ΘΕΜΑ Α

A_1 →γ, **Α2** →α, **Α3** →β, **Α4** →δ

Α5. α →Σ, β →Σ, γ →Λ, δ →Λ, ε →Σ

ΘΕΜΑ Β

B1. $t_1 = t_B + \Delta t_{(\text{ταλάντωσης B})}$ (1)

t_B: η χρονική στιγμή κατά την οποία το κύμα φτάνει στο σημείο Β.

$\Delta t_{(\text{ταλάντωσης B})}$: η χρονική διάρκεια ταλάντωσης του Β από τη στιγμή που φτάνει το κύμα σε αυτό μέχρι τη στιγμή t_1.

Επιπλέον $\Delta t_{(\text{ταλάντωσης B})} = T/4$ (είναι το χρονικό διάστημα από τη στιγμή από το κύμα φτάνει στο σημείο Β μέχρι τη χρονική στιγμή που θα βρεθεί για πρώτη φορά στη θέση y = +A).

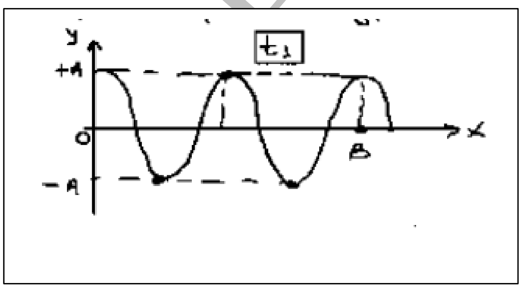
Συνεπώς $\frac{9T}{4} = t_B + \frac{T}{4} \to t_B = 2T \to \frac{x_B}{u_\delta} = 2\frac{\lambda}{u_\delta} \to \chi_B = 2\lambda$

$$y = A \cdot \eta\mu\left[2\Pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right] \xRightarrow{t=\frac{9T}{4}} y = A \cdot \eta\mu\left[2\pi\left(\frac{9}{4} - \frac{x}{\lambda}\right)\right] \quad (1)$$

Θέτοντας τη φάση ίση με το μηδέν βρίσκουμε μέχρι ποια απόσταση έχει διαδοθεί το κύμα οπότε έχουμε:

Η φάση είναι από (1): $\varphi = 2\pi\left(\frac{9}{4} - \frac{x}{\lambda}\right) \Rightarrow 0 = \frac{9}{4} - \frac{x}{\lambda} \Rightarrow x = \frac{9\lambda}{4}$

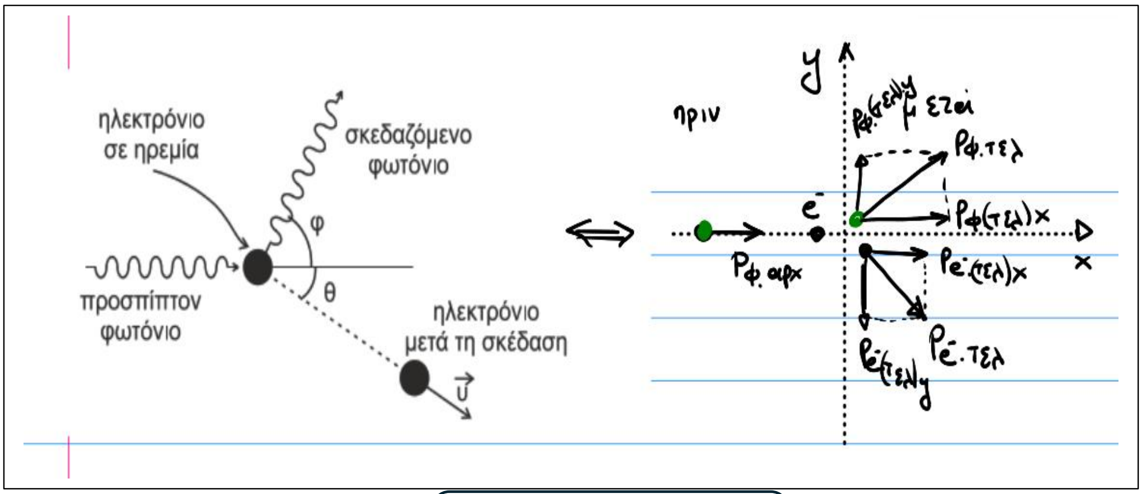
Φτιάχνουμε το στιγμιότυπο και προκύπτει η παρακάτω εικόνα:



Από τη γραφική παράσταση προκύπτει ότι ανάμεσα στο Ο και στο Β υπάρχουν 3 σημεία που βρίσκονται στη θέση μέγιστης απομάκρυνσης.

