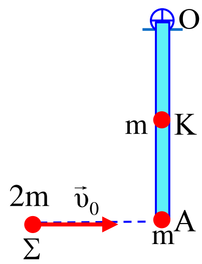
35^o Επαναληπτικό κριτήριο -Εργασία

Α′ Ομάδα θεμάτων

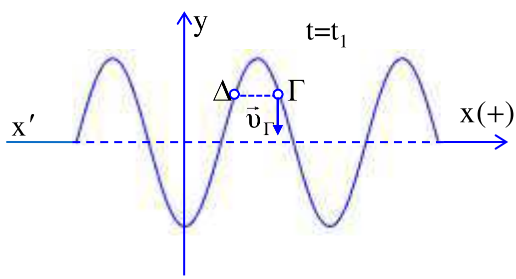
(Η Α΄ ομάδα περιλαμβάνει 10 θέματα που για κάθε ένα να γράψτε στο τετράδιό σας το γράμμα της κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή ή τη λέξη **Λάθος** αν η πρόταση είναι λανθασμένη).

Α.1 Στην απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους Α και περιόδου Τ σε κάθε μετατόπιση του ταλαντωτή κατά $|\Delta x|=|x_2-x_1|=A$ αυτή διαρκεί χρόνο $\Delta t=\frac{T}{4}$.

Α.2 Μια κατακόρυφη αβαρής ράβδος ΟΑ έχει κολλημένες δύο όμοιες σημειακές σφαίρες μάζας m μια στο μέσον της Κ και μια στο άκρο Α. Η ράβδος είναι αρθρωμένη στο Ο και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές σε κατακόρυφο επίπεδο. Μια σημειακή σφαίρα Σ μάζας 2m κινείται με ταχύτητα υ_0=13m/s συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με την σφαίρα που είναι στο Α. Αμέσως μετά τη κρούση το συσσωμάτωμα σφαιρών στο Α θα έχει ταχύτητα υ=8m/s .



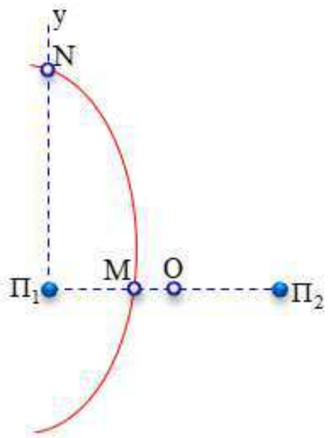
Α.3 Στο σχήμα φαίνεται ένα τμήμα από το στιγμιότυπο ενός κύματος που διαδίδεται σε μια χορδή x′x με το σημείο Γ να έχει – εκείνη τη στιγμή- αρνητική ταχύτητα ταλάντωσης και το σημείο Δ να έχει την ίδια απομάκρυνση με το Γ. Το κύμα έχει αρνητική ταχύτητα διάδοσης και τα σημεία Γ και Δ έχουν την ίδια φάση απομάκρυνσης.



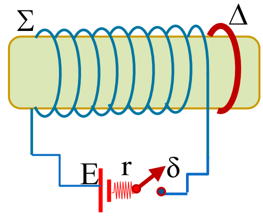
Α.4 Σε ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα που διαδίδεται σε κάποιο μέσον το πηλίκο των εντάσεων ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου ισούται με την ταχύτητα του φωτός στο μέσο αυτό.

Α.5 Σε μια χορδή με δεμένα τα δύο άκρα ύστερα από διέγερση με συχνότητα f=100Hz έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα με πέντε κοιλίες. Για να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα με δέκα δεσμούς η χορδή πρέπει να διεγερθεί με συχνότητα $f=180Hz$

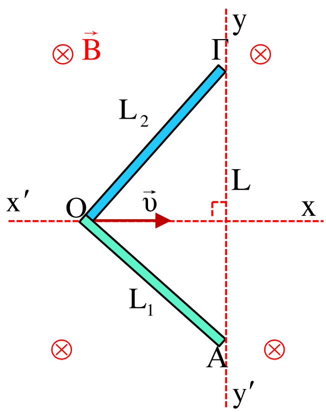
Α.6 Στην επιφάνεια μιας ήρεμης λίμνης υπάρχουν δύο σύγχρονες πηγές Π_1, Π_2 παραγωγής αρμονικών κυμάτων με μήκος κύματος λ και οι οποίες απέχουν απόσταση d . Μια υπερβολή ενίσχυσης τέμνει την $\Pi_1 y \perp \Pi_1\Pi_2$ στο σημείο Ν που απέχει από την Π_1 απόσταση $\Pi_1 N=4\lambda$ και την $\Pi_1\Pi_2$ στο σημείο Μ.
Μεταξύ δε του Μ και του μέσου Ο της $\Pi_1\Pi_2$ δεν υπάρχει άλλο σημείο ενίσχυσης.
Η απόσταση d των δύο πηγών Π_1, Π_2 είναι $d=3\lambda$.



Α.7 Ένα πηνίο σωληνοειδές Δ είναι τυλιγμένο (μονωτικά) σε κύλινδρο από μαλακό σίδηρο και τροφοδοτείται από πηγή συνεχούς τάσης (E,r) μέσω ενός διακόπτη δ. Επίσης ένας κλειστός δακτύλιος Δ είναι περασμένος στον κύλινδρο του σιδήρου, όπως στο σχήμα. Μόλις κλείσουμε τον διακόπτη δ, ο δακτύλιος Δ διαρρέεται στιγμιαία από ρεύμα ωρολογιακής φοράς και απομακρύνεται από το σωληνοειδές.



Α.8 Δυο αγωγοί ΑΟ και ΟΓ με μήκη L_1 και L_2 συνδέονται αγώγιμα και ακλόνητα στο Ο έτσι ώστε να σχηματίζουν τυχαία γωνία. Στην περιοχή και κάθετα στο επίπεδο των αγωγών υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ με φορά που φαίνεται στο σχήμα. Ο αγωγός ΑΟΓ κινείται με σταθερή ταχύτητα $\vec{\upsilon}$ που έχει την διεύθυνση της ευθείας $x'x$ που είναι κάθετη στην ευθεία $y'y$ που διέρχεται από τα άκρα Α και Γ του αγωγού ΑΟΓ.



Αν τα άκρα Α, Γ απέχουν απόσταση L, η διαφορά δυναμικού V_A-V_Γ που αναπτύσσεται επαγωγής στον αγωγό έχει τιμή $V_A - V_\Gamma = -B\upsilon L$

Α.9 Μια θερμική συσκευή διαρρέεται από ρεύμα έντασης $i_1 = I_0 ημ(ωt)$ και απορροφά ηλεκτρική ενέργεια με μέση ισχύ $\overline{P}_1$=50W . Αν ταυτόχρονα με το προηγούμενο ρεύμα η θερμική συσκευή διαρρέεται και από ρεύμα έντασης $i_2 = 2I_0 ημ(ωt)$, τότε θα απορροφά ηλεκτρική ενέργεια με συνολική μέση ισχύ $\overline{P}$=450W .

