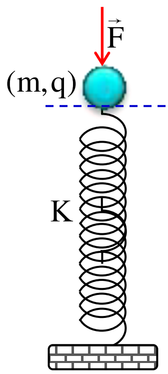
34^o Επαναληπτικό κριτήριο -Εργασία

Α΄ Ομάδα θεμάτων

(Η Α΄ ομάδα περιλαμβάνει 8 θέματα που ελέγχεται με δικαιολόγηση η επιλογή της σωστής πρότασης ή ελέγχεται με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο κάποιας πρότασης)

Θέμα Α.1

Ένα κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς Κ είναι ακλόνητα στερεωμένο στο δάπεδο και στο πάνω άκρο του υπάρχει δεμένο με μονωτικό τρόπο φορτισμένο σωματίδιο (m,q) που ισορροπεί. Κάποια στιγμή εφαρμόζουμε στην περιοχή κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, που ασκεί στο φορτισμένο σωματίδιο σταθερή δύναμη $\vec{F}$ με φορά προς τα κάτω και το σωματίδιο εκτελεί ταλάντωση πλάτους A_1 .



- Αν η ανωτέρω ηλεκτρική δύναμη $\vec{F}$ καταργηθεί στην μέγιστη δυνατή παραμόρφωση του ελατηρίου, η ταλάντωση που ακολουθεί έχει πλάτος A_2 .
- Αν η ανωτέρω ηλεκτρική δύναμη $\vec{F}$ ασκούνταν από την αρχική θέση ισορροπίας και μόνο για μετατόπιση $\Delta y = 0{,}5A_1$, η ταλάντωση που ακολουθεί έχει πλάτος A_3 .

Αν για όλες τις ανωτέρω ταλαντώσεις δίνεται ότι είναι απλές αρμονικές ταλαντώσεις με σταθερά επαναφοράς $D = K$ τα πλάτη αυτών συνδέονται με τις σχέσεις:

α. $A_2 = 2A_1$ και $A_3 = A_1\dfrac{\sqrt{2}}{2}$

β. $A_2 = 2A_1$ και $A_3 = A_1$

γ. $A_2 = A_1\sqrt{2}$ και $A_3 = A_1\dfrac{\sqrt{3}}{2}$

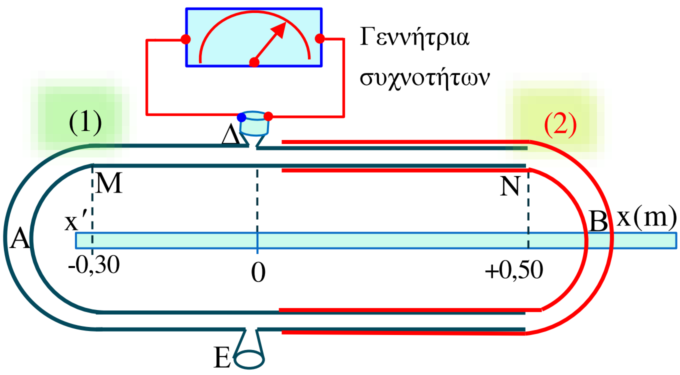
Επιλέξετε με δικαιολόγηση τη σωστή πρόταση.

Θέμα Α.2

Η διάταξη του σχήματος – που ονομάζεται σωλήνας ή συμβολόμετρο Quincke- αποτελείται από δύο σωλήνες,

- τον σωλήνα (1) που είναι ακλόνητος με σταθερό μήκος για την διαδρομή ΔΜΑΕ,

- τον σωλήνα (2) που μπορεί να μετακινείται έτσι ώστε, να μπορεί να μεταβάλλεται το μήκος για την διαδρομή ΔΝΒΕ.



Μια γεννήτρια ηχητικών κυμάτων ακουστών συχνοτήτων δημιουργεί ηχητικό κύμα συχνότητας f=1700Hz που οδηγείται καταλλήλως μέσω της διάταξης Δ στους σωλήνες. Μόλις το ηχητικό κύμα εισέλθει στους σωλήνες χωρίζεται σε δύο μέρη- κύματα της ίδιας συχνότητας και διαδίδεται μέσω του αέρα των σωλήνων με ταχύτητα υ=340m/s. Τα δύο αυτά ηχητικά κύματα συμβάλλουν στην έξοδο Ε. Μετακινώντας τον σωλήνα (2) η διαφορά αποστάσεων που διαγράφουν τα κύματα στους σωλήνες (2) και (1) από το Δ μέχρι το Ε μεταβάλλεται, οπότε ακούμε ήχο αυξομειούμενης έντασης. Για την μέτρηση της ανωτέρω διαφοράς αποστάσεων των κυμάτων μέχρι τη συμβολή υπάρχει βαθμολογημένος άξονας $x'x$. Για ευκολία μετρήσεων αν θέσουμε x=0 στις θέσεις των Δ και Ε παρατηρούμε ότι το άκρο Μ του ευθυγράμμου ακλόνητου τμήματος είναι στη θέση x_1=-0,30m , όπως στο σχήμα. Μετακινούμε τον σωλήνα (2) και όταν το άκρο του ευθυγράμμου τμήματος αυτού Ν είναι στη θέση x_2=+0,50m ακούμε ήχο έντασης Ι. Συνεχίζοντας την μετακίνηση του σωλήνα (2) προς τα δεξιά και όταν τον Ν είναι σε θέση $x_3>x_2$ η ένταση του ήχου σχεδόν μηδενίζεται για $2^η$ φορά μετά την ένταση Ι που ακούμε όταν το Ν ήταν στην x_2.

α. Η ένταση Ι του ήχου στη θέση x_2=+0,50m ήταν η μέγιστη δυνατή.

β. Η θέση x_3 έχει τιμή $x_3 = +0{,}65\text{m}$.

Θερμαίνουμε την περιοχή των σωλήνων οπότε ο αέρας των σωλήνων θερμαίνεται και η ταχύτητα διάδοσης των ηχητικών κυμάτων μεταβάλλεται και στη φάση αυτή δύο διαδοχικά μέγιστα του ήχου λαμβάνονται για μετατόπιση του σωλήνα (2) κατά 11cm.

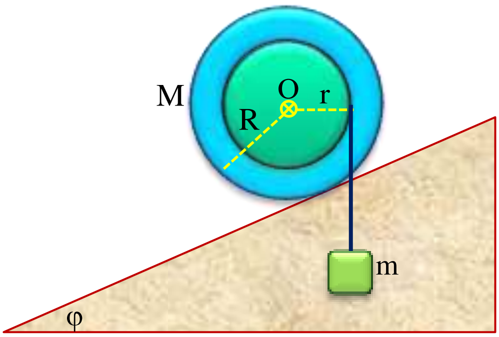
γ. Η ταχύτητα διάδοσης των ηχητικών κυμάτων στον θερμαινόμενο αέρα των σωλήνων είναι υ′=748m/s

Επιλέξετε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.

(*) Η ένταση του ήχου είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους των ηχητικών κυμάτων. Συνεπώς σε μέγιστη ένταση ήχου έχουμε ενισχυτική συμβολή και σε (σχεδόν) μηδενισμό του ήχου αναιρετική συμβολή.
(*) Το μήκος των κυκλικών τμημάτων των δύο σωλήνων έχουν ίδιο μήκος.

Θέμα Α.3

Ένα ξύλινο καρούλι έχει μάζα M ακτίνα κυλίνδρου r και ακτίνα τροχών $R = \frac{4}{3}r$. Στον κύλινδρο του καρουλιού είναι τυλιγμένο αβαρές μη εκτατό νήμα από το οποίο κρέμεται μεταλλικό σώμα Σ μάζας m.
Όλη η διάταξη ισορροπεί πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας $\varphi=30^0$, όπως στο σχήμα.



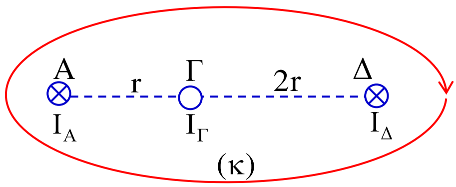
α. Ο λόγος των μαζών $\frac{M}{m}$ έχει τιμή $\frac{M}{m} = \frac{1}{2}$.

β. Ο συντελεστής στατικής τριβής έχει τιμές $\mu_{στ} \geq \frac{1}{3}$.