Άρα η σωστή απάντηση είναι η (ii)

B2. Σωστή απάντηση είναι η (i)



$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e \cdot C} \cdot (1 - \sigma\upsilon\nu\phi) \rightarrow \boxed{\lambda' - \lambda = \frac{h}{2m_e \cdot C} \quad (1)}$$

Εφαρμόζουμε Α.Δ.Ο. σε κάθε άξονα:

Άξονας y΄y: $\vec{P}_{\alpha\rho\chi(y)} = \overrightarrow{P_{T}}_{\varepsilon\lambda(y)} \Rightarrow 0 = p'_{\phi}\eta\mu\varphi - p'_e\eta\mu\theta \rightarrow P'_{\phi}\frac{\sqrt{3}}{2} = P'_e \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$ $\boxed{p'_e = p'_{\phi} \cdot \sqrt{3}}$ (2)

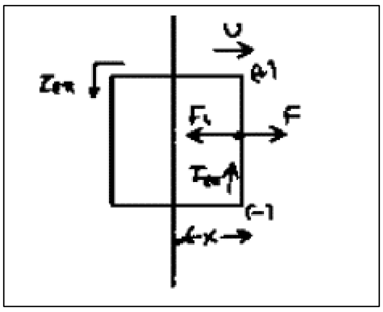
Άξονας x΄x: $p_{\Phi} = p'_{\varphi,x} + p'_{e,x} \rightarrow p_{\Phi} = p'_{\varphi}\sigma\upsilon\nu\varphi + p'_e\,\sigma\upsilon\nu\theta \rightarrow p_{\Phi} = \frac{p'_{\varphi}}{2} + \frac{p'_e\sqrt{3}}{2}$->

$\overset{(2)}{\Rightarrow} p_{\Phi} = 2p'_{\varphi}$ -> $\frac{h}{\lambda} = 2\frac{h}{\lambda'} \rightarrow \boxed{\lambda' = 2\lambda}$ (3)

Από (1) και (3) συνάγεται ότι: $\boxed{\lambda = \frac{h}{2m_e c}}$

B3. α) Σωστή απάντηση η (i).

Αρχικά μέχρι να εισέλθει όλο το πλαίσιο μέσα στο μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται η μαγνητική ροή από την επιφάνεια που ορίζουν οι πλευρές του οπότε έχουμε εμφάνιση ΗΕΔ από επαγωγή, η οποία δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα. Για να κινείται το πλαίσιο με σταθερή ταχύτητα θα πρέπει να ασκούμε εξωτερική δύναμη αντίθετη από τη δύναμη Laplace.



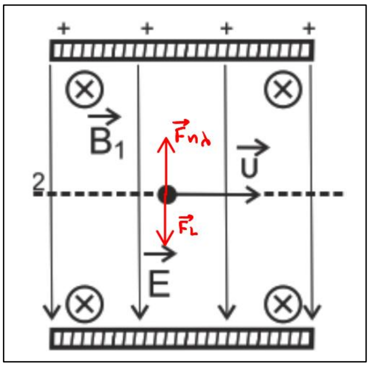
Από τον 1° Νόμο του Newton έχουμε: $\Sigma F = 0 \rightarrow F = F_L = BIa = B\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R}\alpha = B\frac{B\upsilon\alpha}{R}\alpha \rightarrow F = \frac{B^2\upsilon a^2}{R} = \sigma\tau\alpha\theta\varepsilon\rho\acute{\eta}$

Όταν το πλαίσιο εισέλθει ολόκληρο στο μαγνητικό πεδίο η μαγνητική ροή είναι σταθερή Φ = σταθερή, -->ΔΦ = 0, οπότε: $E_{\varepsilon\pi}$=0->$I_{\varepsilon\pi}$=0->F_L=0,άρα πλέον δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει η εξωτερική δύναμη F για να έχει σταθερή ταχύτητα το πλαίσιο, μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 που θα αρχίσει να εξέρχεται από το Ο.Μ.Π.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Για τα ιόντα που δεν εκτρέπονται θα πρέπει η συνισταμένη των δυνάμεων που δέχονται να είναι μηδέν δηλαδή F_{Lorenz} και η δύναμη από το ηλεκτρικό πεδίο πρέπει να είναι αντίθετες οπότε έχουμε:

$\Sigma\vec{F} = 0 \Longrightarrow F_{\eta\lambda} = F_{Lor} \Longrightarrow F_{\eta\lambda} = B_1 u|q|(1)$. Από την εξίσωση προκύπτει ότι μόνο τα ιόντα με το κατάλληλο μέτρο ταχύτητας $\vec{u}$ μπορούν να κινηθούν ευθύγραμμα. Τα υπόλοιπα ή θα εκτραπούν προς τα πάνω ή προς τα κάτω