Α.10 Ένα άτομο παραμένει σε δύο διεγερμένες καταστάσεις (1) και (2) για χρονικά διαστήματα $Δt_1$ και $Δt_2$ με $Δt_2 > Δt_1$. Στις ανωτέρω καταστάσεις (1) και (2) η ενέργεια μετριέται με ελάχιστη αβεβαιότητα $ΔE_1$ και $ΔE_2$ αντιστοίχως και για τις οποίες ισχύει με $ΔE_1 > ΔE_2$

Β΄ Ομάδα θεμάτων

(Η Α΄ ομάδα περιλαμβάνει 10 θέματα που ελέγχεται με δικαιολόγηση η επιλογή της σωστής πρότασης ή ελέγχεται με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο κάποιας πρότασης)

Θέμα Β.1

Μια σφαίρα κινείται με ταχύτητα $\vec{υ}_0$ και συγκρούεται με άλλη ακίνητη όμοια σφαίρα ίσης μάζας ελαστικά και μη κεντρικά. Μετά την κρούση που έγινε τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, οι δύο σφαίρες:

α. κινούνται σε κάθετες διευθύνσεις,

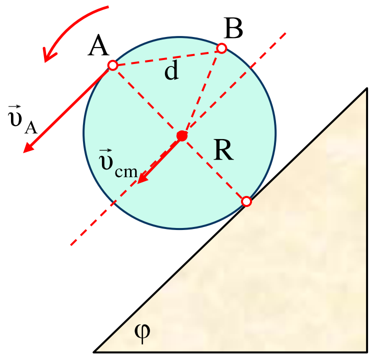
β. έχουν ίσες κινητικές ενέργειες,

γ. σε κάθε χρονική $t > t_0$ απέχουν απόσταση $L=υ_0 t$.

Ελέγξτε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.

Θέμα Β.2

Ένας ομογενής δίσκος ακτίνας R κυλίεται κατερχόμενος χωρίς να ολισθαίνει σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης $φ=60^0$. Δύο σημεία Α, Β της περιφέρειας του δίσκου απέχουν σταθερή απόσταση d=R και κάποια χρονική στιγμή $t=t_1$ το σημείο Α είναι σε τέτοια θέση ώστε να έχει ταχύτητα μέτρου $υ_A$, που είναι μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες ταχύτητες όλων των άλλων σημείων της περιφέρειας του δίσκου. Εκείνη τη στιγμή $t=t_1$ το σημείο Β έχει μέτρο ταχύτητας



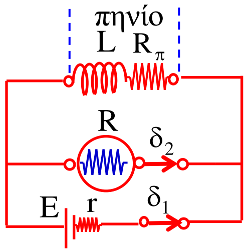
α. $\upsilon_B=\dfrac{\upsilon_A}{2}$ **β.** $\upsilon_B=\dfrac{\upsilon_A}{\sqrt{3}}$

γ. $\upsilon_B=\upsilon_A\dfrac{\sqrt{3}}{2}$ **δ.** $\upsilon_B=\dfrac{\upsilon_A}{\sqrt{2}}$

Επιλέξτε με δικαιολόγηση τη σωστή πρόταση.

Θέμα Β.3

Στο κύκλωμα του σχήματος που η σχέση των αντιστατών είναι $R_\pi=R$ και $r=\dfrac{R}{2}$ οι διακόπτες δ_1 και δ_2 είναι αρχικά κλειστοί και στο πηνίο έχει αποκατασταθεί η ένταση ρεύματος και έχει αποταμιευθεί ενέργεια μαγνητικού πηνίου U_0. Κάποια στιγμή – έστω $t_0=0$- ανοίγουμε τον διακόπτη δ_2 και ύστερα από κάποιο μικρό χρονικό διάστημα αποκαθίσταται η νέα ένταση ρεύματος στο πηνίο και αποταμιεύεται ενέργεια μαγνητικού πηνίου U_0'.



α. Η ενέργεια μαγνητικού πεδίου U_0 έχει τιμή $U_0=L\dfrac{E^2}{2R^2}$

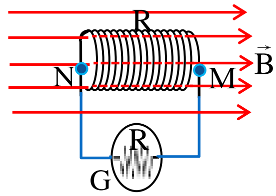
β. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη δ_2 η ένταση ρεύματος στο πηνίο μεταβάλλεται με ρυθμό $\dfrac{dI}{dt}=+\dfrac{E}{4L}$

γ. Η ενέργεια μαγνητικού πεδίου U_0' έχει τιμή $U_0'=\dfrac{16}{9}U_0$.

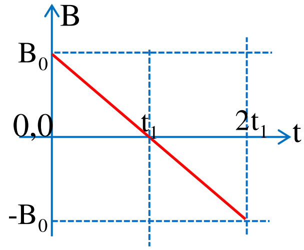
Ελέγξτε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.

Θέμα Β.4

Τα άκρα ενός σωληνοειδούς N σπειρών συνολικής αντίστασης R και εμβαδού κάθε σπείρας A συνδέονται με γαλβανόμετρο G επίσης αντίστασης R. Στην περιοχή του σωληνοειδούς υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ με δυναμικές γραμμές παράλληλες στον άξονα του σωληνοειδούς.



Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ μεταβάλλουμε την ένταση $\vec{B}$ με την αλγεβρική τιμή να μεταβάλλεται όπως στο διάγραμμα.



α. Στο χρονικό διάστημα $[0,2t_1]$ στα άκρα του πηνίου M,N υπάρχει σταθερή διαφορά δυναμικού με τιμή $V_M\text{-}V_N=\dfrac{B_0A}{2t_1}N$.

β. Η ένταση ρεύματος που διαρρέει το γαλβανόμετρο έχει σταθερή τιμή $I=\dfrac{B_0A}{2Rt_1}N$ και το ρεύμα αντίθετες φορές κίνησης στα χρονικά διαστήματα $[0, t_1]$ και $[t_1, 2t_1]$

γ. Το επαγωγικό φορτίο που μετατοπίσθηκε μέσα από το γαλβανόμετρο έχει τιμή $q=\dfrac{B_0A}{R}N$.

Σημειώστε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.

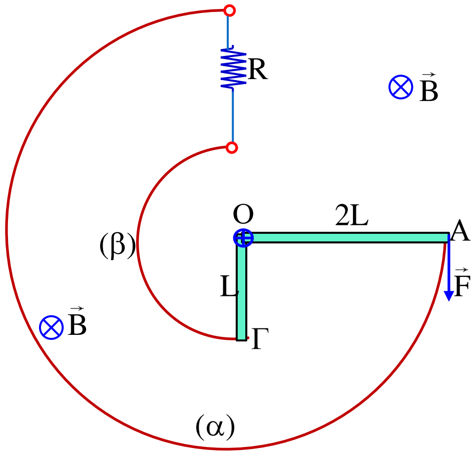
Θέμα Β.5

Δύο **οριζόντιοι** κάθετοι ευθύγραμμοι μεταλλικοί αγωγοί ΟΑ, ΟΓ με μήκη και αντιστάσεις $2L, 2R$ και L, R αντίστοιχα είναι συγκολλημένοι ακλόνητα στο σημείο Ο. Η ανωτέρω μεταλλική διάταξη περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω και με ωρολογιακή φορά περιστροφής γύρω από σταθερό **κατακόρυφο** άξονα που διέρχεται από το σημείο Ο. Στην περιστροφή αυτή τα άκρα Α,Γ των αγωγών ΟΑ,ΟΓ εφάπτονται και κινούνται χωρίς τριβές πάνω ομόκεντρους κυκλικούς αγωγούς - οδηγούς (α) και (β) που γεφυρώνονται στα άκρα τους με αντιστάτη R – όπως στο σχήμα. Στην περιοχή επικρατεί κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ με φορά που φαίνεται στο σχήμα και για να είναι σταθερή η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής απαιτείται ασκούμε στην διάταξη οριζόντια δύναμη $\vec{F}$ συνεχώς κάθετη στην ΟΑ και στο άκρο αυτής Α.

α. Η διαφορά δυναμικού V_A-V_Γ μεταξύ των δύο άκρων Α, Γ είναι ίση με $V_A\text{-}V_\Gamma=\frac{3}{2}B\omega L^2$.

β. Το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$ πρέπει να έχει τιμή $F=\frac{9}{32}\frac{B^2L^3}{R}\omega$.

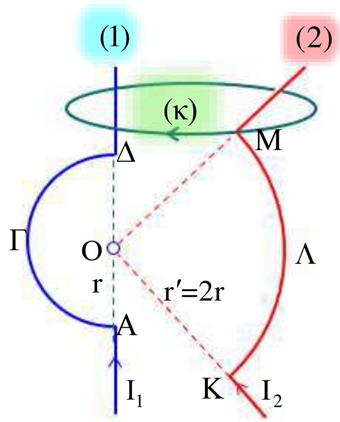
Ελέγξτε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.



