ΤΕΤΑΡΤΗ 7 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2026

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Επιμέλεια διαγωνίσματος: Άρης Δημητρίου - Νίκος Κανελλόπουλος - Βαγγέλης Θεοχάρης

ΘΕΜΑ Α

Α1. Β Αντίθεση φάσης

Α2. Α $t_1 = 3 \cdot t_{1/2}$

Α3. Γ Πλάτος = $|A'| = \left|2A\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x}{\lambda}\right|$

Α4. Γ Η κλίση είναι το $\omega = \frac{4\pi - 0}{6-2} = \pi rad/s$

1. Λ 2. Λ 3. Σ 4. Σ 5. Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η α)

Από τις γραφικές έχουμε τα εξής στοιχεία :

α) η περίοδος είναι $T = 0,5\,\mathrm{s} \Leftrightarrow \mathrm{f} = 2\,\mathrm{Hz}$, A=0,1m

β) το κύμα από την πηγή Π1 φτάνει στο σημείο Σ την χρονική στιγμή $t_{\alpha\varphi1} = 4s$.

γ) το κύμα από την πηγή Π2 φτάνει στο σημείο Σ την χρονική στιγμή $t_{\alpha\varphi2} = 3s$.

Για το μήκος κύματος : $u = \lambda \cdot f \Leftrightarrow 0,4 = \lambda \cdot 2 \Leftrightarrow \lambda = 0,2m$

Η ταχύτητα διάδοσης είναι σταθερή οπότε :

$r_1 = u_\kappa \cdot t_{\alpha\varphi1} = 0,4 \cdot 4 = 1,6m$

$r_2 = u_\kappa \cdot t_{\alpha\varphi2} = 0,4 \cdot 3 = 1,2m$

Είναι: $r_1 - r_2 = 1,6 - 1,2 = 0,4m = 2\lambda \Leftrightarrow r_1 - r_2 = 2\lambda$ της μορφής $r_1 - r_2 = \mathrm{N} \cdot \lambda$ για Ν=2.

Στο σημείο Σ έχουμε ενισχυτική συμβολή οπότε πλάτος ταλάντωσης 2Α.

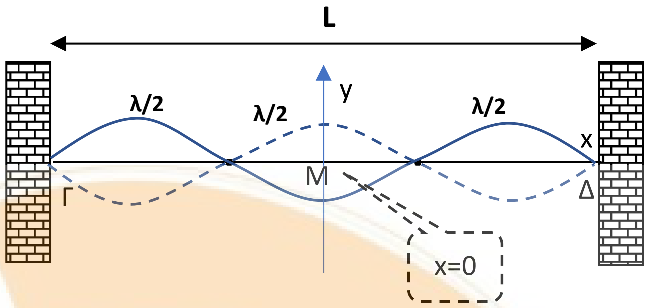
Β2. Α. Σωστή η γ) Από τις εξισώσεις των κυμάτων έχουμε :

$\omega = 4\pi rad/s \Leftrightarrow$

$T = \dfrac{2\pi}{\omega} = 0,5\,\mathrm{s} \Rightarrow \mathrm{f} = 2Hz$

και λ=0,4m.

Από το σχήμα βλέπουμε ότι το μήκος της χορδής είναι $L = 3 \cdot \dfrac{\lambda}{2} = 0,6m$.



Β. Σωστή η α)

Από την γενική μορφή της ταχύτητας ταλάντωσης των υλικών σημείων για $x=x_\Sigma$:

$$u = \omega \cdot 2A \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi x_\Sigma}{\lambda} \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi t}{T} \Leftrightarrow u = 4\pi \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{2\pi \cdot {}^{1}\!/_{15}}{0,4} \cdot \sigma\upsilon\nu 4\pi t \Leftrightarrow$$

$$u = 0,8\pi \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{\pi}{3} \cdot \sigma\upsilon\nu 4\pi t \Leftrightarrow u = 0,8\pi \cdot \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \sigma\upsilon\nu 4\pi t \Leftrightarrow u = 0,4\pi \cdot \sigma\upsilon\nu 4\pi t - (\mathrm{SI})$$

Β3. Σωστή η (γ).