Επιλέξετε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.

Θέμα Α.4

Τρεις ομοεπίπεδοι ρευματοφόροι παράλληλοι αγωγοί του ιδίου μήκους Α, Γ, Δ διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_A = I$, I_Γ και $I_\Delta = I$ με τα ρεύματα των αγωγών Α, Δ να είναι ομόρροπα, ενώ δεν είναι γνωστή η φορά του ρεύματος του αγωγού Γ. Οι αγωγοί Α, Γ απέχουν απόσταση r και οι αγωγοί Γ, Δ απέχουν απόσταση 2r , η δε δύναμη Laplace που δέχεται ο αγωγός Δ από τα μαγνητικά πεδία των δύο άλλων αγωγών έχει μηδενική τιμή. Θεωρούμε μια κλειστή γραμμή (κ) του σχήματος με την ωρολογιακή φορά ως θετική και μέσα από την οποία διέρχονται οι ανωτέρω ρευματοφόροι αγωγοί.



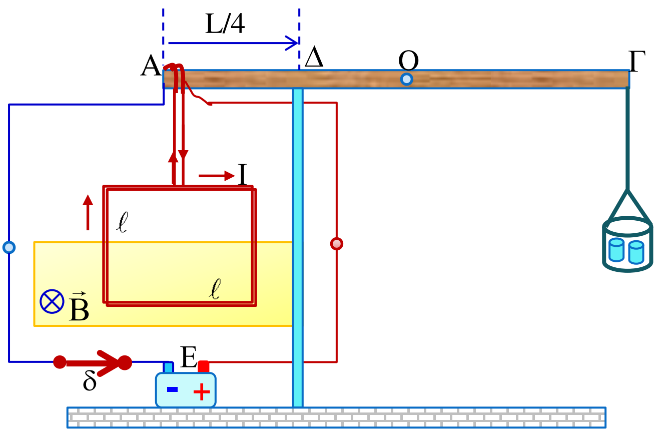
Η κυκλοφορία του μαγνητικού πεδίου για την γραμμή (κ) έχει τιμή,

α. $\sum_{(\kappa)} B\Delta\ell\sigma\upsilon\nu\theta = -\frac{4}{3}\mu_0 I$ **β.** $\sum_{(\kappa)} B\Delta\ell\sigma\upsilon\nu\theta = \frac{2}{3}\mu_0 I$

γ. $\sum_{(\kappa)} B\Delta\ell\sigma\upsilon\nu\theta = \frac{4}{3}\mu_0 I$ **δ.** $\sum_{(\kappa)} B\Delta\ell\sigma\upsilon\nu\theta = -2\mu_0 I$

Επιλέξετε με δικαιολόγηση τη σωστή σχέση.

Θέμα Α.5



Στο σχήμα φαίνεται μια ομογενής ράβδος ΑΓ μήκους L και μάζας M που στηρίζεται σε κατακόρυφο στύλο σε ένα σημείο Δ που απέχει από το άκρο Α απόσταση L/4. Ένα τετράγωνο αγώγιμο πλαίσιο, μάζας m_1 με μήκος πλευράς ℓ, N σπειρών και αντίστασης R* ανά μονάδα μήκους, κρέμεται και τροφοδοτείται μέσω δύο αβαρών καλωδίων και διακόπτη δ από ιδανική πηγή συνεχούς ΗΕΔ Ε. Στην περιοχή του πλαισίου υπάρχει από το μέσον των κατακορύφων πλευρών και κάτω οριζόντιο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ με φορά αυτή του σχήματος. Αρχικά ο διακόπτης είναι ανοικτός και η όλη διάταξη για να ισορροπεί με τη ράβδο ΑΓ οριζόντια, από το άλλο άκρο της ράβδου έχουμε κρεμάσει δοχείο Σ μάζας m_2. Κλείνουμε τον διακόπτη δ και για να ισορροπεί το σύστημα -με τη ράβδο οριζόντια- πρέπει στο δοχείο να βάλλουμε ένα πλήθος από n μικρά βαράκια μάζας m το καθένα. Αν g είναι η επιτάχυνση βαρύτητας και τα καλώδια σύνδεσης δεν επηρεάζουν την ισορροπία του συστήματος, η ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου έχει τιμή,

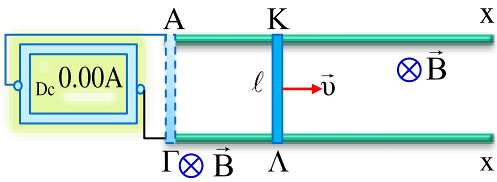
α. $B=\frac{3}{4}\frac{R^*}{E}(nm+M)g$ **β.** $B=3\frac{R^*}{E}\frac{nmg}{\ell}$

γ. $B=12\frac{R^*}{E}nmg$ **δ.** $B=4\frac{R^*}{E}(nm+M-m_1-m_2)g$

Επιλέξετε με δικαιολόγηση τη σωστή σχέση.

Θέμα Α.6

Δύο οριζόντιοι ακλόνητοι αγωγοί οδηγοί Αx και Γx′ απέχουν απόσταση ℓ=1m, έχουν αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 0{,}5\Omega/m$ και είναι ακλόνητα στερεωμένοι πάνω σε οριζόντιο μονωτικό δάπεδο και τα άκρα τους συνδέονται με ιδανικό ψηφιακό αμπερόμετρο συνεχούς (με αμελητέα ωμική αντίσταση). Στην περιοχή υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ένας άλλος αγωγός ΚΛ μήκους ℓ=1m – χωρίς αντίσταση- την $t_0 = 0$ είναι στη θέση ΑΓ και τον βάλλουμε με οριζόντια με ταχύτητα υ=0,5m/s ενώ ταυτόχρονα ασκούμε κατάλληλη οριζόντια δύναμη ώστε η ανωτέρω αρχική ταχύτητα να είναι παραμένει σταθερή. Διαβιβάζουμε τις ενδείξεις του αμπερομέτρου σε υπολογιστή και παίρνουμε τον παρακάτω πίνακα τιμών για τις ενδείξεις του αμπερομέτρου και την αντίστοιχη χρονική στιγμή μέτρησης.



t(s)	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
I(mA)	400	200	133	100	80

α. Να γίνει σε βαθμολογημένους άξονες η γραφική παράσταση της έντασης ρεύματος Ι σε συνάρτηση με το αντίστροφο της χρονικής στιγμής $\left(\frac{1}{t}\right)$ και να εξηγήσετε θεωρητικά ότι είναι ευθεία.

β. Από την ανωτέρω γραφική παράσταση $I = f(1/t)$ βρίσκουμε ότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι,

β.1 B=0,15T **β.2** B=0,20T **β.3** B=0,25T **β.4** B=0,30T

Επιλέξετε με δικαιολόγηση τη σωστή σχέση.

Θέμα Α.7

Σε δύο συσκευές φωτοηλεκτρικού φαινομένου (1) και (2) με καθόδους που είναι επικαλυμμένες με μέταλλα καίσιο (Cs) και μόλυβδο (Pb) ρίχνουμε μονοχρωματικές διαφορετικές ακτινοβολίες και για το φωτόρευμα στις συσκευές παρατηρούμε ότι οι τάσεις αποκοπής είναι αντίστοιχα V_{01} και V_{02} με $V_{02} = 3V_{01}$.

Αν -από πίνακα τιμών- γνωρίζουμε ότι οι μέγιστες τιμές των μηκών κύματος που πρέπει να προσπέσουν στις συσκευές (1) και (2) για να υπάρχει έξοδος φωτοηλεκτρονίων είναι λ_{01} και λ_{02} αντίστοιχα με $\lambda_{01} = 3\lambda_{02}$.

α. για το έργα εξαγωγής φ_1 από το καίσιο και φ_2 από το μόλυβδο ισχύει $\varphi_1 = 3\varphi_2$.

Για να υπάρχει η ανωτέρω σχέση για τις τάσεις αποκοπής του φωτορεύματος στις συσκευές (1) και (2) , οι αντίστοιχες προσπίπτουσες ακτινοβολίες πρέπει να έχουν ,

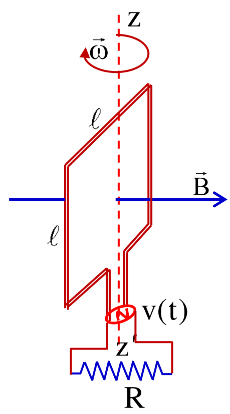
β. ορμές p_1 και p_2 με $p_2 = 3p_1$,

γ. μήκη κύματος λ_1 και λ_2 με $\lambda_2 = 3\lambda_1$

Επιλέξετε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.