Θέμα Β.6

Στο σχήμα φαίνονται δύο ομοεπίπεδοι ρευματοφόροι αγωγοί με την δεδομένη συμβατική φορά για τα ρεύματα.

- Ο αγωγός (1) που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 και αποτελείται από ένα ημικυκλικό τμήμα ΑΓΔ κέντρο Ο και ακτίνας r αλλά και δύο ευθύγραμμα τμήματα σε ακτινικές διευθύνσεις.
- Ο αγωγός (2) που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 και αποτελείται από ένα κυκλικό τόξο ΚΛΜ με το ίδιο κέντρο Ο, με επίκεντρη γωνία π/2 rad και ακτίνας $r'=2r$, αλλά και δύο ευθύγραμμα τμήματα σε ακτινικές διευθύνσεις.



Αν η ένταση του μαγνητικού πεδίου το κοινό κέντρο Ο έχει μηδενική τιμή , τότε:

α. οι εντάσεις I_1 και I_2 συνδέονται με την σχέση $I_2 = 3I_1$

β. η κυκλοφορία του μαγνητικού πεδίου των αγωγών (1) και (2) κατά μήκος της κλειστής γραμμής (κ) που έχει ως θετική φορά διαγραφής την ωρολογιακή φορά – και μέσα από την οποία διέρχονται οι αγωγοί- σύμφωνα με τον νόμο Ampere δίνεται από την σχέση $\sum_{(\kappa)} B\Delta\ell\,\text{συνθ}=-5\mu_0 I_1$

Ελέγξτε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.

Θέμα Β.7

Σε μια φωτοηλεκτρική διάταξη που το μέταλλο της καθόδου έχει έργο εξαγωγής $\varphi = 2eV$ ρίχνουμε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με συχνότητα $f = 2,5f_0$, όπου f_0 η συχνότητα κατωφλίου, με την τάση αποκοπής για την ανωτέρω ακτινοβολία να έχει απόλυτη τιμή V_0.

Αν η τάση μεταξύ ανόδου καθόδου είναι θετική και απολύτως διπλάσια από την τάση αποκοπής $V=2V_0$ η μέγιστη κινητική ενέργεια που φθάνουν τα φωτοηλεκτρόνια στην άνοδο είναι

α. $K_{\alpha,max}=3eV$ **β.** $K_{\alpha,max}=5eV$

γ. $K_{\alpha,max}=6,5eV$ **δ.** $K_{\alpha,max}=9eV$

Επιλέξτε με δικαιολόγηση τη σωστή πρόταση.

Θέμα Β.8

Δέσμη ακτίνων Χ σκεδάζεται σε επιφάνεια γραφίτη και η σκεδαζόμενη ακτινοβολία έχει ορμή φωτονίου $p_2 = 0,4mc$ αφού υφίσταται την μέγιστη μετατόπιση του μήκους κύματος (m= μάζα ηλεκτρονίου).

Το αρχικό ακίνητο ηλεκτρόνιο στο οποίο έγινε η σκέδαση ανακρούεται,

α. με ορμή μέτρου $p_e = 1,6mc$

β. με κινητική ενέργεια $K_e = 1,6mc^2$.

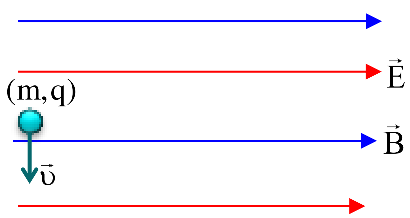
Ελέγξτε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.

Θέμα Β.9

Σε ένα διαλογέα ταχυτήτων με ηλεκτρικό πεδίο έντασης $\vec{E}$ και μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ βάλλεται ένα πρωτόνιο με ταχύτητα $\vec{\upsilon}$ μέτρου $\upsilon=10^5 m/s$ κάθετη στα ανωτέρω πεδία και εξέρχεται χωρίς εκτροπή.

Αν τώρα έχουμε μόνο το ανωτέρω μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ και το πρωτόνιο βληθεί με την ίδια ταχύτητα κάθετα στις δυναμικές γραμμές διαγράφει κυκλική κίνηση με περίοδο $T = 5\pi \cdot 10^{-8} s$

Αν έχουμε μια περιοχή που υπάρχουν και τα δύο ανωτέρω πεδία, ηλεκτρικό και μαγνητικό με τις δυναμικές τους γραμμές παράλληλες και ομόρροπες και το πρωτόνιο βληθεί την $t_0=0$ με την ίδια ταχύτητα $\upsilon=10^5 m/s$ κάθετα στις δυναμικές γραμμές διαγράφει



ελικοειδή κίνηση. Το βήμα της έλικας στην $2^{η}$ περίοδο (η μετατόπιση του πρωτονίου στο χρονικό διάστημα από $t_1 = 1T$ έως $t_2 = 2T$ στην κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου) έχει τιμή:

α. $\Delta x = 0,05m$ **β.** $\Delta x = 0,10m$ **γ.** $\Delta x = 0,15m$

Επιλέξτε με δικαιολόγηση τη σωστή πρόταση. $(\pi^2 \simeq 10)$

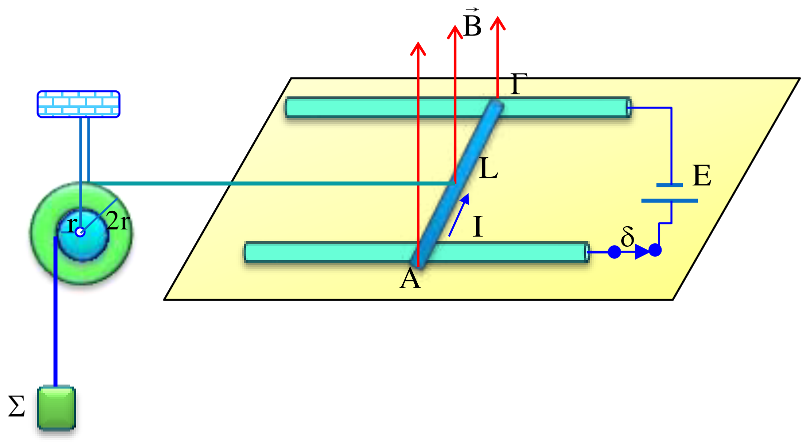
Θέμα Β.10

Σε σχήμα φαίνονται δύο ακλόνητοι οριζόντιοι αγωγοί-οδηγοί που απέχουν απόσταση L=1m και τροφοδοτούνται μέσω διακόπτη δ από μια πηγή συνεχούς. Πάνω στους αγωγούς οδηγούς υπάρχει άλλος αγωγός ΑΓ μήκους L=1m που είναι δεμένος με αβαρές και μη εκτατό νήμα που είναι οριζόντιο και τυλίγεται στον εξωτερικό δίσκο μιας διπλής τροχαλίας. Στο εσωτερικό δίσκο της διπλής τροχαλίας είναι τυλιγμένο άλλο αβαρές και μη εκτατό νήμα από το οποίο κρέμεται σώμα Σ μάζας m=0,01Kg . Στην περιοχή του αγωγού ΑΓ υπάρχει ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ με την φορά που φαίνεται στο σχήμα. Αρχικά ο αγωγός ΑΓ κρατείται ακίνητος και δίνεται ότι στην τάση για κίνηση αναπτύσσεται από τους αγωγούς οδηγούς στατική τριβή με μέγιστη τιμή $T_{στ,max} = 0,3mg$ με $g = 10m/s^2$.

