Διαγώνισμα

φυσικής

Γ Λυκείου

$40^{ο}$ Επαναληπτικό σε όλη την ύλη

Άννα Μανωλάκη

Αναλυτικές Απαντήσεις

2026

Διαγώνισμα 2026 Γ Λυκείου

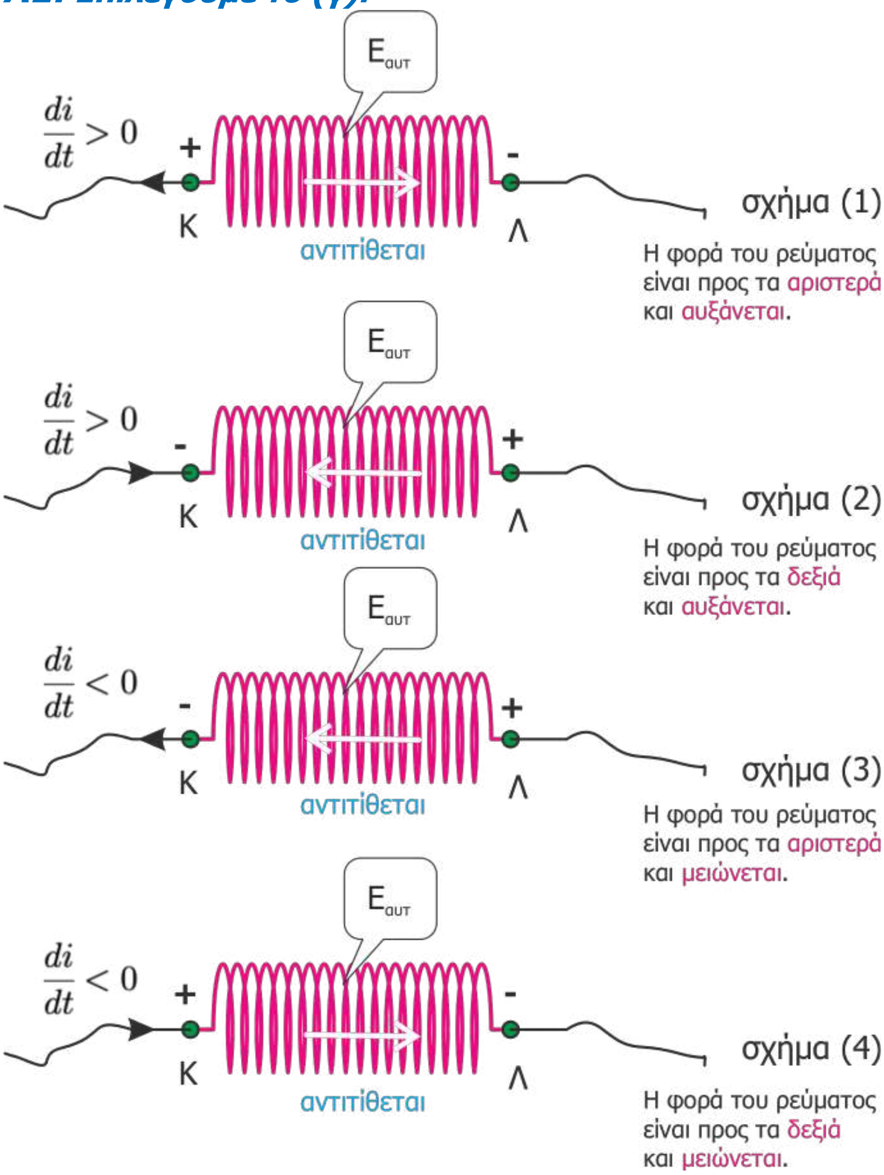
40ο Επαναληπτικό σε όλη την ύλη (Άννα Μανωλάκη)

Αναλυτικές Απαντήσεις

Θέμα Α

Στις ερωτήσεις από A_1 μέχρι και A_4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

A1. Επιλέγουμε το (γ).



Όπως φαίνεται και στο σχήμα (1).
Το πηνίο συμπεριφέρεται σαν μια "έξυπνη" πηγή (μπαταρία) που αντιπαθεί τις αλλαγές της έντασης του ρεύματος. Για να βρούμε την πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή, ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

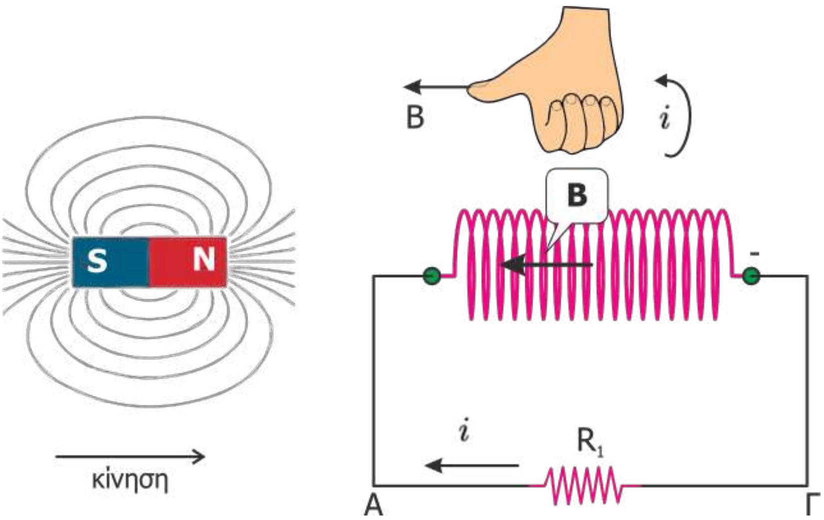
1. Εντοπίζουμε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο:
Σημειώνουμε τη φορά του ρεύματος, δηλαδή προς τα πού κινείται το ρεύμα στο κύκλωμα.