Θέμα Α.8

Το τετράγωνο πλαίσιο του σχήματος αμελητέας αντίστασης, Ν σπειρών και εμβαδού σπείρας Α είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ και εκείνη τη στιγμή η μαγνητική ροή μέσα από μια σπείρα του πλαισίου έχει τιμή Φ_0. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αρχίζουμε να το στρέφουμε με σταθερή γωνιακή ταχύτητα περί άξονα $z'z$ του πλαισίου κάθετο σε δύο απέναντι πλευρές αλλά κάθετο στο $\vec{B}$ και η παραγόμενη αρμονικά εναλλασσόμενη τάση έχει πλάτος V_0 και τροφοδοτεί αντιστάτη R. Όταν το πλαίσιο έχει στραφεί κατά γωνία φ=30° η συνολική ροπή των δυνάμεων Laplace ως προς τον άξονα περιστροφής είναι



α) $\tau = \Phi_0 \dfrac{V_0}{2R} N$ **β)** $\tau = \Phi_0 \dfrac{V_0}{4R}$

γ) $\tau = \Phi_0 \dfrac{V_0}{4R} N$ **δ)** $\tau = 2\Phi_0 \dfrac{V_0}{R} N$

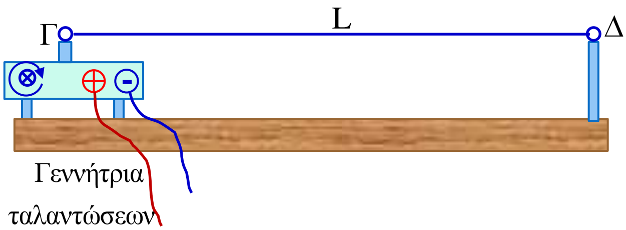
Επιλέξετε με δικαιολόγηση τη σωστή σχέση.

Β΄ Ομάδα θεμάτων

(Η Β ΄ ομάδα περιλαμβάνει 2 θέματα- προβλήματα)

Θέμα Β΄

Στην πειραματική διάταξη του σχήματος η χορδή ΓΔ έχει μήκος L=1,2m είναι τεντωμένη και ακλόνητα στερεωμένη στα άκρα της. Η γεννήτρια ταλαντώσεων δημιουργεί στην αρχή Γ αρμονικό εγκάρσιο κύμα που διαδίδεται στη χορδή και ανακλώμενο στο Δ



συμβάλει με το αρχικό -και αν η συχνότητα έχει κατάλληλη τιμή- δημιουργείται στάσιμο κύμα. Για την παρούσα συχνότητα f δημιουργήθηκε στάσιμο κύμα με έξι (6) συνολικά κοιλίες. Για το στάσιμο αυτό κύμα θεωρούμε ως αρχή μετρήσεων $O(x=0)$ την θέση της $1^{ης}$ μετά το Γ κοιλίας και ως $t_0=0$ τη χρονική στιγμή που η κοιλία αυτή είναι στην θέση ισορροπίας και έχει θετική ταχύτητα ταλάντωσης.

Για κάθε σημείο της χορδής που είναι κοιλία, ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών μεγίστων της ταχύτητας είναι $\Delta t=\frac{1}{180}s$ και αντίστοιχο διανυόμενο διάστημα $s=0{,}12m$.

Β.1 Να υπολογισθεί η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων που έδωσαν το στάσιμο κύμα.

Β.2 Να γραφεί η εξίσωση του στασίμου κύματος για το ανωτέρω σύστημα αναφοράς.

Β.3 Να γραφεί η εξίσωση ταλάντωσης του σημείου Μ που απέχει απόσταση $\Delta x=\frac{1}{15}m$ από την $4^{η}$ κοιλία.

Β.4 Ποια η ελάχιστη (η θεμελιώδης) συχνότητα διέγερσης της χορδής ώστε να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα.

Διεγείρουμε την χορδή με συχνότητα f=40Hz.

Β.5 Εξηγείστε αν για την ανωτέρω συχνότητα δημιουργείται στη χορδή στάσιμο κύμα.

Διεγείρουμε τη χορδή με την ελάχιστη συχνότητα που δημιουργούνται στάσιμα κύματα σε αυτή. Η ταλάντωση της χορδής θέτει σε ταλάντωση τα μόρια του περιβάλλοντος αέρα και δημιουργείται έτσι διάμηκες ηχητικό κύμα.

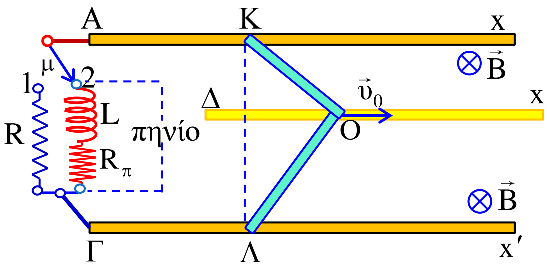
Β.6 Ποιο το μήκος κύματος του διαμήκους ηχητικού κύματος αν η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα είναι $\upsilon=345\text{m/s}$. Εξηγείστε αν το ανωτέρω ηχητικό κύμα γίνεται ακουστικά αντιληπτό από το ανθρώπινο αυτί;

Δίνεται ότι,

- ο ήχος για να γίνεται αντιληπτός από το ανθρώπινο αυτί πρέπει να έχει συχνότητες στην περιοχή $20\text{Hz} \le f \le 20\text{KHz}$
- η εξίσωση του στασίμου κύματος με αρχή x=0 σε θέση κοιλίας και t=0 τη στιγμή που η κοιλία αυτή έχει y=0 και υ>0 είναι $y(x,t) = 2A\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$,
- η τάξη μέτρησης των κοιλιών (1^{η}, 2^{η}, …) είναι από το Γ προς το Δ.

Θέμα Γ΄

Στο σχήμα οι δύο οριζόντιοι αγωγοί-οδηγοί Αx και Γx΄ είναι ακλόνητα στερεωμένοι, απέχουν απόσταση ℓ=1,0m και δεν παρουσιάζουν ωμική αντίσταση. Ένα πραγματικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L=0,2H και ωμική αντίσταση R_π συνδέεται στα άκρα Α και Γ των αγωγών -οδηγών. Ένας άλλος αντιστάτης $R = 1,5\Omega$ συνδέεται αρχικά μόνο το άκρο Γ.



Ένας οριζόντιος λεπτός αγωγός ΚΟΛ αποτελείται από δύο καθέτους αγωγούς συγκολλημένους στο Ο,

- τον ΚΟ μήκους ℓ_1=0,6m και αντίστασης $R_1 = 0,2\Omega$, και
- τον ΛΟ μήκους ℓ_2 και αντίστασης $R_2 = 0,3\Omega$.

Την t_0=0 βάλλουμε οριζόντια το αγωγό ΚΟΛ με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_0$ και αυτός μεταφέρεται χωρίς τριβές με τα άκρα Κ, Λ πάνω στου αγωγούς οδηγούς Αx , Γx΄ και το άκρο Ο σε άλλον αγωγό Δx″. Ταυτόχρονα ασκούμε στον αγωγό αυτόν και στο σημείο Ο οριζόντια δύναμη $\vec{F}$ ώστε η ανωτέρω αρχική ταχύτητα μεταφοράς να παραμένει σταθερή.

Σε όλη την περιοχή επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο Β=1Τ κάθετο στο επίπεδο των αγωγών οδηγών.

Τη χρονική στιγμή $t_0' > t_0$ όταν στο πηνίο έχει ήδη αποκατασταθεί η τελική τιμή της έντασης ρεύματος έχει αποταμιευθεί ενέργεια μαγνητικού πεδίου $U = 0,4J$ και σε όλο το σύστημα εκλύεται θερμική ενέργεια με ρυθμό $\frac{dQ}{dt} = 4\frac{J}{s}$.