Κάποια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη και ο αγωγός ΑΓ διαρρέεται από ρεύμα έντασης I=2A. Για να παραμένει ο αγωγός ακίνητος πρέπει η ένταση του μαγνητικού πεδίου να έχει τιμή

α. $0,010T \le B \le 0,025T$ **α.** $0,025T \le B \le 0,040T$ **α.** $0,010T \le B \le 0,040T$

Επιλέξτε με δικαιολόγηση τη σωστή πρόταση.

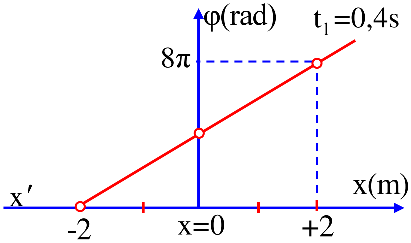


Γ΄ Ομάδα θεμάτων

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

Θέμα Γ΄

Ένα αρμονικό εγκάρσιο κύμα διαδίδεται σε μια χορδή $x'Ox$ και για οποίο,



- η φάση των σημείων της χορδής τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,4s$ φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος.
- η αρχή Ο(x=0) του $x'x$ αρχίζει να ταλαντώνεται την $t_0 = 0$ με θετική ταχύτητα ταλάντωσης και τη χρονική στιγμή $t = \frac{1}{30}s$ έχει μέτρο ταχύτητας ταλάντωσης $\upsilon_O = \pi$ m/s .

Γ.1 Εξηγείστε αν η φορά διάδοσης του κύματος είναι προς τα θετικά ή αρνητικά του άξονα $x'Ox$ και να υπολογίσετε μέτρο της ταχύτητας διάδοσης του κύματος.

Γ.2 Να γραφεί η εξίσωση $y(x,t)$ και να γίνει το στιγμιότυπο του κύματος για τη χρονική στιγμή $t = 0,5s$ και για την περιοχή $x \leq +1,5m$

Ένα σημείο Γ της χορδής αφού δέχεται το κύμα έχει για πρώτη φορά τη μέγιστη θετική απομάκρυνση τη χρονική στιγμή $t = 0,65s$.

Γ.3 Ποια η φάση και η ταχύτητα του σημείου Γ τη χρονική στιγμή $t = 0,9s$.

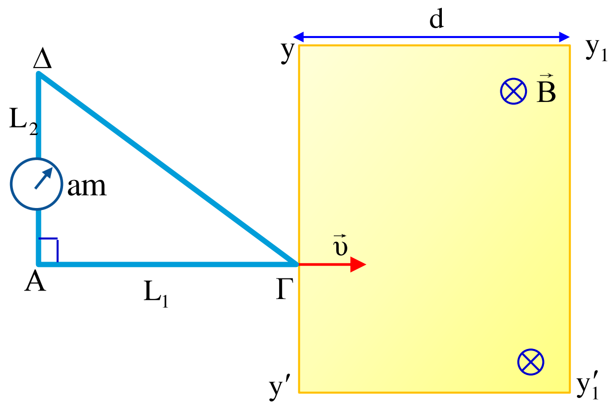
Κάποια στιγμή $t = t_2$ το σημείο Γ έχει απομάκρυνση $y_\Gamma = +0,12m$ και θετική ταχύτητα ταλάντωσης .

Γ.4 Να βρείτε την απομάκρυνση ενός σημείου Δ που έχει συντεταγμένη ισορροπίας $x_\Delta = x_\Gamma + 5\frac{\lambda}{4}$ τη χρονική στιγμή $t = t_2 + \frac{T}{2}$.

Γ.5 Να γίνουν στο ίδιο διάγραμμα και σε βαθμολογημένους άξονες η γραφική παράσταση της φάσης φ(t) για τα σημεία Γ και Δ.

Θέμα Δ΄

Στο σχήμα φαίνεται η οριζόντια τομή ενός κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$ που περιορίζεται μεταξύ δύο παραλλήλων ευθειών $y'y$ και $y_1'y_1$ που απέχουν απόσταση d. Ένας αγωγός ΑΓΔ σχήματος ορθογωνίου τριγώνου με κάθετες πλευρές με μήκη (ΑΓ)=$L_1 = 0,8m$ και (ΑΔ)=$L_2 = 0,6m$ με $L_1 < d$ τη χρονική στιγμή $t_0=0$ αρχίζει να εισέρχεται στο πεδίο με σταθερή ταχύτητα $\vec{\upsilon}$ μέτρου $\upsilon=0{,}2m/s$ που έχει τον φορέα της πλευράς ΑΓ και είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και κάθετη στην ευθεία $y'y$. Η ωμική αντίσταση του αγωγού είναι $R=0{,}3\Omega$ και στην πλευρά ΑΔ παρεμβάλλεται ευαίσθητο ηλεκτρονικό αμπερόμετρο που συνδέεται με υπολογιστή και καταγράφονται οι ενδείξεις αυτού σε συνάρτηση με τη χρονική στιγμή t.



Έτσι παίρνουμε τον παρακάτω πίνακα τιμών για μερικές από τις ενδείξεις του αμπερομέτρου και τις αντίστοιχες χρονικές στιγμές.

t(s)	0,50	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50
I(A)	0,100	0,300	0,400	0,500	0,600	0,700

Δ.1 Βρείτε την θεωρητική εξίσωση I(t) της επαγωγικής έντασης ρεύματος στον αγωγό ΑΓΔ σε συνάρτηση με την χρονική στιγμή κατά την είσοδό του στο πεδίο.

Δ.2 Με βάση τον πίνακα τιμών να γίνει σε βαθμολογημένους άξονες η γραφική παράσταση της έντασης ρεύματος με την αντίστοιχη χρονική στιγμή εισόδου του πλαισίου στο πεδίο και σε συνδυασμό με το Δ.1 να υπολογίστε την ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου.

Δ.3 Εξηγείστε αν η φορά του επαγωγικού ρεύματος στο αγωγό ΑΓΔ έχει ωρολογιακή ή αντιωρολογιακή φορά.

Δ.4 Να υπολογισθεί το συνολικό επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού κατά την είσοδο αυτού στο πεδίο.

Τη χρονική στιγμή που η πλευρά ΑΓ έχει εισέλθει κατά 0,6m στο πεδίο να υπολογισθούν,

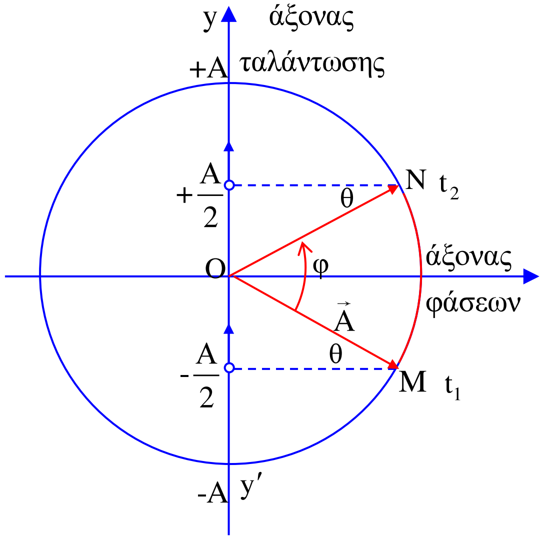
Δ.5 η ΗΕΔ επαγωγής και η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό ΑΔΓ,

Δ.6 η οριζόντια εξωτερική δύναμη $\vec{F}$ που πρέπει να ασκείται στον αγωγό ΑΓΔ ώστε να εισέρχεται στο πεδίο με σταθερή ταχύτητα. Εξηγείστε ποιο μπορεί να είναι το σημείο εφαρμογής της ανωτέρω δύναμη $\vec{F}$.

Απαντήσεις -Λύσεις

Α΄ Ομάδα Θεμάτων

Α.1 Μόνο για μετατόπιση από x=0 έως $x=\pm A$ και αντίστροφα, ο απαιτούμενος χρόνος είναι $\Delta t=\frac{T}{4}$.