Καθώς η πάνω πλευρά του πλαισίου (μήκους a) εισέρχεται στο πεδίο B με ταχύτητα u, αναπτύσσεται επαγωγική τάση E=B·u·a. Με τη σύνδεση των καλωδίων, σχηματίζεται ένα κλειστό κύκλωμα που αποτελείται από τη ράβδο ΑΓ και το πλαίσιο. Το κύκλωμα αποτελείται από την πλευρά του πλαισίου και τη ράβδο σε σειρά (με συνολική αντίσταση $R_{ΟΛ}$ = R+$R_{πλ}$). Το επαγωγικό ρεύμα είναι:

I= $\frac{E}{RO\Lambda}$ = $\frac{Bu\alpha}{R+R\pi\lambda}$. Η ράβδος ΑΓ βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο B και διαρρέεται από το ρεύμα I. Επομένως, δέχεται δύναμη Laplace F_L με μέτρο F_L=B·I·L. Αντικαθιστώντας το I από την προηγούμενη σχέση: F_L=B·($\frac{Bu\alpha}{R+R\pi\lambda}$)·L=B^2·$\frac{u\alpha\, L}{R+R\pi\lambda}$.

Για να μηδενιστεί η τάση των νημάτων T = 0, η δύναμη Laplace πρέπει να έχει φορά προς τα πάνω και να εξουδετερώνει ακριβώς το βάρος w = M·g της ράβδου:

Για την ράβδο : ΣF=0 ή F_L= $M \cdot g$

$$B^2 \frac{u\alpha\, L}{R+R\pi\lambda} = M \cdot g$$

Λύνοντας την παραπάνω εξίσωση ως προς την ταχύτητα U του πλαισίου, προκύπτει:

$$u = \frac{M \cdot g \cdot (R + R\pi\lambda)}{B^2 \alpha \cdot L}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από την εκφώνηση η οριζόντια απόσταση των σημείων Α,Β είναι $\mathrm{AB} = \Delta x = \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \frac{3\lambda}{4} \Leftrightarrow 3m = \frac{3\lambda}{4} \Leftrightarrow \lambda = 4m.$ Το σημείο Β έχει κάθε χρονική στιγμή μεγαλύτερη φάση από το Α γιατί βρίσκεται πιο κοντά στην αρχή μέτρησης Ο και το κύμα διαδίδεται προς την θετική κατεύθυνση. Άρα κάθε χρονική στιγμή $\varphi_{\mathrm{B}} > \varphi_{\mathrm{A}}$. Επίσης τα σημεία έχουν διαφορά φάσης :

$$\Delta\varphi = \varphi_{\mathrm{B}} - \varphi_{\mathrm{A}} = 2\pi\frac{\Delta x}{\lambda} = 2\pi\frac{3\lambda/4}{\lambda} = \frac{3\pi}{2} \Leftrightarrow \Delta\varphi = \frac{3\pi}{2}.$$

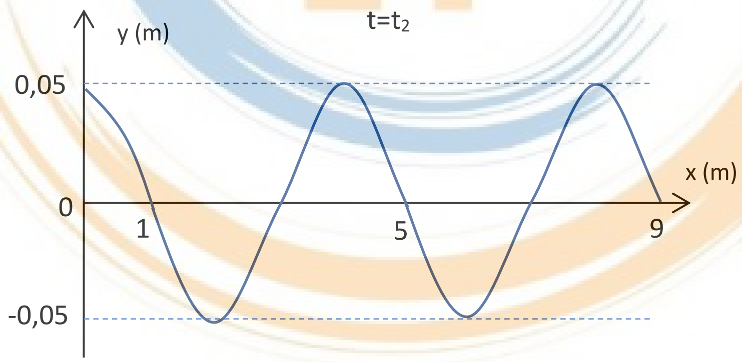
Γ2. Από την εκφώνηση : $u_k = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Leftrightarrow u_k = \frac{x_A}{t_1} \Leftrightarrow 2 = \frac{x_A}{4} \Leftrightarrow x_A = 8m = 2\lambda$

Για το σημείο Β : $x_{\mathrm{B}} = x_A - \frac{3\lambda}{4} = 2\lambda - \frac{3\lambda}{4} = \frac{5\lambda}{4} = 5m$.

Γ3. Η περίοδος του κύματος προκύπτει : $u_k = \frac{\lambda}{T} \Leftrightarrow 2 = \frac{4}{T} \Leftrightarrow T = 2s$.

Το σημείο Α βρίσκεται για πρώτη φορά στη μέγιστη θετική απομάκρυνση την χρονική στιγμή $t_2 = t_1 + \frac{T}{4} \Leftrightarrow t_2 = 4 + \frac{2}{4} \Leftrightarrow t_2 = 4,5s$ με $t_2 = 2T + \frac{T}{4}$.

Γ4.