2. Ελέγχουμε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος:

- ***Αύξηση της έντασης di/dt>0:*** *Το πηνίο θέλει να το "φρενάρει", επομένως, δημιουργεί μια ΗΕΔ η $E_{αυτ}$ που να έχει φορά **αντίθετη** από το ρεύμα.*
- ***Ελάττωση της έντασης di/dt<0:*** *Το πηνίο θέλει να το "βοηθήσει" επομένως δημιουργεί μια ΗΕΔ η $E_{αυτ}$ που να έχει φορά **ίδια** με το ρεύμα.*

5 μονάδες

Α2. Επιλέγουμε το (α).



Σύμφωνα με τον κανόνα του Lentz, πρέπει το πηνίο να διαρρέεται από κατάλληλης φορά ρεύμα, ώστε να δημιουργηθεί κατάλληλος πόλος που να αντιτίθεται στον πόλο του ραβδόμορφου μαγνήτη.

Προσομοίωση.

5 μονάδες

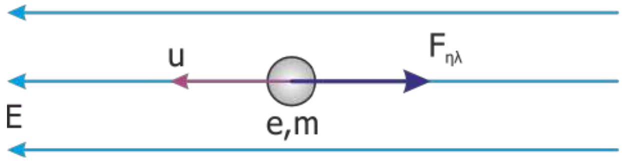
Α3. Επιλέγουμε το (γ).

Η δύναμη αυτή έχει πάντα φορά αντίθετη από τη μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της, οπότε $W_F<0$.

5 μονάδες

A4. Επιλέγουμε το (β).

Παρατηρούμε ότι το ηλεκτρόνιο δέχεται δύναμη μέτρου $F_{ηλ}$ αντίθετη από τη φορά της έντασης E του ηλεκτρικού πεδίου, οπότε το σωματίδιο αποκτά επιτάχυνση μέτρου α, που έχει φορά αντίθετη της ταχύτητάς του.



Επομένως το σωματίδιο εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση, προφανώς μειώνεται και η ορμή του. Οπότε με βάση της σχέση:

$$p = \frac{h}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{h}{p}$$

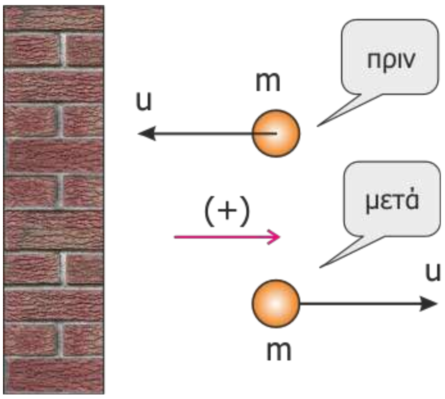
Καταλήγουμε ότι αυξάνεται το μήκος κύματος de Broglie του σωματιδίου.

5 μονάδες

A5. *Σε κάθε πρόταση που ακολουθεί, να γράψετε το γράμμα* **Σ** *αν η πρόταση είναι σωστή ή το γράμμα* **Λ** *αν είναι λανθασμένη.*

α. Σ

β. Λ



$$\Delta\overrightarrow{p} = \overrightarrow{p_{μετα}} - \overrightarrow{p_{πριν}} = mu - (-mu) \Leftrightarrow \left|\Delta\overrightarrow{p}\right| = 2mu$$

γ. Σ

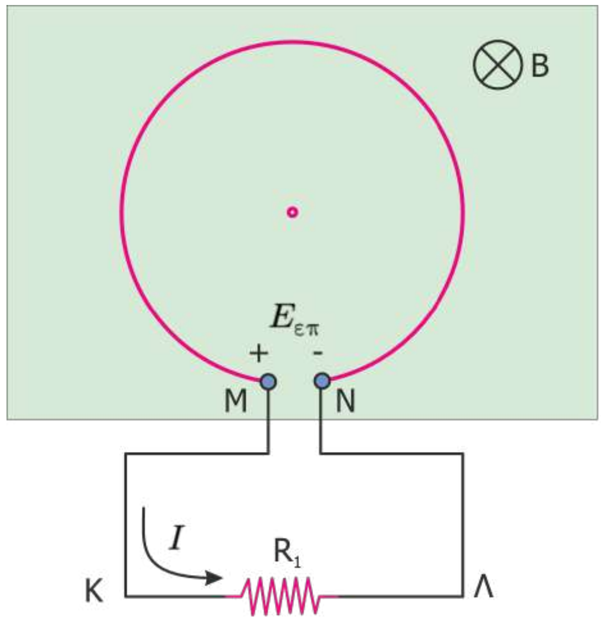
δ. Σ

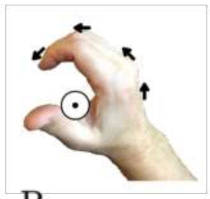
ε. Σ

5 μονάδες

Θέμα Β

Β1. ***Επιλέγουμε το (Γ).***





$B_{κυκλικ.\ αγωγου}$

$$E_{επ} = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| N = A\frac{\Delta B}{\Delta t}N \Leftrightarrow E_{επ} = 4AN \quad (1)$$

$$I = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} = \frac{E_{επ}}{R_1 + R_π} \Leftrightarrow I = \frac{E_{επ}}{4R} \quad (2)$$