Γ2. Από τη σχέση (1) λύνοντας ως προς την ταχύτητα u έχουμε:

$$u = \frac{F_{\eta\lambda}}{B_1|q|} = \frac{|q|E}{B_1|q|} \Longrightarrow \boxed{u = \frac{E}{B_1}}(2) \Longrightarrow u = 5.10^4 \text{m/s}$$

Γ3. *Από τη σχέση (2) προκύπτει ότι το μέτρο της ταχύτητας των ιόντων που δεν εκτρέπονται δεν εξαρτάται από τη μάζα τους. Η ακτίνα όμως της κυκλικής τροχιάς που διαγράφουν τα ιόντα στο μαγνητικό πεδίο έντασης B_2 εξαρτάται από τη μάζα τους σύμφωνα με τη σχέση:* $\boxed{R = \frac{mu}{B_2|q|}}$*(3) Συγκεκριμένα η ακτίνα R είναι ανάλογη με τη μάζα m.*

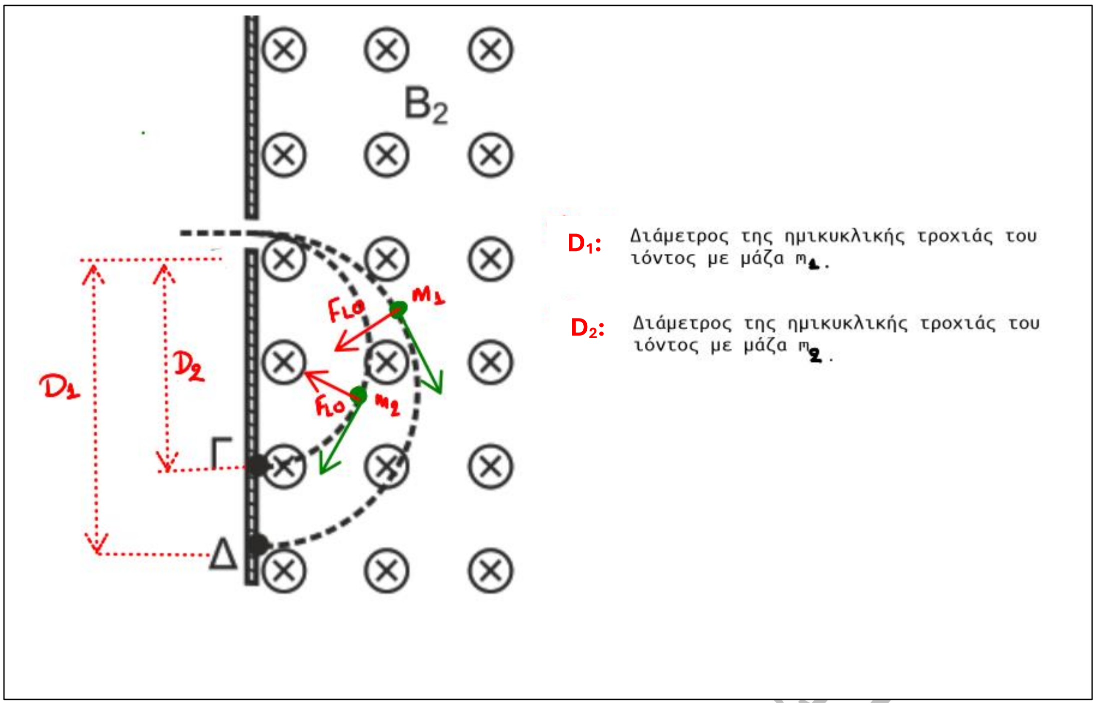
Επειδή $m_1 > m_2$ και συνδυαστικά με τη σχέση (3) έχουμε:

$R_1 = \frac{m_1 u}{B_2|q|}$ και $R_2 = \frac{m_2 u}{B_2|q|}$ και $R_1 > R_2$. Επιπλέον για τη σχέση ακτίνας R και διαμέτρου D έχουμε: D = 2R