Γ.1 Να υπολογισθεί η ωμική αντίσταση R_π του πηνίου και η ταχύτητα μεταφοράς $\vec{\upsilon}_0$ του αγωγού ΚΟΛ.

Μετά την αποκατάσταση της έντασης ρεύματος στο πηνίο να υπολογισθούν,

Γ.2 η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό ΚΟΛ,

Γ.3 η οριζόντια δύναμη $\vec{F}$ ώστε ο αγωγός να μετακινείται με την ανωτέρω σταθερή ταχύτητα.

Κάποια χρονική στιγμή $0 < t_1 < t_0'$ - πριν την αποκατάσταση της έντασης στο πηνίο, που η τάση στα άκρα του πηνίου είναι $V_\pi = 1,5V$, να υπολογισθούν:

Γ.4 ο ρυθμός μεταβολής της έντασης ρεύματος στα άκρα του πηνίου,

Γ.5 η επαγωγική τάση στα άκρα του αγωγού ΟΛ.

Κάποια χρονική στιγμή $t_2 > t_0'$ μετακινούμε τον μεταγωγό από τη θέση (2) στη θέση (1) και συνεχίζουμε να ασκούμε στον αγωγό ΚΟΛ την ίδια εξωτερική δύναμη $\vec{F}$.

Γ.6 Όταν στον αγωγό ΚΟΛ μέσω του έργου της $\vec{F}$ προσφέρεται ενέργεια με ρυθμό $\frac{dE_{\pi\rho o\sigma}}{dt} = 6\frac{J}{s}$, τι ποσοστό αυτής γίνεται ηλεκτρική ενέργεια λόγω επαγωγής;

Γ.7 Να υπολογισθεί η οριακή ταχύτητα που θα αποκτήσει ο αγωγός ΚΟΛ.

Απαντήσεις – Λύσεις

Α΄ Ομάδα θεμάτων
Θέμα Α.1

1η ταλάντωση: Όταν δρα συνεχώς η δύναμη $\vec{F}$…

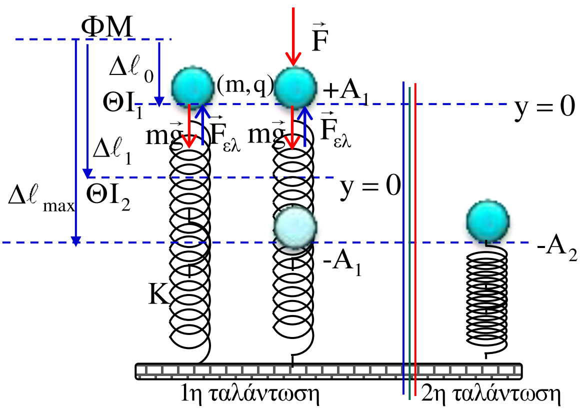
Θέση ισορροπίας χωρίς την δράση της $\vec{F}$ με το ελατήριο σε επιμήκυνση $\Delta\ell_0$,

$$\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow mg = K\Delta\ell_0 \Rightarrow \Delta\ell_0 = \frac{mg}{K} \ (1).$$

Θέση ισορροπίας και με την δράση της $\vec{F}$ με το ελατήριο σε επιμήκυνση $\Delta\ell_1$,

$$\Sigma\vec{F}_y = 0 \Rightarrow mg + F = K\Delta\ell_1 \Rightarrow \Delta\ell_1 = \frac{mg+F}{K} \ (2).$$

Μόλις δρα η $\vec{F}$ και αρχίζει η ταλάντωση, ο ταλαντωτής έχει μηδενική ταχύτητα οπότε η θέση αυτή είναι η ακραία και η απόσταση από την θέση ισορροπίας είναι το πλάτος της ταλάντωσης, $A_1 = \Delta\ell_1 - \Delta\ell_0 \xrightarrow{1,2} A_1 = \frac{F}{K}$ (3).



2η ταλάντωση: Όταν η δύναμη $\vec{F}$ καταργείται στην μέγιστη δυνατή παραμόρφωση του ελατηρίου κατά την 1η ταλάντωση .

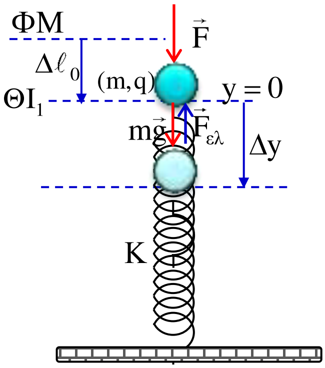
Στην πρώτη ταλάντωση η μέγιστη παραμόρφωση του ελατηρίου είναι στην κατώτερη θέση και είναι $\Delta\ell_{max} = \Delta\ell_0 + 2A_1$ (4).

Στη θέση αυτή που $\upsilon = 0$ αν καταργηθεί η $\vec{F}$, αρχίζει νέα ταλάντωση γύρω από την αρχική θέση ισορροπίας $\Delta\ell_0 = \frac{mg}{K}$, οπότε το νέο πλάτος ταλάντωσης είναι

$$A_2 = \Delta\ell_{max} - \Delta\ell_0 \xrightarrow{(4)} A_2 = 2A_1 \ (5).$$

$3^η$ ταλάντωση: Όταν η δύναμη $\vec{F}$ στην $1^η$ ταλάντωση καταργείται ύστερα από μετατόπιση $|\Delta y|=0{,}5A_1$. Μόλις καταργηθεί η $\vec{F}$ αρχίζει νέα ταλάντωση γύρω από την αρχική θέση ισορροπίας $\Delta\ell_0=\dfrac{mg}{K}$.

Η νέα αυτή ταλάντωση θα έχει ενέργεια όση προσφέρθηκε μέσω του έργου της $\vec{F}$



$$W_F=E_{ταλ}\ \Rightarrow\ F\frac{A_1}{2}=\frac{1}{2}KA_3^2\xrightarrow{(3)}$$

$$F\frac{F}{K}=KA_3^2\Rightarrow\ A_3=\frac{F}{K}\xrightarrow{(3)}A_3=A_1$$

Άρα $A_2=2A_1$ και $A_3=A_1$, άρα **σωστή η πρόταση (β)**.

Θέμα Α.2

α) Μήκος διαδρομής ηχητικού κύματος στο σωλήνα (2),

r_2=(ΔΝΒΕ)=2(0,50-0)+d=1,00+d (S.I) (d μήκος κυκλικού τόξου),

Μήκος διαδρομής ηχητικού κύματος στο σωλήνα (1),

r_1=(ΔΜΑΕ)=2(0-(-0,30))+d=0,60+d (S.I) (d μήκος κυκλικού τόξου),

Διαφορά «δρόμων» ηχητικών μέχρι τη συμβολή ,

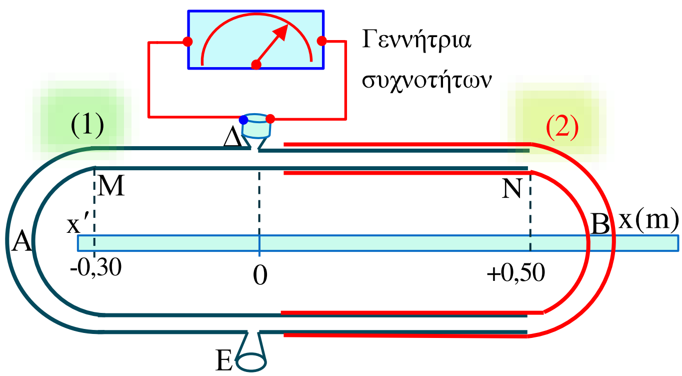
$r_2-r_1=(1{,}00+d)-(0{,}60+d)\ \Rightarrow\ r_2\text{-}r_1=0{,}40\text{ m}$.

Μήκος κύματος : $\upsilon=\lambda f\ \Rightarrow\lambda=\dfrac{\upsilon}{f}\Rightarrow\lambda=\dfrac{340\text{m/s}}{1700\text{Hz}}\Rightarrow\lambda=0{,}2\text{m}$.

Παρατηρούμε ότι,

$$\frac{r_2\text{-}r_1}{\lambda}=\frac{0{,}40}{0{,}20}=2$$

$\Rightarrow r_2\text{-}r_1=2\lambda$ και επειδή ισχύει η σχέση $r_2\text{-}r_1=\kappa\lambda$ με κ=2 έχουμε ενισχυτική συμβολή με μέγιστη ένταση ήχου , **α-σωστό**.