Από (1), (2):

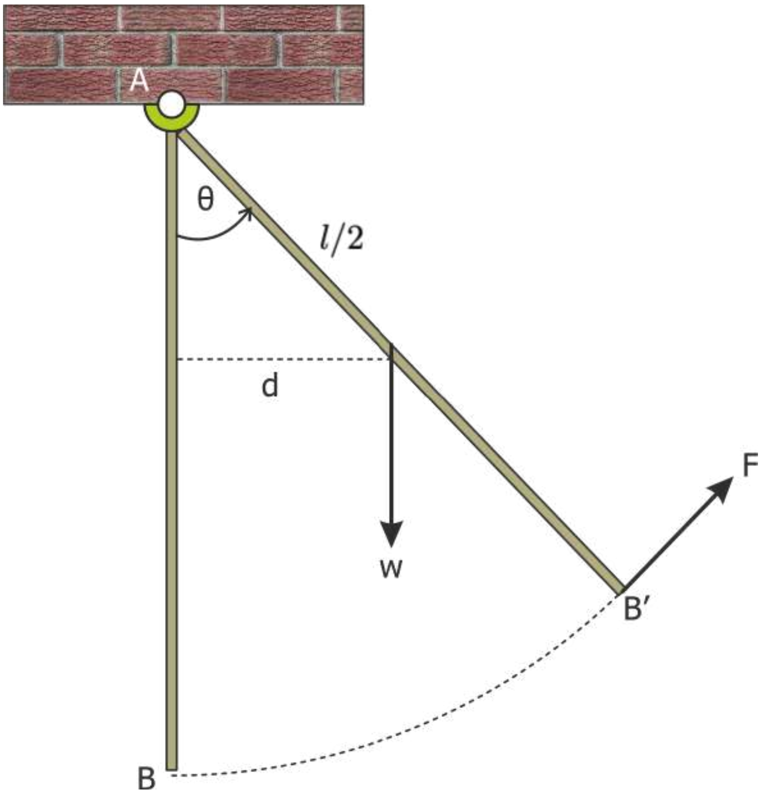
$$I = \frac{4AN}{4R} \Leftrightarrow I = \frac{AN}{R} \quad (3)$$

$$V_{ΚΛ} = I \cdot R_1 \xrightarrow{(3)} V_{ΚΛ} = \frac{AN}{R}\cdot 3R \Leftrightarrow V_{ΚΛ} = 3AN$$

2+7=9 μονάδες

Β2. ***Επιλέγουμε το (α).***

Στο επόμενο σχήμα, τη στιγμή που η ράβδος σχηματίζει γωνία θ με την κατακόρυφο που διέρχεται από τον άξονα περιστροφής της ράβδου, ισχύει:



$$\Sigma\tau^{(A)} = 0 \Leftrightarrow F \cdot l = w \cdot d \Leftrightarrow \frac{Mg}{4} \cdot l = Mg \cdot \frac{l}{2} \cdot \eta\mu\theta \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2} \cdot \eta\mu\theta \Leftrightarrow \eta\mu\theta = \frac{1}{2} \Leftrightarrow \theta = 30^{o}$$

2+6=8 μονάδες

Β3. *Επιλέγουμε το (β).*

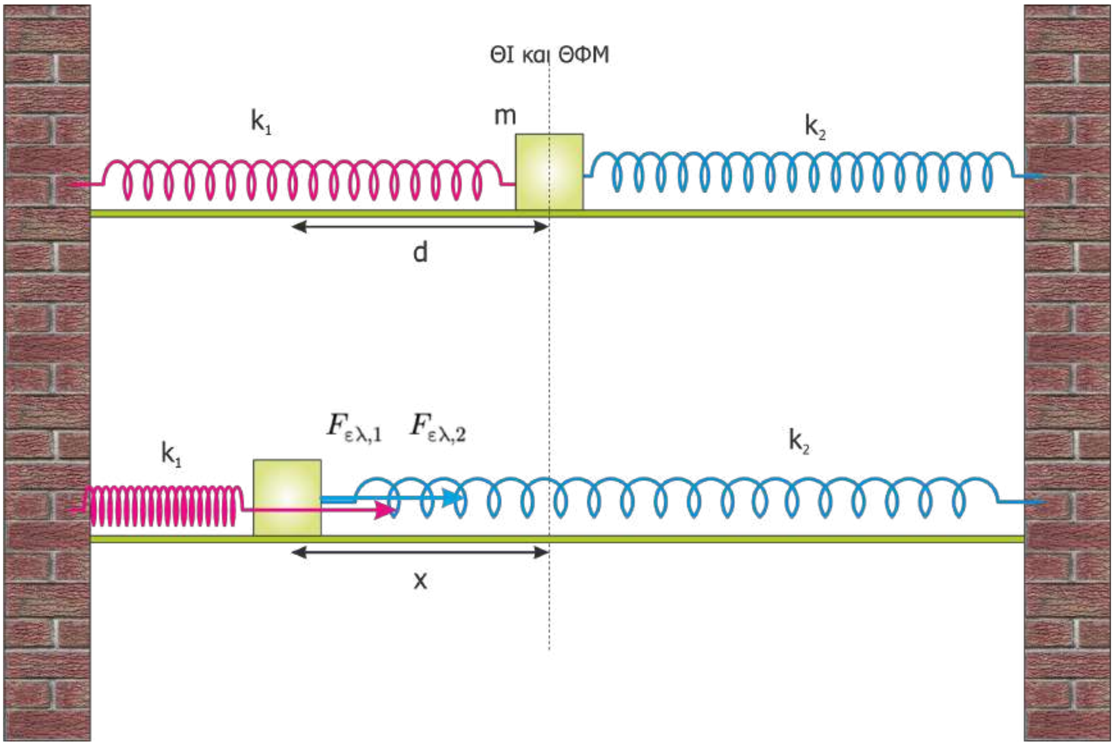
Στο επόμενο σχήμα, θα αποδείξουμε ότι ένα σώμα που είναι στερεωμένο στα άκρα δύο οριζόντιων ελατηρίων εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