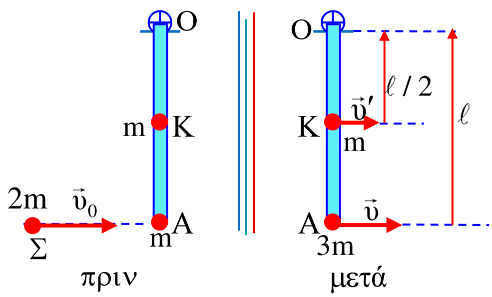
Για παράδειγμα για μετατόπιση από x=-$\frac{A}{2}$ έως και x=+$\frac{A}{2}$ ο απαιτούμενος χρόνος είναι $\Delta t\neq\frac{T}{4}$ και ισούται με το χρόνο $\Delta t=t_2-t_1$ που χρειάζεται το αντίστοιχο «στρεφόμενο διάνυσμα $\vec{A}$ » που στρέφεται με την περίοδο της ταλάντωσης, για να έλθει από την θέση ΟΜ στη θέση ΟΝ, δηλαδή να διαγράψει τη γωνία φ .

Από τη γεωμετρία του σχήματος $\eta\mu\theta=\frac{A/2}{A}=\frac{1}{2}\Rightarrow\theta=\frac{\pi}{6}\text{rad}$, οπότε

$\varphi=2\theta=\frac{\pi}{3}\text{rad}$ και $\varphi=\omega\Delta t\;\Rightarrow\frac{\pi}{3}=\frac{2\pi}{T}\Delta t\;\Rightarrow\Delta t=\frac{T}{6}\neq\frac{T}{4}$, άρα **Α.1 λάθος**.

Α.2 Μετά την κρούση όλα τα σημεία της ράβδου έχουν την ίδια γωνιακή ταχύτητα οπότε οι σφαιρικές μάζες στα Α και Κ θα έχουν ταχύτητες $\upsilon=\omega\ell$ και

$\upsilon'=\omega\frac{\ell}{2}=\frac{\upsilon}{2}$

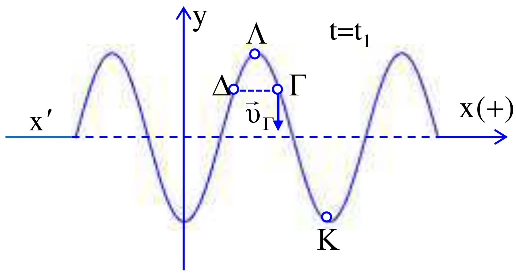


Διατήρηση στροφορμής συστήματος πριν και μετά ως προς τον άξονα περιστροφής που διέρχεται από το Ο,

$$L_{\pi\rho\iota\nu} = L_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} \Rightarrow 2m\upsilon_0\ell = 3m\upsilon\ell + m\frac{\upsilon}{2}\frac{\ell}{2} \Rightarrow 2\upsilon_0 = 13\frac{\upsilon}{4} \Rightarrow \upsilon = \frac{8}{13}\upsilon_0 \Rightarrow \upsilon = 8m/s$$

Α.2- σωστό.

Α.3 Κάθε σημείο της χορδής την χρονική στιγμή t έχει φορά ταλάντωσης ίδια με αυτή που είχαν τα κοντινά του σημεία την $t-dt$ που δέχθηκαν την κύμανση πιο γρήγορα. Το σημείο Γ την $t=t_1$ έχει υ<0 (κατέρχεται) και είναι μεταξύ των Κ και Λ που είναι την $t=t_1$ στις ακραίες θέσεις. Την



$t=t_1-dt$ το σημείο Κ κατέρχονταν, άρα είχε υ<0, που σημαίνει δέχθηκε την κύμανση πιο γρήγορα από Γ.

Άρα το κύμα διαδίδεται από τη θέση ηρεμίας του Κ προς τη θέση ηρεμίας του Γ δηλαδή έχει αρνητική ταχύτητα διάδοσης υ<0 (το σκέλος αυτό είναι σωστό) .

Το σημείο Δ τη στιγμή $t=t_1$ ανέρχεται και δεν έχει την ίδια φάση με το Γ …

(άλλωστε στο τρέχον κύμα τα σημεία της χορδής έχουν φάση που εξαρτάται από τον χρόνο και την θέση και για την ίδια χρονική στιγμή $t=t_1$ φάση που εξαρτάται από την θέση, δηλαδή διαφορετικές φάσεις!) , άρα το 2ο σκέλος της πρότασης είναι λανθασμένο. **Η πρόταση Α.3 συνολικά είναι λάθος** .

Α.4 Σωστό

Α.5 Συνθήκη δημιουργίας στασίμου κύματος ,

$L=N\frac{\lambda}{2} \Rightarrow L=N\frac{\upsilon}{2f} \Rightarrow f=N\frac{\upsilon}{2L} \Rightarrow f=Nf_0$ (1) με $f_0=\frac{\upsilon}{2L}$ που είναι η θεμελιώδης συχνότητα και $N \in Z^+$ το πλήθος των ατράκτων (Ν άτρακτοι, Ν κοιλίες , Ν+1 δεσμοί).

1η περίπτωση: Ν=5 κοιλίες, άτρακτοι Ν=5 $\xrightarrow{(1)}$ $f=5f_0 \Rightarrow 100=5f_0 \Rightarrow f_0=20Hz$ που είναι η θεμελιώδης συχνότητα για να έχουμε στάσιμο κύμα.

2η περίπτωση: Ν+1=10 δεσμοί , άτρακτοι Ν=9 $\xrightarrow{(1)}$ $f=9f_0 \Rightarrow f=9\cdot 20Hz \Rightarrow f=180Hz$, άρα **Α.5 σωστό**

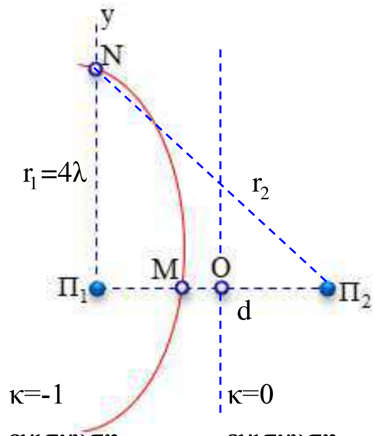
Α.6 Τα σημεία Μ και Ν ανήκουν στην 1η υπερβολή ενίσχυσης πριν την μεσοκάθετο, δηλαδή στην κ=-1, οπότε $\Pi_1 N - \Pi_2 N = -1\lambda$ $\Rightarrow r_1 - r_2 = -1\lambda \Rightarrow 3\lambda - r_2 = -1\lambda \Rightarrow r_2 = 5\lambda$.

Από το ορθογώνιο τρίγωνο $\Pi_1\Pi_2N$ έχουμε

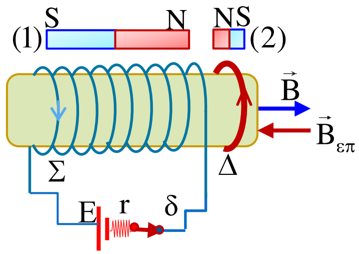
$$d=\sqrt{r_2^2-r_1^2} \Rightarrow d=\sqrt{(5\lambda)^2-(4\lambda)^2} \Rightarrow d=3\lambda$$

Άρα **Α.6-σωστό**.

Σχόλιο: Μια άλλη ερώτηση εδώ θα ήταν **« πόσα σημεία απόσβεσης υπάρχουν στο τμήμα Π₁Ν»**.
Η απάντηση είναι δύο.
Δοκιμάστε την εξήγηση…



Α.7 Μόλις κλείσουμε τον διακόπτη δ στο εσωτερικό του σωληνοειδούς δημιουργείται μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ - που με βάση την ωρολογιακή φορά ρεύματος – έχει φορά προς τα δεξιά και ισοδυναμεί με το ραβδόμορφο μαγνήτη (1) παράλληλο με τον άξονα του σωληνοειδούς και με βόρειο πόλο Ν προς τα δεξιά , όπως στο σχήμα.