β) Για κ=2 και r_2-r_1=2λ έχουμε ενίσχυση.

Για έχουμε απόσβεση πρέπει $r_2\text{-}r_1=(2κ+1)\frac{λ}{2}$ και για κ=2 $\Rightarrow r_2\text{-}r_1=5\frac{λ}{2}$ έχουμε την 1η απόσβεση μετά την ενίσχυση για κ=2.

Για κ=3 $\Rightarrow r_2\text{-}r_1=(2κ+1)\frac{λ}{2} \Rightarrow$ $r_2\text{-}r_1=7\frac{λ}{2}$ έχουμε την 2η απόσβεση μετά την ενίσχυση για κ=2.

Άρα για την απόσβεση αυτή $r_2\text{-}r_1=7\frac{λ}{2}=3{,}5λ \Rightarrow$

$(2(x_3-0)+d)\text{-}(0{,}60+d)=3{,}5\cdot 0{,}20 \Rightarrow 2x_3-0{,}60=0{,}70 \Rightarrow x_3=+0{,}65\text{m}$.

(*) Η μετατόπιση του σωλήνα (2) είναι $Δx=x_3\text{-}x_2 \Rightarrow Δx=15\text{cm}$, **β-σωστό**.

γ) Στη νέα θερμοκρασία του αέρα έστω μήκος κύματος $λ'$ και ταχύτητα διάδοσης ηχητικών κυμάτων $υ'=λ'f$.

Για κάποια ενίσχυση τάξης κ έχουμε $r_2\text{-}r_1=κλ'$ (1) και για επόμενη ενίσχυση τάξης $(κ+1)$ έχουμε $r_2'\text{-}r_1=(κ+1)λ' \Rightarrow r_2+2Δx\text{-}r_1=(κ+1)λ'$ (2)

(*) Προσοχή ! όπου Δx η μετατόπιση του σωλήνα (2) με $Δx=11\text{cm}$.

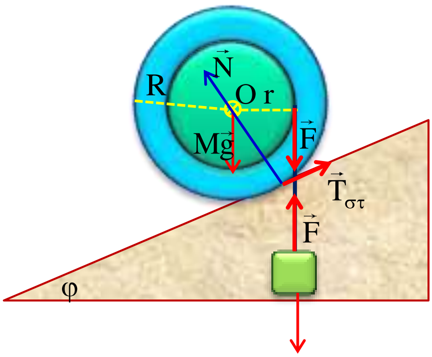
Από (2) –(1) $\Rightarrow 2Δx=λ' \Rightarrow λ'=22\text{cm}=0{,}22\text{m}$.

Άρα $υ'=λ'f \Rightarrow υ'=0{,}22\text{m}\cdot 1770\text{s}^{-1} \Rightarrow υ'=374\text{m/s}$, **γ-λάθος**.

Θέμα Α.3

α) Ισορροπία σώματος Σ: $Σ\vec{F}_y=0 \Rightarrow F=mg$ (1).

Ισορροπία καρουλιού: $Στ(O)=0 \Rightarrow$



$$T_{στ}R=Fr \Rightarrow T_{στ}\frac{4}{3}r=Fr \xrightarrow{(1)}$$

$$T_{στ}\frac{4}{3}r=mgr \Rightarrow T_{στ}=\frac{3}{4}mg \ (2)$$

$$Σ\vec{F}_x=0 \Rightarrow Mgημφ+Fημφ=T_{στ} \xrightarrow{(1)}$$

$$T_{στ}=(M+m)gημφ \xrightarrow{(2)}$$

$$\frac{3}{4}mg=(M+m)g\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{M}{m}=\frac{1}{2} \ (3),$$

α-σωστό.

β) $Σ\vec{F}_y=0 \Rightarrow N=Mgσυνφ+Fσυνφ \xrightarrow{(1)} N=(M+m)gσυνφ \xrightarrow{(3)}$

$$N=1{,}5mg\frac{\sqrt{3}}{2}\ (4)$$

$$T_{στ}\le\mu N\xrightarrow{(2,4)}\frac{3}{4}mg\le\mu\cdot1{,}5mg\frac{\sqrt{3}}{2}\Rightarrow\mu\ge\frac{\sqrt{3}}{3}$$, **β-λάθος**.

Θέμα Α.4

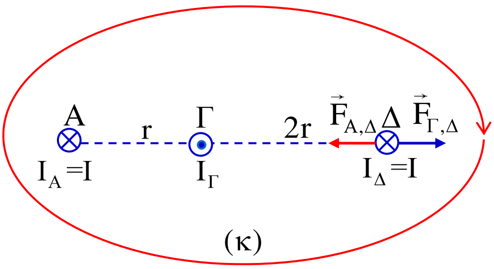
$$F_{Α,Δ}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_AI_Δ}{3r}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I\cdot I}{3r}\ (1)$$, δύναμη ελκτική

$$F_{Γ,Δ}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_ΓI_Δ}{2r}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_Γ\cdot I}{2r}\ (2$$,

δύναμη που πρέπει να είναι απωστική ώστε η συνολική Laplace να είναι μηδενική και για να ισχύει αυτό πρέπει το ρεύμα στον αγωγό Γ να έχει αντίρροπη φορά με αυτό του Δ.

$$\vec{F}_{L,ολ(Δ)}=\vec{F}_{Γ,Δ}+\vec{F}_{Α,Δ}\Rightarrow F_{L,ολ(Δ)}=F_{Γ,Δ}-F_{Α,Δ}=0\xrightarrow{(1,2)}\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_Γ\cdot I}{2r}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I\cdot I}{3r}$$

$$\Rightarrow I_Γ=\frac{2I}{3}.$$



Νόμος Ampere : $\sum_{(κ)}BΔ\ell συνθ=\mu_0(I_A+I_Δ-I_Γ)\Rightarrow\sum_{(κ)}BΔ\ell συνθ=\mu_0\left(I+I-\frac{2}{3}I\right)\Rightarrow$

$$\sum_{(κ)}BΔ\ell συνθ=\frac{4}{3}\mu_0 I.$$

Σωστή η πρόταση (γ)

Θέμα Α.5

α) Αρχική ισορροπία με ανοικτό τον διακόπτη,

$$\Sigma\tau_{(\Delta)}=0 \;\Rightarrow\; m_1 g\frac{L}{4}=Mg\frac{L}{4}+m_2 g\frac{3L}{4}\,(1).$$

Διακόπτης κλειστός :

Ένταση ρεύματος στο πλαίσιο : $I=\dfrac{E}{R}=\dfrac{E}{R^{*}4\ell\cdot N}$ (2)

Δύναμη Laplace στην κάτω οριζόντια πλευρά του πλαισίου, $F_L=N\left(BI\ell\right)$ (3) με φορά προς τα κάτω.

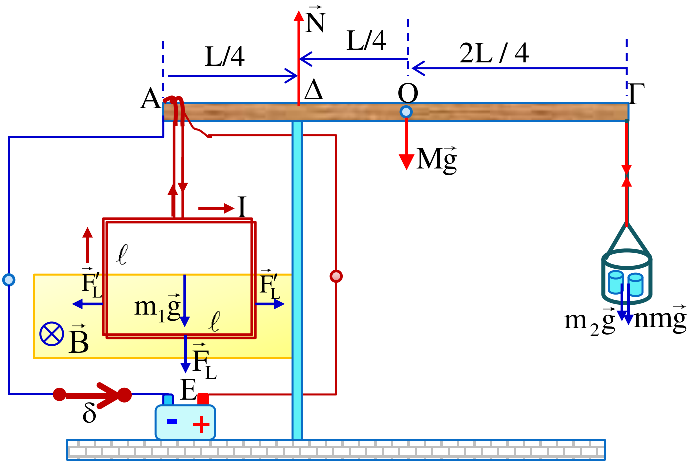
(*) Δυνάμεις Laplace υπάρχουν και στα τμήματα των κατακορύφων πλευρών που είναι μέσα στο πεδίο αλλά αναιρούνται.