Θεωρούμε ότι στη θέση ισορροπίας τα δύο ελατήρια βρίσκονται στο φυσικό τους μήκος. Αν λοιπόν σχεδιάσουμε το σώμα σε μια απομάκρυνση x>0 από τη ΘΙ του, η συνισταμένη δύναμη που δέχεται είναι:

$$\Sigma F = -F_{\varepsilon\lambda,1} - F_{\varepsilon\lambda,2} = -k_1 x - k_2 x \Leftrightarrow \Sigma F = -\left(k_1 + k_2\right) x \Leftrightarrow$$

$$\Sigma F = -Dx \Leftrightarrow D = k_1 + k_2 \Leftrightarrow D = 4k$$

Επομένως το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς D=4k.



Τη στιγμή που το σώμα $Σ_1$ διέρχεται από τη ΘΙ του, το μέτρο της ταχύτητάς του ισούται με:

$$u_1 = ω_1 d \Leftrightarrow u_1 = d\sqrt{\frac{D}{m}} \Leftrightarrow u_1 = d\sqrt{\frac{4k}{m}} \quad (1)$$

όπου d το πλάτος της ταλάντωσής του.

Εφαρμόζουμε την Αρχή Διατήρησης της Ορμής, αποκλειστικά στην οριζόντια διεύθυνση και υπολογίζουμε το μέτρο V της ταχύτητας του συσσωματώματος:

$$\overrightarrow{p}_{πριν,x} = \overrightarrow{p}_{μετα,x} \Leftrightarrow mu_1 = 2mV \Leftrightarrow u_1 = 2V \quad (2)$$

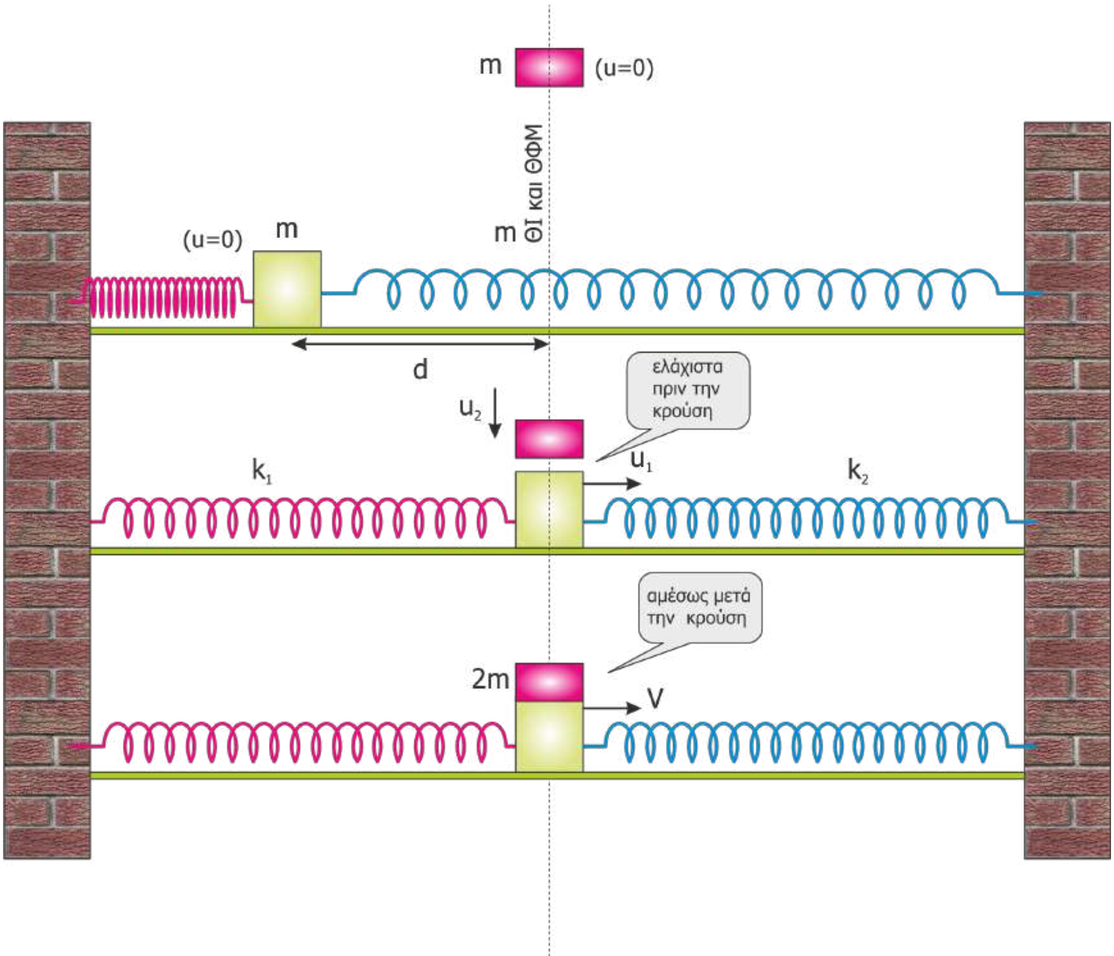
Επειδή η κρούση γίνεται στη θId του συσσωματώματος, η ταχύτητα που απέκτησε είναι ίση με τη μέγιστη ταχύτητα της ταλάντωσής του:

$$V = ωA \Leftrightarrow V = A\sqrt{\frac{D}{2m}} \Leftrightarrow V = A\sqrt{\frac{4k}{2m}} \quad (3)$$

όπου A το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος.

Από τις (1), (2) και (3):

$$u_1^2 = 4V^2 \Leftrightarrow d^2 \cdot \frac{4k}{m} = 4 \cdot A^2 \cdot \frac{4k}{2m} \Leftrightarrow d^2 = 2 \cdot A^2 \Leftrightarrow A = \frac{\sqrt{2}}{2} d$$

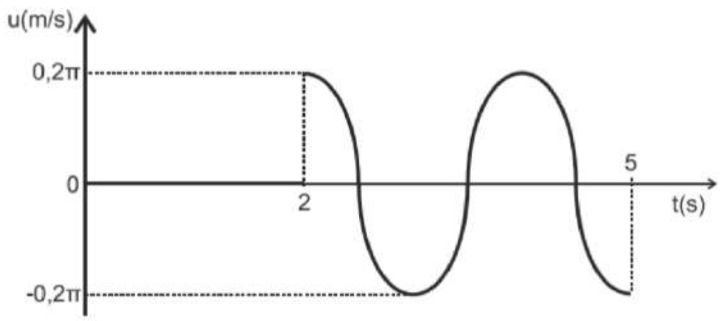


2+6=8 μονάδες

Θέμα Γ

Γ1. *Από το διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου, σημείου Δ($x_Δ$) του άξονα x΄Ox, παρατηρούμε ότι αρχίζει να εκτελεί ταλάντωση τη χρονική στιγμή $t_Δ$=2s με μέγιστη ταχύτητα $u_Δ$=+0,2π m/s, ενώ το χρονικό διάστημα Δt=5-2=3s, αντιστοιχεί σε:*

$$\Delta t = 6 \cdot \frac{T}{4} \Leftrightarrow 3 = 6 \cdot \frac{T}{4} \Leftrightarrow T = 2s \text{ και } f = \frac{1}{T} \Leftrightarrow f = 0,5Hz$$



Επίσης, υπολογίζουμε και την τετμημένη $x_Δ$ του σημείου Δ:

$$u_δ = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_\Delta}{t_\Delta} \Leftrightarrow x_\Delta = u_δ \cdot t_\Delta \Leftrightarrow x_\Delta = 2m$$

Υπολογίζουμε και του πλάτος Α ταλάντωσης των σημείων του ελαστικού μέσου:

$$u_{max} = ωA \Leftrightarrow 0,2π = 2πf \cdot A \Leftrightarrow A = 0,2m$$

και το μήκος λ του κύματος:

$$u_δ = λf \Leftrightarrow λ = \frac{u_δ}{f} \Leftrightarrow λ = 2m$$

Οπότε η χρονική εξίσωση της επιτάχυνσης του σημείου Δ περιγράφεται από τη σχέση:

$$a = -ω^2 A \cdot ημ2π\left(ft - \frac{x_\Delta}{λ}\right) \Leftrightarrow a = -π^2 \cdot 0,2 \cdot ημ2π\left(0,5t - \frac{2}{2}\right) \Leftrightarrow$$