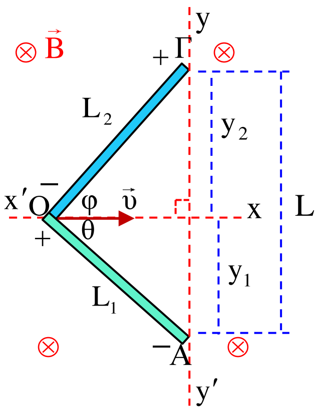


Μόλις κλείνουμε τον διακόπτη η μαγνητική ροή μέσα από τον δακτύλιο Δ μεταβάλλεται (αυξάνεται από μηδενική τιμή) και έτσι στον δακτύλιο έχουμε φαινόμενο επαγωγής , και επειδή ο δακτύλιος είναι κλειστός επαγωγικό ρεύμα και εξαιτίας αυτού επαγωγικό μαγνητικό πεδίο $\vec{B}_{\varepsilon\pi}$.

Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε να αντιτίθεται στην αιτία της επαγωγής και εν προκειμένω στην αύξηση του $\vec{B}$ και της ροής μέσα από τον δακτύλιο. Άρα το $\vec{B}_{\varepsilon\pi}$ του ρεύματος επαγωγής του δακτυλίου πρέπει να είναι αντίρροπο του $\vec{B}$. Για να είναι όμως το $\vec{B}_{\varepsilon\pi}$ με φορά προς τα αριστερά πρέπει το επαγωγικό ρεύμα στον δακτύλιο να έχει αντιωρολογιακή φορά!
Άρα το σκέλος αυτό της ερώτησης είναι λάθος.
Και το επαγωγικό μαγνητικό πεδίο του δακτυλίου ισοδυναμεί με ραβδόμορφο μαγνήτη (2) με βόρειο πόλο Ν προς τα αριστερά , όπως στο σχήμα.
Επειδή οι βόρειοι πόλοι των ανωτέρω ισοδύναμων μαγνητών είναι απέναντι, αυτοί απωθούνται και γι΄ αυτό ο δακτύλιος απομακρύνεται προς τα δεξιά του σχήματος.

Άρα το σκέλος αυτό της ερώτησης είναι σωστό … αλλά συνολικά **η πρόταση Α.7 είναι λάθος.**

A.8 ΗΕΔ Επαγωγής στους αγωγούς,



Αγωγός ΟΑ: $E_1 = B\upsilon L_1 \eta\mu\theta \Rightarrow E_1 = B\upsilon L_1 \dfrac{y_1}{L_1}$

$\Rightarrow E_1 = B\upsilon y_1 \Rightarrow V_O - V_A = B\upsilon y_1$ (1)

Αγωγός ΟΓ: $E_2 = B\upsilon L_2 \eta\mu\varphi \Rightarrow E_2 = B\upsilon L_2 \dfrac{y_2}{L_2}$

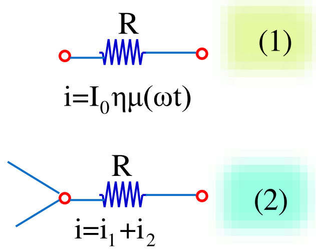
$\Rightarrow E_2 = B\upsilon y_2 \Rightarrow V_\Gamma - V_O = B\upsilon y_2$ (2)

(1) +(2) $\Rightarrow V_\Gamma - V_A = B\upsilon y_1 + B\upsilon y_2 \Rightarrow$

$V_\Gamma - V_A = B\upsilon(y_1 + y_2) \Rightarrow V_\Gamma - V_A = B\upsilon L \Rightarrow$

$V_A - V_\Gamma = -B\upsilon L$, **A.8-Σωστό**.

A.9 1^η περίπτωση



$\bar{P}_1 = I_{1,\varepsilon\nu}^2 R \Rightarrow \bar{P}_1 = \left(\dfrac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2 R \Rightarrow$

$\bar{P}_1 = \dfrac{1}{2} I_0^2 R = 50W$ (1)

2^η περίπτωση

$i = I_0 \eta\mu(\omega t) + 2I_0 \eta\mu(\omega t)$

$i = 3I_0 \eta\mu(\omega t)$

$\bar{P} = I_{\varepsilon\nu}^2 R \Rightarrow \bar{P} = \left(\dfrac{3I_0}{\sqrt{2}}\right)^2 R \Rightarrow \bar{P} = 9\dfrac{1}{2} I_0^2 R$

$\xrightarrow{(1)} \bar{P} = 9\bar{P}_1$ (1)$\Rightarrow \bar{P} = 9 \cdot 50W \Rightarrow$

$\bar{P} = 450W$, **A.9-Σωστό**.

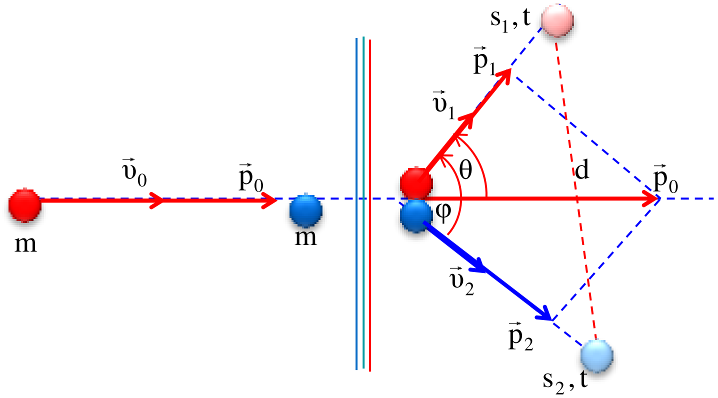
A.10 Από τη γενική σχέση αβεβαιότητας έχουμε …

$\Delta E \cdot \Delta t \geq \dfrac{h}{2\pi}$ με $\Delta E_{1,min} = \dfrac{h}{2\pi \cdot \Delta t_1}$ (1) και $\Delta E_{2,min} = \dfrac{h}{2\pi \cdot \Delta t_2}$ (2)

Από (1,2) $\dfrac{\Delta E_{1,min}}{\Delta E_{2,min}} = \dfrac{\Delta t_2}{\Delta t_1} > 1 \Rightarrow \Delta E_{1,min} > \Delta E_{2,min}$, **A.10-Σωστό**.

Β΄ Ομάδα Θεμάτων

Θέμα Β.1



α) $\vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \Rightarrow p_0^2 = p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2\sigma\upsilon\nu\varphi$ (1)

$K_0 = K_1 + K_2 \Rightarrow \dfrac{p_0^2}{2m} = \dfrac{p_1^2}{2m} + \dfrac{p_2^2}{2m} \Rightarrow p_0^2 = p_1^2 + p_2^2$ (2)

Από (1,2) $\Rightarrow 2p_1p_2\sigma\upsilon\nu\varphi = 0$ (3) $\Rightarrow \sigma\upsilon\nu\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{2}\,\text{rad}$, **α-σωστό**.

(*) Σχόλιο: Στη σχέση (3) επειδή το γινόμενο είναι μηδέν, ο μόνος μηδενικός παράγοντας είναι συνφ=0. Αν ήταν $p_1 = 0$ θα ίσχυε $\vec{p}_2 = \vec{p}_0$ και επειδή έχουμε ίσες μάζες θα είχαμε ανταλλαγή ταχυτήτων…κάτι που συμβαίνει μόνο στην μετωπική ελαστική κρούση δύο ίσων μαζών…ενώ εδώ η κρούση είναι μη μετωπική.

β) Από τη γεωμετρία του σχήματος για τις ορμές μετά την κρούση έχουμε,

$p_1 = p_0\sigma\upsilon\nu\theta$ και $p_2 = p_0\sigma\upsilon\nu(90^0 - \theta) \Rightarrow p_2 = p_0\eta\mu\theta$.