Τη χρονική στιγμή $t_2 = 2T + \frac{T}{4} = 4,5s$ το κύμα έχει διαδοθεί μέχρι την θέση $x_2 = 2\lambda + \frac{\lambda}{4} = 9m$.Η εξίσωση της γραφικής είναι : $y = 0,05 \cdot \eta\mu 2\pi\left(\frac{4,5}{2} - \frac{x}{4}\right)$ στο SI.

Το στιγμιότυπο φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

Γ5. Για να βρίσκονται τα σημεία Α,Β σε συμφωνία φάσης θα πρέπει η απόσταση μεταξύ τους να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος του κύματος. Με αύξηση της συχνότητας του κύματος σε μια τιμή f' μπορεί να προκύψει αυξηση του μήκους κύματος λ’ και η απόσταση ΑΒ που είναι $\mathrm{AB} = 3m = \frac{3\lambda}{4}$ να γίνει $\mathrm{AB} = 3m = \lambda' \Leftrightarrow \lambda' = 3m$

Η ταχύτητα του κύματος είναι σταθερή **:** $u_k = \lambda' \cdot f' \Leftrightarrow 2 = 3 \cdot f' \Leftrightarrow f' = \frac{2}{3} Hz$.

Η αρχική συχνότητα είναι $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} Hz$

Η ελάχιστη μεταβολή της συχνότητας : $\Delta f = f' - f = \frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6} Hz \Leftrightarrow \Delta f = \frac{1}{6} Hz$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Το σωματίδιο δεν εκτρέπεται από την ευθύγραμμη πορεία του κατά την διέλευση από τον επιλογέα : Δηλαδή

$$\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow (\searrow +) F_{\eta\lambda} - F_{LO} = 0 \Leftrightarrow E_1 \cdot q = B_1 \cdot u_0 \cdot q \cdot \eta\mu 90^0 \Leftrightarrow u_0 = \frac{E_1}{B_1} \Leftrightarrow$$

$$u_0 = \frac{10^3}{10^{-2}} \Leftrightarrow u_0 = 10^5 \frac{m}{s}$$

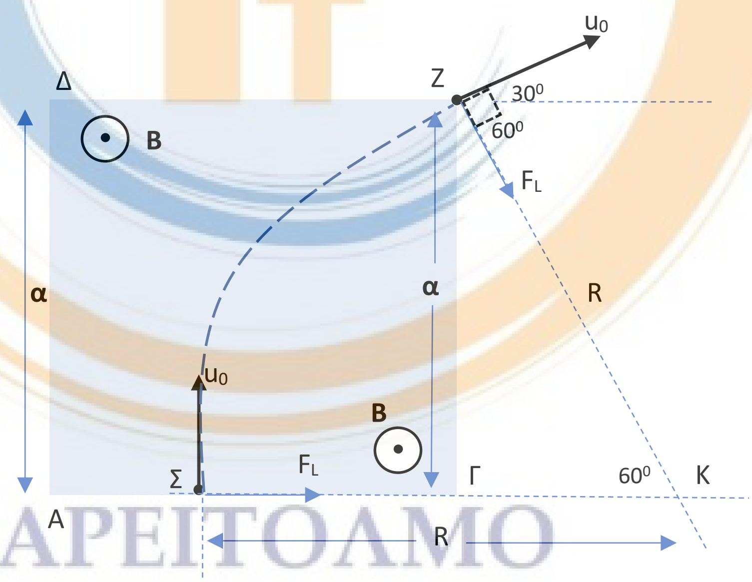
Δ2. Το σωματίδιο στο μαγνητικό πεδίο έντασης Β διαγράφει τμήμα κυκλικής τροχιάς και εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση οπότε :

Ακτίνα τροχιάς =

$$R = \frac{m \cdot u_0}{B \cdot q} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{-14} \cdot 10^5}{10^{-1} \cdot 10^{-8}} \Leftrightarrow$$

$$R = 2m$$



Για να προσδιορίσουμε το κέντρο Κ της κυκλικής τροχιάς που διαγραφεί το σωματίδιο προεκτείνουμε την διεύθυνση της δύναμης Lorentz που δέχεται στο σημείο εισόδου Σ και στο σημείο εξόδου Ζ.

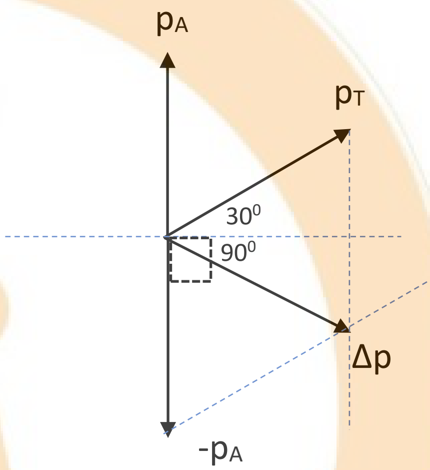
Από την γεωμετρία του σχήματος η επιβατική ακτίνα της κίνησης του σωματιδίου εντός του μαγνητικού πεδίου διαγραφεί γωνιά θ=60^0.