$$a = -2 \cdot ημ2π\,(0,5t - 1)\,(SI)\ \ (t \geqslant 2s)$$

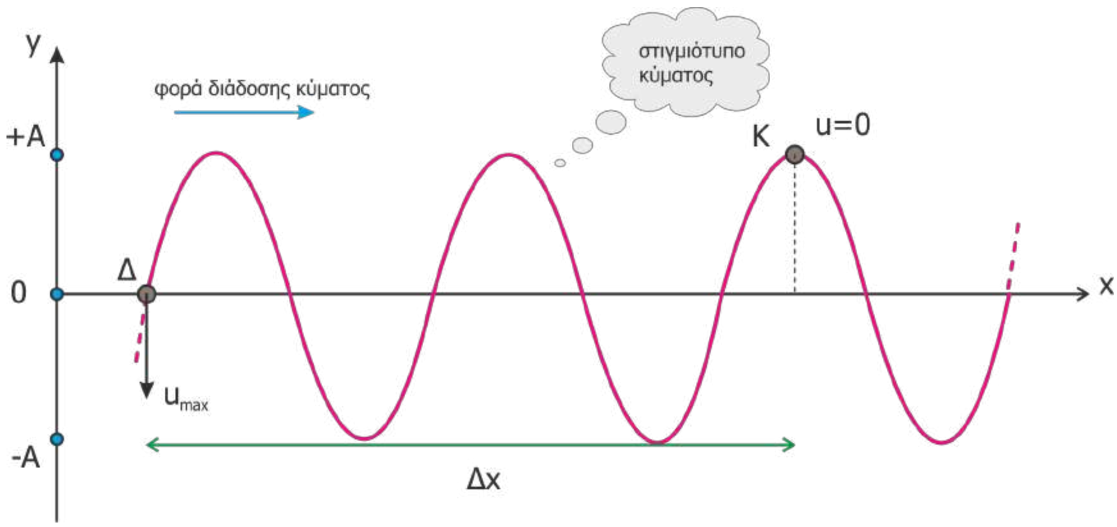
Γ2. *Η φάση ταλάντωσης $φ_Δ$ του σημείου Δ περιγράφεται από τη σχέση:*

$$φ_\Delta = 2π\,(0,5t - 1)\,(SI)\ \ (t \geqslant 2s)$$

Οπότε όταν το σημείο Ο(x=0), έχει εκτελέσει 5 πλήρεις ταλαντώσεις, δηλαδή τη χρονική στιγμή t=5T=10s, η φάση του σημείου Δ είναι:

$$φ_\Delta = 2π(0,5t - 1) \xrightarrow{t=10s} φ_\Delta = 2π(0,5 \cdot 10 - 1) \Leftrightarrow φ_\Delta = 8π\ rad$$

Γ3. *Κατασκευάζουμε ένα στιγμιότυπο του κύματος, όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα και σημειώνουμε τις θέσεις των δύο σημείων Δ και Κ. Παρατηρούμε ότι όταν το σημείο Κ βρίσκεται στην ακραία θέση y_K=+A του άξονα της ταλάντωσής του, ο σημείο Δ διέρχεται από τη ΘΙ του $y_Δ$=0 κινούμενο προς τα αρνητικά $u_Δ$<0 του άξονα της ταλάντωσής του.*



Φυσικά υπάρχουν και άλλοι τρόποι να φτάσουμε στο ίδιο αποτέλεσμα:

Από τη χρονική εξίσωση απομάκρυνσης του σημείου Κ από τη ΘΙ του:

$$y_κ = Aημφ_κ \xrightarrow{y_κ=+A} A = Aημφ_κ \Leftrightarrow ημφ_κ = 1 \Leftrightarrow ημφ_κ = ημ\frac{π}{2}$$

$$φ_κ = 2κπ + \frac{π}{2},\ κ \in Z$$

Τα δύο σημεία Δ και Κ απέχουν μεταξύ τους απόσταση Δx=6,5-2=4,5m επομένως υπολογίζουμε τη διαφορά φάσης Δφ των δύο σημείων:

$$φ_κ = 2π(ft - \frac{x_k}{λ})\ (1)$$

$$φ_Δ = 2π(ft - \frac{x_Δ}{λ})\ (2)$$

$$Δφ = φ_Δ - φ_κ = 2π(ft - \frac{x_Δ}{λ}) - 2π(ft - \frac{x_κ}{λ}) \Leftrightarrow φ_Δ - φ_κ = 2π\frac{Δx}{λ} \Leftrightarrow$$

$$φ_Δ - φ_κ = 2π\frac{4,5}{2} \Leftrightarrow φ_Δ - φ_κ = 4,5π \xrightarrow{φ_κ=2κπ+\frac{π}{2}} φ_Δ = 2κπ + \frac{π}{2} + 4,5π \Leftrightarrow$$

$$φ_Δ = 2κπ + 5π,\ κ \in Z$$

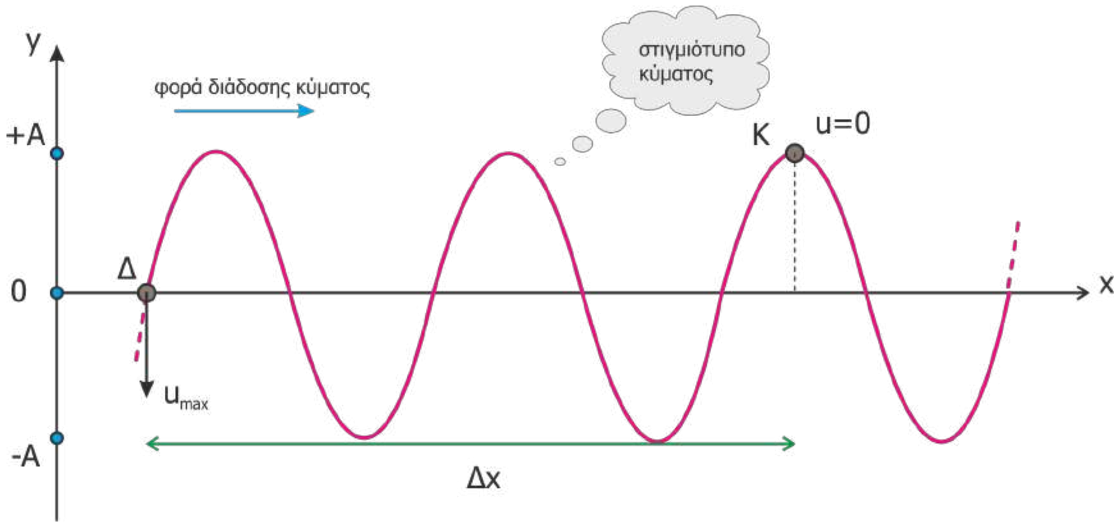
Από τη χρονική εξίσωση απομάκρυνσης του σημείου Δ από τη ΘΙ του:

$$y_Δ = Aημφ_Δ \Leftrightarrow y_Δ = Aημ(2κπ + 5π) \Leftrightarrow y_Δ = Aημ(5π) \Leftrightarrow y_Δ = 0$$

Δηλαδή το σημείο Δ διέρχεται από τη ΘΙ, κινούμενο προς τα αρνητικά!

$$u_\Delta = \omega A \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi_\Delta \Leftrightarrow u_\Delta = \omega A \cdot \sigma\upsilon\nu(2\kappa\pi + 5\pi) \Leftrightarrow$$

$$u_\Delta = \omega A \cdot \sigma\upsilon\nu(5\pi) \Leftrightarrow u_\Delta = -\omega A$$



Γ4. *Για να παραμένουν ακίνητα θα πρέπει ν έχουν σχηματιστεί δεσμοί, οπότε:*

$$x_\Delta \leqslant x \leqslant x_K \Leftrightarrow 2 \leqslant (2k+1)\frac{\lambda}{4} \leqslant 6,5 \Leftrightarrow 2 \leqslant (2k+1)\frac{1}{2} \leqslant 6,5 \Leftrightarrow$$

$$4 \leqslant 2k+1 \leqslant 13 \Leftrightarrow 3 \leqslant 2k \leqslant 12 \Leftrightarrow 1,5 \leqslant k \leqslant 6$$

Οπότε κ=2, 3, 4, 5 και 6 δηλαδή σχηματίζονται 5 δεσμοί.

7+6+6+6=25 μονάδες

Θέμα Δ

Δ1. *Από την εξίσωση της έντασης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος:*

$$E = 5 \cdot 10^{-2} \cdot \eta\mu\pi(10^{15}t - 4 \cdot 10^6 x)\ (SI) \ \Leftrightarrow$$

$$E = 5 \cdot 10^{-2} \cdot \eta\mu 2\pi(\frac{1}{2} \cdot 10^{15}t - 2 \cdot 10^6 x)\ (SI)$$

και την αντίστοιχη σχέση της θεωρίας μας:

$$E = E_{max} \cdot \eta\mu 2\pi (ft - \frac{x}{\lambda})$$

Συγκρίνοντας τις δύο σχέσεις προκύπτει ότι:

$$f = \frac{1}{2} \cdot 10^{15} Hz$$

και

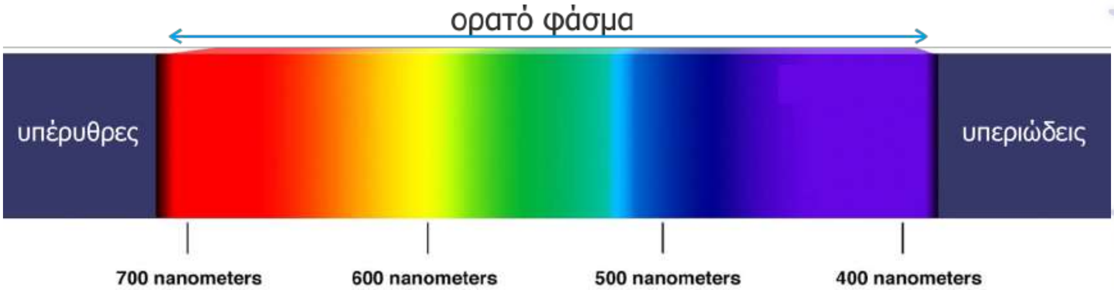
$$\frac{x}{\lambda} = 2 \cdot 10^{6} x \Leftrightarrow \lambda = \frac{1}{2} \cdot 10^{-6} m$$

Παρατήρηση: *Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι μικρότερη από την ταχύτητα διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο κενό, αυτό σημαίνει ότι διαδίδεται σε κάποιο υλικό!*

$$\upsilon_\delta = \lambda \cdot f \Leftrightarrow \upsilon_\delta = \frac{1}{2} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{15} \Leftrightarrow \upsilon_\delta = 2,5 \cdot 10^{8} m/s \ < c$$

Για να καταλάβουμε σε ποια περιοχή του φάσματος είναι η συγκεκριμένη ακτινοβολία, πρέπει να υπολογίσουμε το μήκος κύματός της λ_o όταν διαδίδεται στο κενό:

$$c = \lambda_o \cdot f \Leftrightarrow \lambda_o = \frac{c}{f} \Leftrightarrow \lambda_o = \frac{3 \cdot 10^{8}}{\frac{1}{2} \cdot 10^{15}} \Leftrightarrow \lambda_o = 6 \cdot 10^{-7} m = 600 nm$$



Επομένως, βλέπουμε ότι ανήκει στο ορατό φάσμα!

