}{3} \rightarrow A' = 2\text{ cm}$ και

$y = 2\cdot ημ2π\left(\dfrac{t}{0,5}-\dfrac{5+3}{2\cdot 6}\right) \rightarrow y = 2\cdot ημ2π\left(2t-\dfrac{2}{3}\right)$ (Το t σε s, το y σε cm).

Για τη χρονική στιγμή $t_3 = 0,75\text{ s}$. Βρίσκουμε:

$y_3 = 2\text{ cm}\cdot ημ2π\left(2\cdot 0,75-\dfrac{2}{3}\right) \rightarrow y_3 = 2\text{ cm}\cdot ημ\dfrac{5π}{3} \rightarrow \boxed{y_3 = -\sqrt{3}\text{ cm}}$.

β) Από τη χρονική στιγμή $t = 0$ ως τη χρονική στιγμή $t_{02} = 0,25\text{ s}$ ο φελλός είναι ακίνητος, δηλ. η απομάκρυνσή του είναι μηδέν.

Από τη χρονική στιγμή $t_{02} = 0,25\text{ s}$ ως τη χρονική στιγμή $t_{01} = \dfrac{5}{12}\text{s}$ εκτελεί ταλάντωση με εξίσωση $y = A\cdot ημ2π\left(\dfrac{t}{T}-\dfrac{x_2}{λ}\right) \rightarrow y = 2\cdot ημ2π\left(2t-\dfrac{1}{2}\right)$ (2) και για χρονικές στιγμές μεγαλύτερες των $\dfrac{5}{12}\text{s}$, η ταλάντωσή του έχει εξίσωση

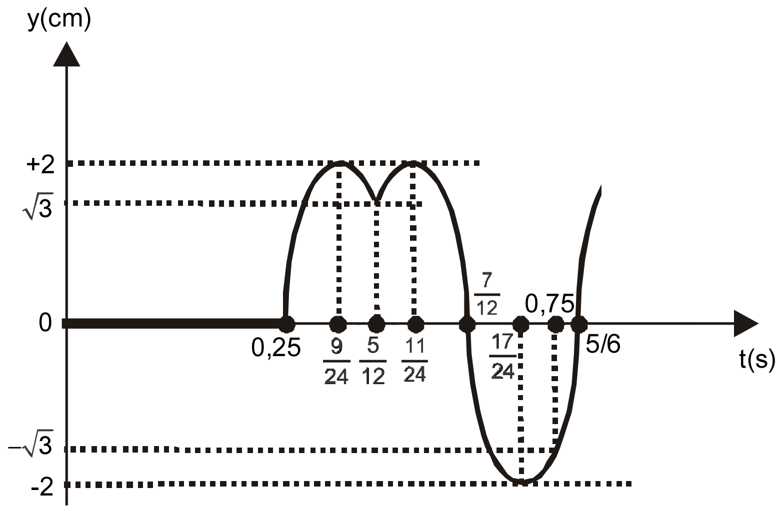
$y = A'\cdot ημ2π\left(\dfrac{t}{T}-\dfrac{x_1+x_2}{2λ}\right) \rightarrow y = 2\cdot ημ2π\left(2t-\dfrac{2}{3}\right)$ (3). Συνοπτικά έχουμε:

$$y = \left\{\begin{array}{ll} 0, & 0 \le t < 0,25\text{ s} \\ 2\cdot ημ2π\left(2t-\dfrac{1}{2}\right), & 0,25\text{ s} \le t < \dfrac{5}{12}\text{ s} \\ 2\cdot ημ2π\left(2t-\dfrac{2}{3}\right), & t \ge \dfrac{5}{12}\text{ s} \end{array}\right\} \text{(Το t σε s, το y σε cm).}$$

Ειδικά, για $t = \dfrac{5}{12}\text{ s}$ η (2) δίνει: $y = 2\cdot ημ2π\left(2\cdot\dfrac{5}{12}-\dfrac{1}{2}\right) \rightarrow y = \sqrt{3}\text{ cm}$ ενώ η (3):

$y = 2\cdot ημ2π\left(2\cdot\dfrac{5}{12}-\dfrac{2}{3}\right) \rightarrow y = \sqrt{3}\text{ cm}$, επίσης.

Θα έχουμε $y = +2\text{ cm}$ για πρώτη φορά, μετά τη χρονική στιγμή $\dfrac{5}{12}\text{s}$ όταν $2π\left(2t-\dfrac{2}{3}\right) = \dfrac{π}{2} \rightarrow t = \dfrac{11}{24}\text{ s}$. Η ζητούμενη γραφική παράσταση θα έχει τη μορφή



γ) Έχουμε $v_{max} = \omega \cdot A' = 2\pi f \cdot A' \rightarrow v_{max} = 8\pi\ cm/s$.

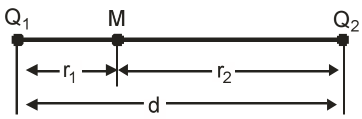
Άρα η εξίσωση της ταχύτητας είναι:

$$v = v_{max} \cdot \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_1 + x_2}{2\lambda}\right) \rightarrow \boxed{v = 8\pi \cdot \eta\mu 2\pi\left(2t - \frac{2}{3}\right)}$$ (το t σε s, το v σε cm/s).

Επίσης $\alpha_{max} = \omega^2 \cdot A' = 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot A' \rightarrow \alpha_{max} = 32\pi^2\ cm/s^2$.

Ισχύει: $\alpha = -\alpha_{max} \cdot \eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_1 + x_2}{2\lambda}\right) \rightarrow \boxed{\alpha = -32\pi^2 \cdot \eta\mu 2\pi\left(2t - \frac{2}{3}\right)}$ (το t σε s, το α σε cm/s^2).

δ) Έστω M ένα σημείο, το οποίο απέχει απόσταση r_1 από το O_1 και r_2 από το O_2, στο οποίο αν τοποθετηθεί ο φελλός, παραμένει ακίνητος. (Δηλ. στη θέση αυτή παρατηρείται απόσβεση).



Έχουμε: $\left.\begin{aligned} & r_1 + r_2 = d \quad \text{και} \\ & r_1 - r_2 = (2\kappa + 1)\frac{\lambda}{2},\ \kappa \in \mathbb{Z} \end{aligned}\right\}$

Με πρόσθεση κατά μέλη των παραπάνω σχέσεων, προκύπτει $2r_1 = d + (2\kappa + 1)\frac{\lambda}{2},\ \kappa \in \mathbb{Z}$ ή $r_1 = \frac{d}{2} + (2\kappa + 1)\frac{\lambda}{4},\ \kappa \in \mathbb{Z}$

Με αντικατάσταση των τιμών $d = 4\ m$ και $\lambda = 6\ m$, βρίσκουμε:

$r_1 = \left[2 + (2\kappa + 1) \cdot 1{,}5\right] m,\ \kappa \in \mathbb{Z}$ (4)

Αφού $0 \le r_1 \le d \rightarrow 1 \le 2 + (2\kappa + 1) \cdot 1{,}5 \le 4 \rightarrow -\frac{7}{6} \le \kappa \le \frac{1}{6},\ \kappa \in \mathbb{Z}$.

Οι τιμές του κ που ικανοποιούν τη σχέση αυτή είναι $\kappa = -1$ και $\kappa = 0$.

Αντικαθιστώντας στην (4), έχουμε:

Για $\kappa = -1 \rightarrow \boxed{r_1 = 0{,}5\ m}$ και για $\kappa = 0 \rightarrow \boxed{r_1 = 3{,}5\ m}$.

Επιμέλεια: *Δημάρατος Δημήτρης*