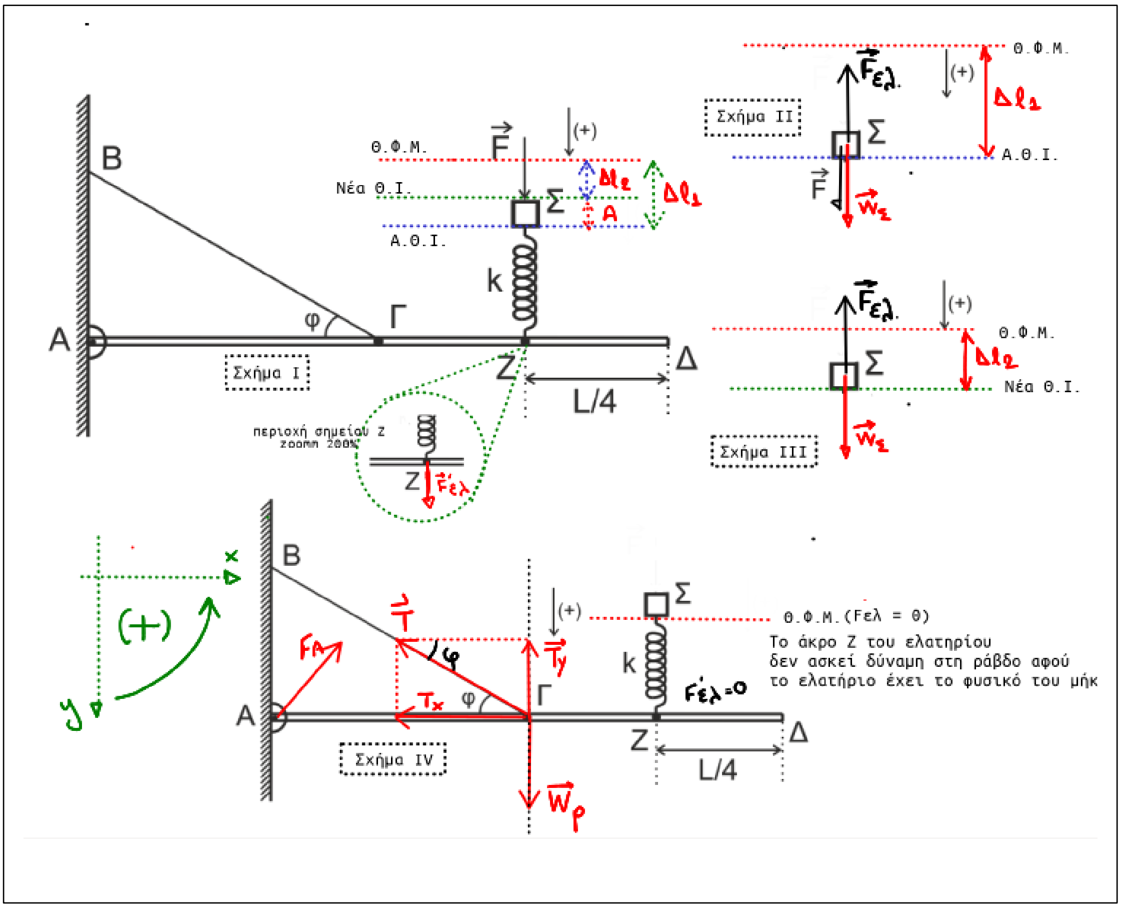
Από το παρακάτω σχήμα προκύπτει: (ΓΔ) = $R_1 - R_2$ → (ΓΔ) = $\frac{m_1 u}{B_2|q|} - \frac{m_2 u}{B_2|q|} \Rightarrow$

(ΓΔ) = $\frac{(m_1 - m_2)u}{B_2|q|}$ Στην άσκηση η πληροφορία ότι (ΓΔ)= 0.02m είναι περιττή.

Οπότε στο σημείο Δ προσκρούει το ιόν με τη μεγαλύτερη μάζα, δηλαδή με τη μάζα m_1 ενώ στο Γ το ιόν μάζας m_2.



ΘΕΜΑ Δ



Επεξηγήσεις συμβολισμών στο σχήμα	
Θ.Φ.Μ.	Θέση Φυσικού Μήκους του ελατηρίου (εδώ $\Delta l = 0 \rightarrow F_{ελατ} = 0$)
Α.Θ.Ι.	αρχική θέση ισορροπίας του Σ.
Δl_1	η απόσταση της Α.Θ.Ι. από τη Θ.Φ.Μ.
Ν.Θ.Ι.	Νέα Θέση ισορροπίας μετά την κατάργηση της $\vec{F}$
Δl_2	η απόσταση της Ν.Θ.Ι. από τη Θ.Φ.Μ.
Α	Πλάτος της Α.Α.Τ. που θα εκτελέσει το σώμα μετά την κατάργηση της $\vec{F}$

Κάποια από τα δεδομένα που δίνει η εκφώνηση του προβλήματος δε χρειάζονται για τη λύση του.