Δ2. *Για να εκτελεί ένα φωτοηλεκτρόνιο ευθύγραμμη ομαλή κίνηση μέσα στο φίλτρο ταχυτήτων, πρέπει:*

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow E\left|e\right| = Bu_o\left|e\right| \Leftrightarrow u_o = \frac{E}{B} \Leftrightarrow u_o = 10^{5} m/s$$

Η φορά του διανύσματος της έντασης B_1 του μαγνητικού πεδίου φαίνεται στο σχήμα.

Δ3. *Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein:*

$$K_{max} = E - \varphi \Leftrightarrow \varphi = E - K_{max} \quad (1)$$

$$K_{max} = \frac{1}{2}mu_o^2 = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 10^{-31} \cdot 10^{10} \Leftrightarrow K_{max} = 0,045 \cdot 10^{-19} J$$

$$E = hf = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{15} \Leftrightarrow E = 3,3 \cdot 10^{-19} J$$

Οπότε από τη σχέση (1):

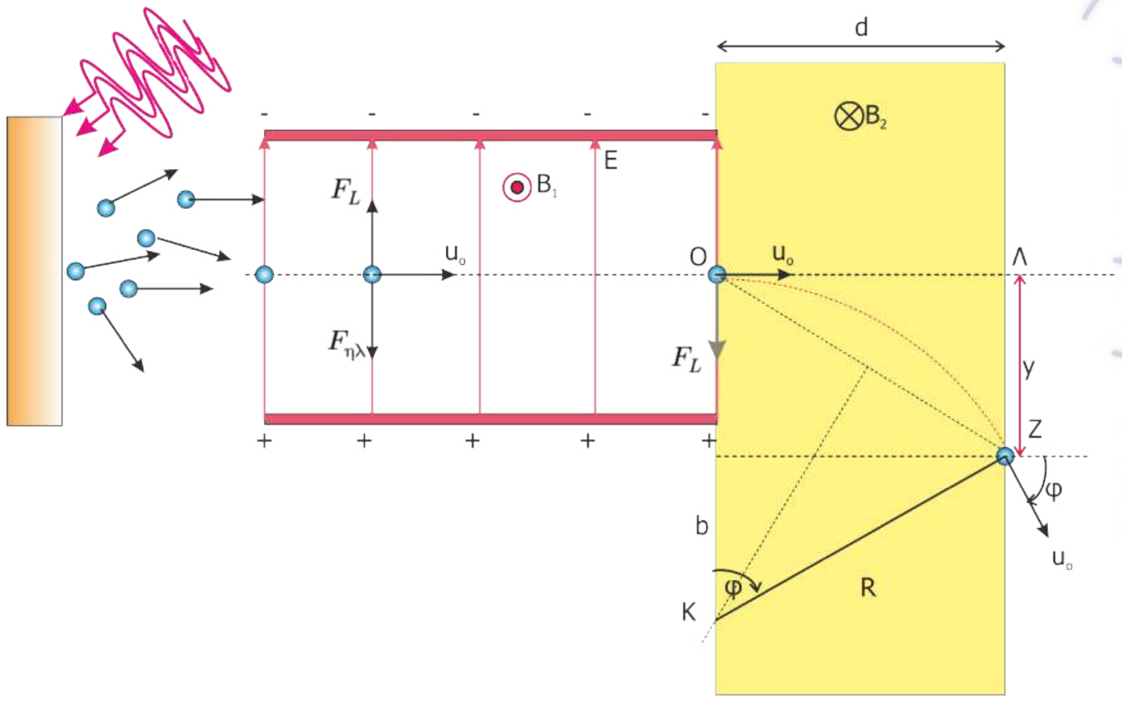
$$\varphi = 3,255 \cdot 10^{-19} J$$

ή (προσεγγιστικά)

$$\varphi = 2\ eV$$

Για τη συχνότητα κατωφλίου f_o ισχύει:

$$\varphi = hf_o \Leftrightarrow f_o = \frac{\varphi}{h} \Leftrightarrow f_o = \frac{3,255 \cdot 10^{-19}}{6,6 \cdot 10^{-34}} \Leftrightarrow f_o = 0,5 \cdot 10^{15} Hz$$



Δ4. *Όταν το ηλεκτρόνιο εισέλθει στο μαγνητικό πεδίο έντασης B, δέχεται δύναμη Lorentz η οποία το αναγκάζει να εκτελέσει ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας R, η οποία είναι ίση με:*

$$R = \frac{mu_o}{B\,|e|} \Leftrightarrow R = \frac{9}{32} \cdot 10^{-2} m$$

Στο επόμενο σχήμα υπολογίζουμε την απόσταση b:

$$b = R \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \Leftrightarrow b = \frac{R}{2}$$

Οπότε η κατακόρυφη εκτροπή y του σωματιδίου είναι:

$$y = R - b \Leftrightarrow y = \frac{R}{2} \Leftrightarrow y = \frac{9}{64} \cdot 10^{-2} m$$

6+6+6+7=25 μονάδες