Στο τρίγωνο ΚΓΖ έχουμε : $\eta\mu 60^0 = \dfrac{\alpha}{R} \Leftrightarrow \dfrac{\sqrt{3}}{2} = \dfrac{\alpha}{2} \Leftrightarrow a = \sqrt{3}m$

Δ3. α) Η μεταβολή της ορμής προσδιορίζεται διανυσματικά.

Το μέτρο της ορμής του σωματιδίου κατά την διέλευση από το μαγνητικό πεδίο παραμένει σταθερό και ίσο με $p_A = p_T = p = m \cdot u_0 = 2 \cdot 10^{-9} kg \dfrac{m}{s}$.

Είναι : $\Delta \vec{p} = \vec{p}_T - \vec{p}_A = \vec{p}_T + (-\vec{p}_A)$ (1).



Στο σχήμα τα διανύσματα –p$_A$ και p$_T$ σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 90^0+30^0=120^0. Το παραλληλόγραμμο που σχηματίζεται είναι ρόμβος οπότε το διάνυσμα Δp σχηματίζει γωνιά 60^0 με το διάνυσμα p$_T$ και το –p$_A$.

Για το μέτρο της μεταβολής της ορμής :

$$\Delta p = \sqrt{p_A^2 + p_T^2 + 2p_A \cdot p_T \cdot \sigma\upsilon\nu 120^0} \Leftrightarrow$$

$$\Delta p = \sqrt{p^2 + p^2 + 2p \cdot p \cdot (-\frac{1}{2})} \Leftrightarrow$$

$$\Delta p = \sqrt{p^2} = p \Leftrightarrow \Delta p = 2 \cdot 10^{-9} kg \frac{m}{s}$$

Η στροφορμή του σωματιδίου κατά την κίνηση του εντός του μαγνητικού πεδίου παραμένει σταθερή κατά μέτρο διεύθυνση και φορά.

Το μέτρο είναι σταθερό γιατί το σωματίδιο διαγραφεί ομαλή κυκλική κίνηση και η κατεύθυνση είναι καθετή στο επίπεδο περιστροφής με φορά από τον αναγνώστη προς την σελίδα. Η δύναμη Lorentz που δέχεται το σωματίδιο τέμνει το κέντρο Κ οπότε δεν ασκεί ροπή. Η μεταβολή της στρορφορμής του είναι ίση με το μηδέν.

Δ4. Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ για την κίνηση του σωματιδίου εντός του ηλεκτρικού πεδίου έντασης Ε από το σημείο Ο στο σημείο Σ .

$$W_{F\eta\lambda} = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} \Leftrightarrow q \cdot \Delta V = \frac{1}{2} m \cdot u_0^2 - 0 \Leftrightarrow \Delta V = \frac{m \cdot u_0^2}{2q} \Leftrightarrow \Delta V = \frac{2 \cdot 10^{-14} \cdot 10^{10}}{2 \cdot 10^{-8}} \Leftrightarrow$$

$$\Delta V = 10^4 V$$

Δ5. Το μαγνητικό πεδίο που προκαλεί ο ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους στο σημείο Θ είναι ένα διάνυσμα που είναι κάθετο στην ταχύτητα του σωματιδίου με φορά από τον αναγνώστη προς την σελίδα. Το μέτρο του διανύσματος είναι

$$B_{\Theta} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I}{d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{4\pi} \cdot \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot 10^{-2}} \Leftrightarrow B_{\Theta} = 2 \cdot 10^{-5} T .$$

Με εφαρμογή του κανόνα των τριών δακτύλων το σωματίδιο στο σημείο Θ δέχεται δύναμη Lorentz καθετή στο επίπεδο που ορίζουν η ένταση B_{Θ} και η ταχύτητα u_0 , στην διεύθυνση τοποθέτησης του πετάσματος και με φορά προς τα πάνω.

Το μέτρο της δύναμης είναι :

$$F_{Lo} = B_{\Theta} \cdot u_0 \cdot q \cdot \eta\mu 90 \quad \Leftrightarrow F_{Lo} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{5} \cdot 10^{-8} \Leftrightarrow F_{Lo} = 2 \cdot 10^{-8} N .$$