Ισορροπία με κλειστό τον διακόπτη,

$$\Sigma\tau_{(\Delta)}=0 \;\Rightarrow\; \left(m_1 g+F_L\right)\frac{L}{4}=Mg\frac{L}{4}+\left(m_2 g+nmg\right)\frac{3L}{4}\,(2)\,.$$

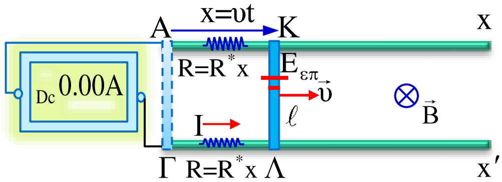
Από (2)-(1) $\Rightarrow F_L\dfrac{L}{4}=nmg\dfrac{3L}{4}\Rightarrow F_L=3nmg\xrightarrow{(3)} N\left(BI\ell\right)=3nmg\xrightarrow{(2)}$

$$N\left(B\frac{E}{R^{*}4\ell\cdot N}\ell\right)=3nmg\Rightarrow B\frac{E}{R^{*}4}=3nmg\Rightarrow B=12\frac{E}{R^{*}}nmg$$, **σωστό το (γ)**



Θέμα Α.6

Από 2ο κανόνα Kirchhoff έχουμε



$$E_{\varepsilon\pi} - I \cdot 2R = 0 \quad \Rightarrow \quad I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{2R} \Rightarrow$$

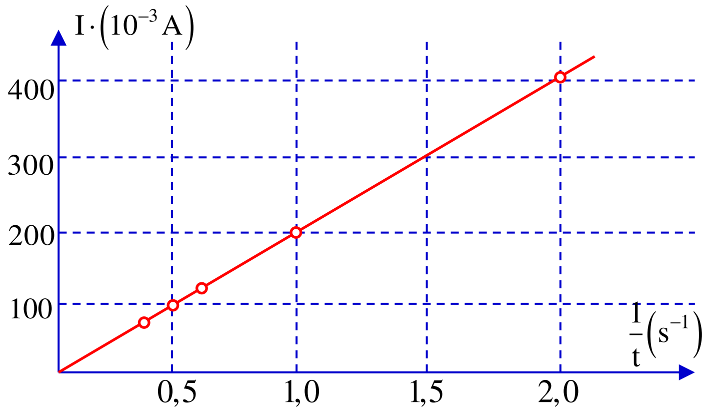
$$I = \frac{B\upsilon\ell}{2R} \Rightarrow I = \frac{B\upsilon\ell}{2R^{*}x} \Rightarrow I = \frac{B\upsilon\ell}{2R^{*}\upsilon t}$$

$$\Rightarrow I = \frac{B\ell}{2R^{*}}\frac{1}{t} \Rightarrow I = \sigma\tau\alpha\theta\frac{1}{t}.$$

Παρατηρούμε ότι η $I = f\left(\frac{1}{t}\right)$ είναι συνάρτηση 1ου βαθμού και αποδίδεται με ευθεία

που έχει συντελεστή διεύθυνσης $\sigma = \frac{B\ell}{2R^{*}}$ (1).

t(s)	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
I(mA)	400	200	133	100	80
$\frac{1}{t}(s^{-1})$	2	1	0,66	0,50	0,40



$$\sigma = \frac{\Delta I}{\Delta(1/t)} = \frac{(400-80)10^{-3}A}{(2-0,40)s^{-1}} \Rightarrow \sigma = 0,2As \ (2).$$

Από (1,2) $\frac{B\ell}{2R^{*}} = 0,2 \Rightarrow \frac{B \cdot 1}{2 \cdot 0,5} = 0,2 \Rightarrow B = 0,2T$, **σωστό το Β.2**.

Θέμα Α.7

α) 1η φωτοηλεκτρική διάταξη:

$K_{1,max}=h\dfrac{c}{\lambda_1}-\varphi_1$ και για να έχουμε έξοδο φωτοηλεκτρονίων $K_{1,max}=h\dfrac{c}{\lambda_1}-\varphi_1 \geq 0 \Rightarrow$

$h\dfrac{c}{\lambda_1} \geq \varphi_1 \Rightarrow hc \geq \varphi_1\lambda_1 \Rightarrow \lambda_1 \leq \dfrac{hc}{\varphi_1}$, οπότε $\lambda_{1max}=\lambda_{01}=\dfrac{hc}{\varphi_1}$ (1)

2η φωτοηλεκτρική διάταξη:

$K_{2,max}=h\dfrac{c}{\lambda_2}-\varphi_2$ και με τη ίδια λογική βρίσκουμε $\lambda_{2max}=\lambda_{02}=\dfrac{hc}{\varphi_2}$ (2)

Επειδή δίνεται $\lambda_{01}=3\lambda_{02} \xrightarrow{1,2} \dfrac{hc}{\varphi_1}=3\dfrac{hc}{\varphi_2} \Rightarrow \varphi_2=3\varphi_1$ (3), **α- λάθος**.

β) 1η φωτοηλεκτρική διάταξη:

$K_{1,max}=E_{1,\varphi\omega\tau}-\varphi_1 \Rightarrow |q_e|V_{01}=p_1c-\varphi_1 \Rightarrow 3|q_e|V_{01}=3p_1c-3\varphi_1$ (4)

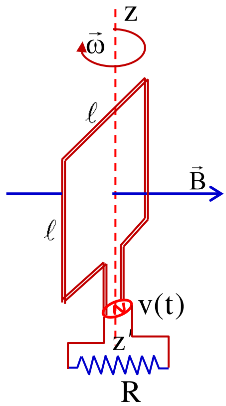
2η φωτοηλεκτρική διάταξη:

$K_{2,max}=E_{2,\varphi\omega\tau}-\varphi_2 \Rightarrow |q_e|V_{02}=p_2c-\varphi_2 \xrightarrow{V_{02}=3V_{01}} |q_e|\cdot 3V_{01}=p_2c-\varphi_2$ (5)

(5)-(4) $\Rightarrow 0=p_2c-3p_1c-\varphi_2+3\varphi_1 \xrightarrow{(3)} p_2=3p_1$, **β-σωστό**.

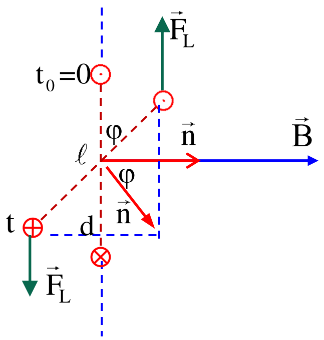
γ) $p_2=3p_1 \Rightarrow \dfrac{h}{\lambda_2}=3\dfrac{h}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_1=3\lambda_2$, **γ-λάθος**.

Θέμα Α.8



Επειδή την t_0=0 το πλαίσιο είναι κάθετο στο μαγνητικό πεδίο η μαγνητική ροή μέσα από μια σπείρα του πλαισίου είναι $\Phi_0 = BA = B\ell^2$ (1) . Επειδή το πλαίσιο στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα (και δεν έχει ωμική αντίσταση) η στιγμιαία τάση εξόδου είναι $v = V_0 \eta\mu(\omega t)$ και η στιγμιαία ένταση $i = \frac{V_0}{R}\eta\mu(\omega t)$.

Όταν η γωνία στροφής είναι $\varphi = \omega t = 30^0$ η στιγμιαία ένταση ρεύματος είναι $i = \frac{V_0}{R}\eta\mu(30^0) \Rightarrow i = \frac{V_0}{2R}$ (2).



Αν βλέπαμε τη διάταξη του πλαισίου σε οριζόντιο επίπεδο κάθετο στο άξονα περιστροφής θα είχαμε το 2ο σχήμα με τους κατακόρυφους αγωγούς να είναι «σημεία» . Στο σχήμα αυτό φαίνεται η θέση του διανύσματος εμβαδού $\vec{n}$ (που είναι κάθετο στο πλαίσιο) και οι θέσεις των κατακορύφων αγωγών την $t_0 = 0$ και τη $t > t_0$ ύστερα από στροφή φ=ωt.

Τη στιγμή εκείνη οι κατακόρυφοι αγωγοί του πλαισίου δέχονται Laplace $F_L = Bi\ell N \xrightarrow{(2)} F_L = B\frac{V_0}{2R}\ell N$ (3) και που οι φορείς τους έχουν μοχλοβραχίονα $d = \ell\eta\mu\varphi \Rightarrow d = \ell\eta\mu(30^0)$ (4).