Επίσης για τις κινητικές ενέργειες έχουμε $K_1 = \dfrac{p_1^2}{2m}$ και $K_2 = \dfrac{p_2^2}{2m}$

Για να είναι $K_1 = K_2$ πρέπει $p_1 = p_2$ και για να ισχύει αυτό $p_0\sigma\upsilon\nu\theta = p_0\eta\mu\theta \Rightarrow$ $\sigma\upsilon\nu\theta = \eta\mu\theta \Rightarrow \theta = 45^0$ ... κάτι που δεν είναι δεδομένο, **β-λάθος**.

γ) Η απόσταση των σφαιρών μετά την κρούση σε κάποια χρονική στιγμή t, θα είναι

$d = \sqrt{s_1^2 + s_2^2} \Rightarrow d = \sqrt{(\upsilon_1 t)^2 + (\upsilon_1 t)^2} \Rightarrow d = \sqrt{\upsilon_1^2 + \upsilon_2^2}\, t$ (3).

Από τη γεωμετρία του σχήματος για τις ορμές μετά την κρούση έχουμε,

$p_1 = p_0 συνθ \Rightarrow mυ_1 = mυ_0 συνθ \Rightarrow υ_1 = υ_0 συνθ$ (4)

και $p_2 = p_0 συν(90^0 - θ) \Rightarrow p_2 = p_0 ημθ \Rightarrow mυ_2 = mυ_0 ημθ \Rightarrow υ_2 = υ_0 ημθ$ (5)

Από (3,4,5) έχουμε $d = \sqrt{υ_0^2 συν^2θ + υ_0^2 ημ^2θ}\ t \Rightarrow d = \sqrt{υ_0^2\left(συν^2θ + ημ^2θ\right)}\ t \Rightarrow d = υ_0 t$

άρα **γ-σωστό**.

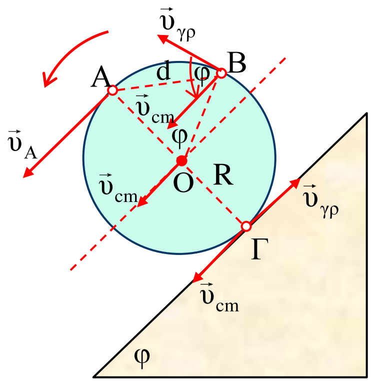
Θέμα Β.1

Σημείο Γ, $\vec{υ}_Γ = 0 \Rightarrow υ_{cm} = υ_{γρ} = ωR$

Σημείο Α, $υ_A = υ_{cm} + υ_{γρ} = 2υ_{cm}$ (1)

Τρίγωνο ΟΑΒ ισόπλευρο, οπότε $\sphericalangle AOB = φ = 60^0$

Από την γεωμετρία του σχήματος $\sphericalangle\left(\vec{υ}_{cm}, \vec{υ}_{γρ}\right)_{σημείοB} = φ = 60^0$



$\vec{υ}_B = \vec{υ}_{cm} + \vec{υ}_{γρ} \Rightarrow$

$υ_B = \sqrt{υ_{cm}^2 + υ_{γρ}^2 + 2υ_{cm}υ_{γρ}συνφ} \Rightarrow$

$υ_B = \sqrt{υ_{cm}^2 + υ_{cm}^2 + 2υ_{cm}υ_{cn}συν60^0} \Rightarrow$

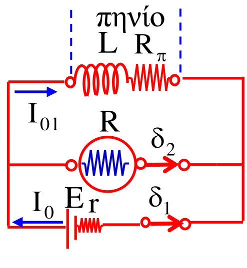
$υ_B = υ_{cm}\sqrt{3}$ (2).

Από (1,2) έχουμε $υ_B = υ_A \dfrac{\sqrt{3}}{2}$, **Σωστό το (γ).**

Θέμα Β.3

α) Αρχικά όταν υπάρξει η αποκατάσταση ρεύματος $E_{αυτ} = 0$ και το τελικό ρεύμα της πηγής είναι $I_0 = \dfrac{E}{R_{ολ}}$

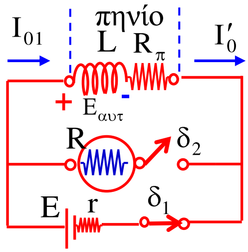
με $R_{ολ} = r + \dfrac{RR_π}{R + R_π} \Rightarrow R_{ολ} = \dfrac{R}{2} + \dfrac{R}{R+R} \Rightarrow R_{ολ} = R$



οπότε $I_0 = \dfrac{E}{R}$. Το τελικό ρεύμα μέσα από το πηνίο (επειδή $R_π = R$) έχει ένταση $I_{01} = \dfrac{I_0}{2} = \dfrac{E}{2R}$ και η αποθηκευμένη ενέργεια μαγνητικού πεδίου στο πηνίο έχει τιμή $U_0 = \dfrac{1}{2}LI_{01}^2 \Rightarrow U_0 = \dfrac{1}{2}L\left(\dfrac{E}{2R}\right)^2 \Rightarrow$

$$U_0 = L\frac{E^2}{8R^2} \quad (1)$$, άρα **α- λάθος**.

β) Μόλις ανοίξουμε τον διακόπτη δ_2 στο πηνίο υπάρχει ρεύμα αρχικής έντασης $I_{01} = \frac{I_0}{2} = \frac{E}{2R}$ από το προηγούμενο κύκλωμα και με βάση την ήδη αποθηκευμένη σε αυτό ενέργεια μαγνητικού πεδίου.



Αμέσως μετά το ρεύμα αυτό μεταβάλλεται και θα έχει τελική τιμή έντασης $I_0' = \frac{E}{r+R_\pi} \Rightarrow$

$$I_0' = \frac{E}{R/2+R} = \frac{E}{1,5R} \text{ ή } I_0' = \frac{2}{3}\frac{E}{R} > I_{01}.$$

Επειδή με το άνοιγμα του διακόπτη δ_2 η ένταση ρεύματος στο πηνίο αυξάνεται , οπότε το πηνίο «αντιδρά» με αυτεπαγωγή που έχει πολικότητα αυτήν του σχήματος.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0^+$ αμέσως με το άνοιγμα του διακόπτη δ_2 γράφουμε 2ο κανόνα Kirchhoff ,

$$E - |E_{\alpha\upsilon\tau}| - I_{01}(r+R_\pi) = 0 \Rightarrow E - |E_{\alpha\upsilon\tau}| - \frac{E}{2R}1,5R = 0 \Rightarrow |E_{\alpha\upsilon\tau}| = \frac{E}{4}$$ και αλγεβρικά

$$E_{\alpha\upsilon\tau} = -\frac{E}{4} \quad (2).$$

$$E_{\alpha\upsilon\tau} = -L\frac{di}{dt} \xrightarrow{(2)} -\frac{E}{4} = -L\frac{di}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = +\frac{E}{4R}$$, άρα **β-σωστό**.

γ) Τελικά στο ανωτέρω κύκλωμα όταν $E_{\alpha\upsilon\tau}=0$, η ένταση ρεύματος γίνεται $I_0' = \frac{2}{3}\frac{E}{R}$ και η ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου έχει τιμή,

$$U_0' = \frac{1}{2}LI_0'^2 \Rightarrow U_0' = \frac{1}{2}L\left(\frac{2E}{3R}\right)^2 \Rightarrow U_0' = \frac{1}{2}L\frac{4E^2}{9R^2} \Rightarrow U_0' = \frac{2}{9}L\frac{E^2}{R^2} \quad (2).$$

Από (1,2) βρίσκουμε ,

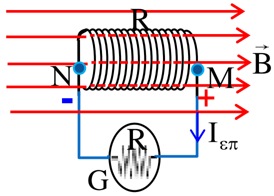
$$\frac{U_0'}{U_0} = \frac{\frac{2}{9}L\frac{E^2}{R^2}}{\frac{1}{8}L\frac{E^2}{R^2}} \Rightarrow \frac{U_0'}{U_0} = \frac{16}{9} \Rightarrow U_0' = \frac{16}{9}U_0$$, άρα **γ-σωστό**.