Δ1. Αρχικά το σώμα Σ ισορροπεί κάτω από την επίδραση των δυνάμεων του βάρους του $\vec{w}_Σ$, της $\vec{F}$ και της δύναμης του ελατηρίου $\vec{F}_{ελ}$. Κοιτώντας το σχήμα (ΙΙ) έχουμε:

$$Σ\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F} + \vec{F}_{ελ.} + \vec{w}_Σ \overset{(+\downarrow)}{\Longrightarrow} F + w_Σ - F_{ελ.} = 0 \Longrightarrow F = kΔl_1 - mg \Longrightarrow \boxed{F = 20N}$$

Δ2. Μετά την κατάργηση της δύναμης $\vec{F}$ το σώμα δεν μπορεί να ισορροπήσει στην αρχική θέση που ισορροπούσε.

Στη Ν.Θ.Ι. η $Σ\vec{F} = 0$ (1) και η θέση αυτή απέχει από τη Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου απόσταση $Δl_2$.

Από τη σχέση (1) προκύπτει για τα μέτρα των δυνάμεων: $w_Σ = F_{ελ.} \Rightarrow kΔl_2 = mg \Rightarrow$

$$\boxed{Δl_2 = \frac{mg}{k} = 0{,}1m.}$$

Τη στιγμή $t_o = 0$ που καταργούμε τη δύναμη $\vec{F}$ το σώμα Σ ήταν ακίνητο, δηλαδή η ταχύτητα του είχε μέτρο $u = 0$, και αμέσως μετά ξεκινά Α.Α.Τ. Άρα η Α.Θ.Ι. συμπίπτει με μία από τις δύο ακραίες θέσεις της Α.Α.Τ. Συνεπώς η απόσταση της Α.Θ.Ι. από τη νέα ακραία θέση (Ν.Α.Θ.) είναι το πλάτος Α της Α.Α.Τ. Από τη γεωμετρία του σχήματος (βλέπε σχήμα Ι) έχουμε: $A = Δl_1 - Δl_2 \Longrightarrow \boxed{A = 0{,}2m}$

Δ3. Η εξίσωση απομάκρυνσης - χρόνου (y – t), έχει τη μορφή: $\boxed{y = A\,ημ(ωt + φ_o)}$(1), με y την απομάκρυνση του σώματος από Θ.Ι.Τ (δηλαδή τη Ν.Θ.Ι.), ω η γωνιακή συχνότητα της Α.Α.Τ. και $φ_o$ η αρχική της φάση.

Υπολογισμός της ω:

$$D = k = m.ω^2 \Longrightarrow ω = \sqrt{\frac{k}{m}} \Longrightarrow \boxed{ω = 10\ {rad}/{s}}$$

Υπολογισμός της $φ_o$:

Τη στιγμή $t_o = 0$ το σώμα βρίσκεται σε θέση με απομάκρυνση y = +A (η εκφώνηση μας ζητά να θεωρήσουμε θετική φορά προς τα κάτω).

Επιστρέφοντας στην (1) και με αντικατάσταση των παραπάνω τιμών προκύπτει:

(1)$\Longrightarrow A = Aημ(ω.0 + φ_o) \Longrightarrow ημ(φ_o) = 1$, με τον περιορισμό τιμών για την αρχική φάση: $0 \le φ_o < 2π$, επομένως $\boxed{φ_o = \frac{π}{2}\,rad}$

Συνεπώς η ζητούμενη χρονική εξίσωση είναι: $\boxed{y = 0{,}2ημ(10t + \frac{π}{2})\ (S.I.)}$

Δ4. Λαμβάνοντας υπόψη το σχήμα (IV), και από το γεγονός ότι η ράβδος ισορροπεί, από την εξίσωση στροφικής ισορροπίας υπολογίζοντας τις ροπές των δυνάμεων ως προς το Α προκύπτει:

$$Σ\vec{τ}_{(A)} = 0 \Rightarrow \cancel{\vec{τ}_F} + \cancel{\vec{τ}_{Tx}} + \vec{τ}_{Ty} + \vec{τ}_{w_{ράβδου}} = 0 \Rightarrow +T_y.\cancel{\frac{L}{2}} - w_{ράβδου}.\cancel{\frac{L}{2}} = 0 \Rightarrow$$

$$T.ημ(30^o) = M_ρ.g \Rightarrow T\frac{1}{2} = 4.10 \Longrightarrow \boxed{T = 80\ N}$$

Φροντιστηριακός οργανισμός ΑΝΕΛΙΞΗ

Επιμέλεια λύσεων Νίκος Κορδατζάκης - Φυσικός