Η ροπή του ζεύγους αυτού των Laplace είναι $\tau = F_L d \Rightarrow \tau = F_L\ell\eta\mu 30^0 \xrightarrow{(3)}$

$\tau = B\frac{V_0}{2R}\ell N \cdot \ell\frac{1}{2} \Rightarrow \tau = B\ell^2 V_0\frac{N}{4R} \xrightarrow{(1)} \tau = \Phi_0 V_0 \frac{N}{4R}$, άρα σωστό το (γ).

(*) Δυνάμεις Laplace δέχονται όλες οι πλευρές του πλαισίου, αλλά οι Laplace στις οριζόντιες πλευρές που είναι κάθετες στον άξονα περιστροφής z'z έχουν φορείς πάνω στον άξονα περιστροφής και δεν έχουν ροπή ως προς αυτόν.

Β΄ Ομάδα θεμάτων
Θέμα Β΄

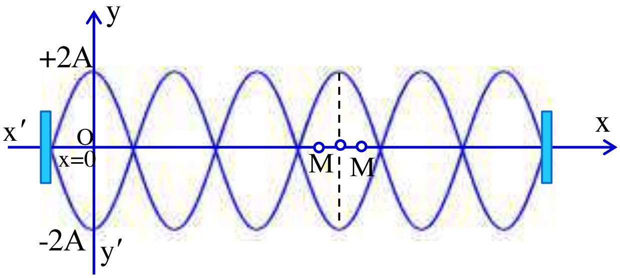
Β.1 Αφού δημιουργείται στάσιμο κύμα – με δεσμούς στα άκρα - ισχύει $L = N\frac{\lambda}{2}$

$\xrightarrow[\text{6 άτρακτοι}]{N=6} 1,2 = 6\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 0,4m.$

Ο χρόνος $\Delta t = \frac{1}{180}s$ - μεταξύ δύο διαδοχικών μεγίστων της ταχύτητας -αντιστοιχεί σε μισή περίοδο $\Delta t = \frac{1}{180}s = \frac{T}{2} \Rightarrow T = \frac{1}{90}s$ και συχνότητα $f = 90s$.

Ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων $\upsilon = \lambda f \Rightarrow \upsilon = 0,4m \cdot 90s^{-1} \Rightarrow \upsilon = 36m/s$.

Β.2 Το διάστημα της κοιλίας - μεταξύ δύο διαδοχικών μεγίστων της ταχύτητας -είναι $S = 2A_\kappa$ $\Rightarrow 0,12m = 2A_\kappa \Rightarrow$ $A_\kappa = 2A = 0,06m$



Χρονική εξίσωση κύματος (προσοχή για x=0 στη θέση της 1ης κοιλίας)

$$y(x,t) = 2A\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \xrightarrow{S.I} y(x,t) = 0,06\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x}{0,4}\right)\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{1/90}\right) \Rightarrow$$

$$y(x,t) = 0,06\sigma\upsilon\nu(5\pi x)\eta\mu(180\pi t) \text{ (S.I).}$$

Β.3 Οι θέσεις των κοιλιών ως την θέση Ο(x=0) (και όχι ως προς το άκρο Γ) είναι $x_{\kappa o\iota\lambda} = \kappa\frac{\lambda}{2}$ και η τέταρτη κοιλία για κ=3 (0,1,2,3) είναι στη θέση $\Rightarrow x_{4,\kappa} = 0,6m$

Θέση του Μ , $x_M = x_{4,\kappa} \pm \frac{1}{15} \Rightarrow x_M = 0,6 \pm \frac{1}{15} \Rightarrow x_M = \frac{10}{15}m$ ή $x_M = \frac{8}{15}m$

Χρονική εξίσωση ταλάντωσης του Μ

$$y(x,t) = 0,06\sigma\upsilon\nu(5\pi x)\eta\mu(180\pi t) \xrightarrow{x=x_M=10/15}$$

$$y(x,t) = 0,06\sigma\upsilon\nu(5\pi x_M)\eta\mu(180\pi t) \Rightarrow y(x,t) = 0,06\sigma\upsilon\nu\left(5\pi\frac{10}{15}\right)\eta\mu(180\pi t) \Rightarrow$$

$$y(x,t) = -0,03\eta\mu(180\pi t) \text{ (S.I) .}$$

(*) Η ίδια χρονική εξίσωση υπάρχει και για $x_M = \frac{8}{15}m$.

Β.4 Για να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα – με δεσμούς στα άκρα – πρέπει $L = N\frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow\ L = N\frac{\upsilon}{2f} \Rightarrow f{=}N\frac{\upsilon}{2L} \Rightarrow f{=}Nf_0$ με $f_0{=}\frac{\upsilon}{2L}$.

Δηλαδή πρέπει η συχνότητα f να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο (N=ακέραιος θετικός=πλήθος ατράκτων) της ποσότητας $f_0{=}\frac{\upsilon}{2L}$ που είναι η ελάχιστη δυνατή συχνότητα δημιουργίας στασίμων κυμάτων και που εδώ έχει τιμή $f_0{=}\frac{\upsilon}{2L} \xrightarrow{S.I}$

$f_0{=}\frac{36m/s}{2\cdot 1{,}2m} \Rightarrow f_0{=}15Hz$

Β.5 Αν f=40Hz δεν δημιουργείται στάσιμο κύμα γιατί πρέπει να είναι $f{=}Nf_0 \Rightarrow$ $f{=}N\cdot 15Hz$ με N ακέραιο και εδώ για f=40Hz έχουμε $40{=}N\cdot 15 \Rightarrow N{=}\frac{40}{15} \notin Z^+$ … πολύ απλά γιατί τα 40Hz δεν είναι ακέραιο πολλαπλάσιο των 15Hz.

Β.6 $f_{\eta\chi\eta\tau\iota\kappa o\acute{\upsilon}} = f_{\substack{\tau\alpha\lambda\acute{\alpha}\nu\tau\omega\sigma\eta\varsigma \\ \chi o\rho\delta\acute{\eta}\varsigma}} = f_0{=}15Hz$, οπότε $\upsilon_{\acute{\eta}\chi o\upsilon}{=}f_{\acute{\eta}\chi o\upsilon}\lambda_{\acute{\eta}\chi o\upsilon} \Rightarrow \lambda_{\acute{\eta}\chi o\upsilon} = \frac{\upsilon_{\acute{\eta}\chi o\upsilon}}{f_{\acute{\eta}\chi o\upsilon}} \xrightarrow{S.I}$

$\lambda_{\acute{\eta}\chi o\upsilon} = \frac{345m/s}{15Hz} \Rightarrow \lambda_{\acute{\eta}\chi o\upsilon} = 23m$

Επειδή $f_{\acute{\eta}\chi o\upsilon}{=}15Hz < 20Hz$ το ηχητικό αυτό κύμα δεν γίνεται ακουστό.

Θέμα Γ΄

Γ.1 Στην αποκατάσταση του ρεύματος η ένταση αυτού υπολογίζεται από την ενέργεια μαγνητικού πεδίου,

$$U_0 = \frac{1}{2}LI_0^2 \Rightarrow I_0{=}\sqrt{\frac{2U_0}{L}} \xrightarrow{S.I} I_0{=}\sqrt{\frac{2\cdot 0{,}4J}{0{,}2H}} \Rightarrow I_0{=}2A.$$

Εκείνη τη στιγμή $\frac{dQ}{dt} = I_0^2 R_{o\lambda} \Rightarrow \frac{dQ}{dt} = I_0^2\left(R_1 + R_2 + R_\pi\right) \xrightarrow{S.I}$

$4 = 2^2\left(0{,}2 + 0{,}3_2 + R_\pi\right) \Rightarrow R_\pi = 0{,}5\Omega$.

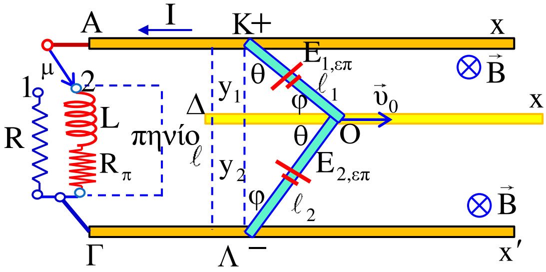
Αν $E_{\varepsilon\pi}$ η ΗΕΔ επαγωγής στον αγωγό ΚΟΛ από 2ο κανόνα Kirchhoff στο κύκλωμα βρίσκουμε την τιμή της ,

$E_{\varepsilon\pi} - I_0 R_{o\lambda} = 0 \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = I_0\left(R_1 + R_1 + R_\pi\right) \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = 2A\cdot 1\Omega \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = 2V$

Η ΗΕΔ επαγωγής του ΚΟΛ σε σχέση με τις επιμέρους ΗΕΔ $E_{1,\varepsilon\pi}$ και $E_{2,\varepsilon\pi}$ στα τμήματα ΚΟ και ΟΛ έχουμε, $E_{\varepsilon\pi}=E_{1,\varepsilon\pi}+E_{2,\varepsilon\pi} \Rightarrow E_{\varepsilon\pi}=B\upsilon_0\ell_1\eta\mu\varphi+B\upsilon_0\ell_2\eta\mu\theta$

$\Rightarrow E_{\varepsilon\pi}=B\upsilon_0 y_1+B\upsilon_0 y_2 \Rightarrow E_{\varepsilon\pi}=B\upsilon_0(y_1+y_2) \Rightarrow E_{\varepsilon\pi}=B\upsilon_0\ell$

(*) Η ΗΕΔ στο ΚΟΛ ισούται με την πολική τάση V_K-V_Λ όταν το κύκλωμα είναι ανοικτό V_K-$E_{1,\varepsilon\pi}$-$E_{2,\varepsilon\pi}$=V_Λ $\Rightarrow$ $V_K-V_\Lambda=E_{1,\varepsilon\pi}+E_{2,\varepsilon\pi}$ $\Rightarrow$ $E_{\varepsilon\pi}=E_{1,\varepsilon\pi}+E_{2,\varepsilon\pi}$

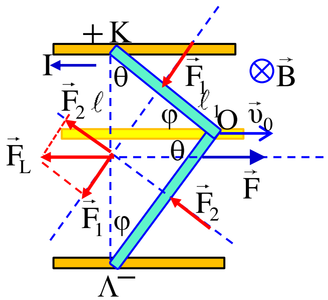


$$E_{\varepsilon\pi}=B\upsilon_0\ell \Rightarrow \upsilon_0=\frac{E_{\varepsilon\pi}}{B\ell} \xrightarrow{S.I} \upsilon_0=\frac{2V}{1T\cdot 1m} \Rightarrow \upsilon_0=2m/s.$$

(*) Επειδή η ταχύτητα είναι σταθερή η ΗΕΔ επαγωγής στο ΚΟΛ θα είναι σταθερή.

Γ.2 Οι δυνάμεις Laplace στους επιμέρους δύο αγωγούς ΚΟ και ΟΛ είναι $F_1=BI_0\ell_1$ και $F_2=BI_0\ell_2$ με $\ell_2=\sqrt{\ell^2-\ell_1^2}=0{,}8m$.

Οι ανωτέρω δυνάμεις Laplace από τη γεωμετρία του σχήματος είναι κάθετες και έχουν συνολική συνισταμένη



$\vec{F}_L=\vec{F}_1+\vec{F}_2 \Rightarrow F_L=\sqrt{F_1^2+F_2^2} \Rightarrow$

$F_L=\sqrt{(BI_0\ell_1)^2+(BI_0\ell_1)^2} \Rightarrow$

$F_L=BI_0\sqrt{\ell_1^2+\ell_2^2} \Rightarrow F_L=BI_0\sqrt{\ell^2} \Rightarrow F_L=BI_0\ell \xrightarrow{S.I} F_L=2N$

Από τη γεωμετρία του σχήματος φαίνεται ότι η $\vec{F}_L$ είναι παράλληλη με του αγωγούς οδηγούς και αντίρροπη της κίνησης **(δείξτε το…)**

Γ.3 Οι οριζόντιες δυνάμεις που ασκούνται στον αγωγό ΚΟΛ είναι η δύναμη Laplace και η πρόσθετη εξωτερική δύναμη $\vec{F}$ ώστε η ταχύτητα $\vec{\upsilon}_0$ να παραμένει σταθερή.

$\Sigma\vec{F}=0 \Rightarrow \vec{F}+\vec{F}_L=0 \Rightarrow \vec{F}$=-$\vec{F}_L$ και F=2N (μέτρο).

(*) **Προσέξτε το σημείο εφαρμογής της εξωτερικής δύναμης $\vec{F}$ ….(δώστε μια εξήγηση…)**

Γ.4 2ος Κανόνα Kirchhoff, $E_{επ}\text{-}I(R_1+R_2)\text{-}V_{πηνίου}=0 \xrightarrow{S.I} 2\text{-}I(0{,}2+0{,}3)\text{-}1{,}5=0$ $\Rightarrow I=1A$

Εφαρμόζουμε και πάλι τον 2ο κανόνα Kirchhoff όταν $I=1A$

$E_{επ}\text{-}I(R_1+R_2+R_π)\text{-}|E_{αυτ}|=0 \Rightarrow |E_{αυτ}|=E_{επ}\text{-}I(R_1+R_2+R_π) \xrightarrow{S.I}$

$|E_{αυτ}|=2V\text{-}1A\cdot 1\Omega=1V$ και αλγεβρικά $E_{αυτ}=-1V$

$$E_{αυτ}=-L\frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt}=-\frac{E_{αυτ}}{L} \xrightarrow{S.I} \frac{dI}{dt}=-\frac{1V}{0,2H} \Rightarrow \frac{dI}{dt}=+5\frac{A}{s}$$

Γ.5 $E_{ΟΛ,επ}=E_{2,επ}=Bυ_0\ell_2ημθ$ με $ημθ=\frac{\ell_2}{\ell}=0{,}8$ οπότε $E_{ΟΛ,επ}=1\cdot 2\cdot 0{,}8\cdot 0{,}8 \Rightarrow$

$E_{ΟΛ,επ}=1{,}28V$

$V_{ΟΛ}=E_{ΟΛ,επ}\text{-}IR_2 \xrightarrow{S.I} V_{ΟΛ}=1{,}28V\text{-}1A\cdot 0{,}3A \Rightarrow V_{ΟΛ}=0{,}98V$

Γ.6 $\frac{dE_{προσ}}{dt}=\frac{dW_F}{dt}=\frac{Fdx}{dt}=Fυ \Rightarrow 6J=2N\cdot υ \Rightarrow υ=3m/s$

$E_{επ}=Bυl$ (βλέπε Γ.1) $\Rightarrow E_{επ}=1\cdot 3\cdot 1=3V$

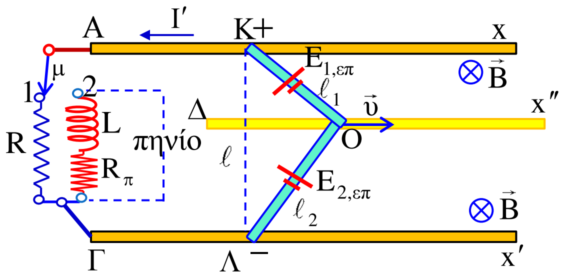
Εκείνη τη στιγμή η ένταση ρεύματος είναι $I'=\frac{E_{επ}}{R_1+R_2+R} \Rightarrow I'=\frac{3V}{2\Omega}=1{,}5A$.

$\frac{dE_{ηλ}}{dt}=P_{ηλ}=E_{επ}\cdot I'$

$\Rightarrow \frac{dE_{ηλ}}{dt}=4{,}5\frac{J}{s}$

και σε ποσοστό της προσφερόμενης

$π\%=\frac{4{,}5}{6}100=75\%$



Γ.7 Οριακή ταχύτητα έχουμε όταν $ΣF=0 \Rightarrow F_L=F \Rightarrow BI\ell=F$ (βλέπε Γ.2) $\Rightarrow$

$$B\frac{E_{επ}}{R_1+R_2+R}\ell=F \text{ (βλέπε Γ.1) } B\frac{Bυ_{ορ}\ell}{R_1+R_2+R}\ell=F \Rightarrow \frac{B^2\ell^2}{R_1+R_2+R}υ_{ορ}=F \Rightarrow$$

$$υ_{ορ}=\frac{F(R_1+R_2+R)}{B^2\ell^2} \xrightarrow{S.I} υ_{ορ}=4m/s$$