Θέμα Β.4

α) $E_{επ} = -\dfrac{dΦ}{dt}N \Rightarrow E_{επ} = -\dfrac{d(BA)}{dt}N \Rightarrow E_{επ} = -\dfrac{dB}{dt}AN$ (1)

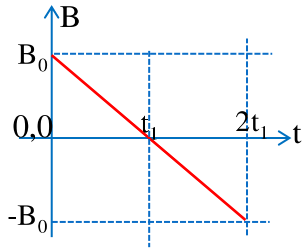
Από την B(t) φαίνεται ότι ο ρυθμός μεταβολές της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι σταθερός , οπότε $\dfrac{dB}{dt} = \dfrac{ΔB}{Δt} = \dfrac{-B_0 - B_0}{2t_1 - 0} \Rightarrow \dfrac{dB}{dt} = -\dfrac{B_0}{t_1}$ (2).

Από (1,2) έχουμε $E_{επ} = \dfrac{B_0}{t_1}AN$ (3) .



Η ένταση ρεύματος στο κύκλωμα είναι $I_{επ} = \dfrac{E_{επ}}{2R}$

$\xrightarrow{(1)} I_{επ} = \dfrac{B_0 AN}{2Rt_1}$ (4).



Επειδή το $\vec{B}$ μειώνεται πρέπει το επαγωγικό ρεύμα να έχει τέτοια φορά ώστε να δίνει στο εσωτερικό του σωληνοειδούς ομόρροπο επαγωγικό μαγνητικό πεδίο – ως «αντίδραση» στην μείωση του υπάρχοντος μαγνητικού πεδίου . Για με είναι όμως το $\vec{B}_{επαγωγικό}$ με φορά προς τα δεξιά πρέπει το επαγωγικό ρεύμα στις σπείρες να έχει ωρολογιακή φορά και να εξέρχεται για το εξωτερικό κύκλωμα από το Μ. Άρα η δημιουργούμενη ΗΕΔ επαγωγής έχει (+) στο Μ και (-) στο Ν (κανόνας Lenz) .

Η πολική τάση στα άκρα του πηνίου είναι $V_M - V_N = E_{επ} - I_{επ}R_π \Rightarrow$

$V_M - V_N = \dfrac{B_0}{t_1}AN - \dfrac{B_0 AN}{2Rt_1}R \Rightarrow V_M - V_N = \dfrac{B_0 AN}{2t_1}$, άρα **α-σωστό**.

β) Από την (4) για την ένταση έχουμε $I_{επ} = \dfrac{B_0 AN}{2Rt_1}$ (σωστό το $1^ο$ σκέλος) . Από τη γραφική παράσταση φαίνεται ότι ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι σταθερός $\dfrac{dB}{dt} = -\dfrac{B_0}{t_1}$ σε όλο το χρονικό διάστημα $[0, 2t_1]$ που με βάση την (1) και η αλγεβρική τιμή της $E_{επ} = -\dfrac{dB}{dt}AN$ και συνεπώς η πολικότητα είναι σταθερή σε όλο το χρονικό διάστημα $[0, 2t_1]$. Σταθερή όμως πολικότητα δηλώνει και σταθερή φορά ρεύματος σε όλο το ανωτέρω χρονικό διάστημα, άρα το $2^ο$ σκέλος είναι λανθασμένο και **η πρόταση (β) συνολικά είναι λάθος**.

γ) Αφού η ένταση ρεύματος είναι σταθερή το επαγωγικό φορτίο βρίσκεται από την σχέση $q = I_{επ} \cdot 2t_1 \xrightarrow{(4)} q = \frac{B_0AN}{2Rt_1} \cdot 2t_1 \Rightarrow q = \frac{B_0A}{R}N$, **γ-σωστό**.

Το φορτίο βρίσκεται και από την σχέση $q= -\frac{\Delta\Phi}{R_{ολ}}N \Rightarrow$ $q= -\frac{-B_0A-B_0A}{2R}N \Rightarrow$

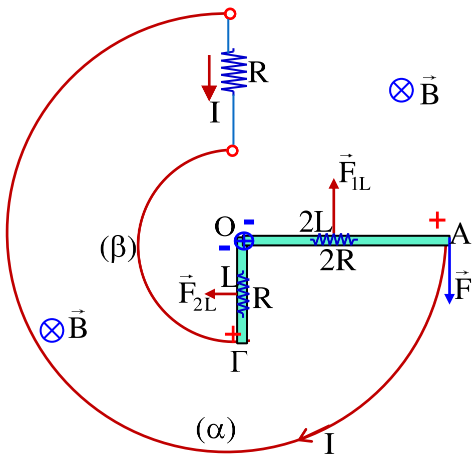
$$q= -\frac{-2B_0A}{2R}N \Rightarrow q= \frac{B_0A}{R}N$$

Θέμα Β.5

α) Αγωγός ΟΑ: $E_{1,επ} = \frac{1}{2}B\omega(2L)^2$

$\Rightarrow E_{1,επ} = \frac{4}{2}B\omega L^2$ με (+) στο Α και (-) στο Ο.

Αγωγός ΟΓ: $E_{2,επ} = \frac{1}{2}B\omega L^2$ με (+) στο Γ και (-) στο Ο.



Αν το κύκλωμα ήταν ανοικτό

$V_A\text{-}V_O = E_{1,επ} = \frac{4}{2}B\omega L^2$ (1) και

$V_\Gamma\text{-}V_O = E_{2,επ} = \frac{1}{2}B\omega L^2$ (2)

Από (1)-(2) $V_A\text{-}V_\Gamma = \frac{3}{2}B\omega L^2 \Rightarrow E_{επ,ολ} = \frac{3}{2}B\omega L^2$ με $V_A > V_\Gamma$ …και με βάση αυτή την συνολική πολικότητα σημειώνουμε και τη φορά του ρεύματος .

Επαγωγική ένταση ρεύματος στο κύκλωμα,

$$I = \frac{E_{επ,ολ}}{2R+R+R} \Rightarrow I = \frac{\frac{3}{2}B\omega L^2}{4R} \Rightarrow I = \frac{3B\omega L^2}{8R} \ (3).$$

Πολική τάση , $V_A\text{-}V_\Gamma = E_{επ,ολ} - I \cdot 3R \Rightarrow V_A\text{-}V_\Gamma = \frac{3}{2}B\omega L^2 - \frac{3B\omega L^2}{8R} \cdot 3R \Rightarrow$

$V_A\text{-}V_\Gamma = \frac{12}{8}B\omega L^2 - \frac{9B\omega L^2}{8} \Rightarrow V_A\text{-}V_\Gamma = \frac{3}{8}B\omega L^2$, **α-λάθος**.

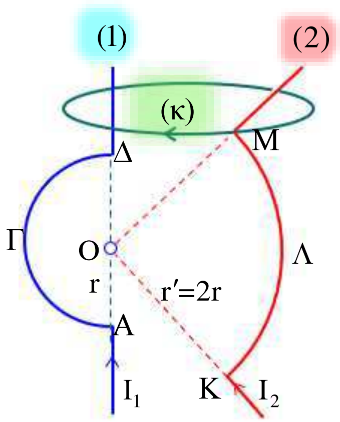
β) $\Sigma\tau_{(O)} = 0 \Rightarrow F \cdot 2L - F_{1,L}\frac{2L}{2} + F_{2,L}\frac{L}{2} = 0 \Rightarrow 2F - F_{1,L} + \frac{F_{2,L}}{2} = 0 \Rightarrow$

$$F=\frac{2F_{1,L}-F_{2,L}}{4} \Rightarrow F=\frac{2BI\cdot 2L-BIL}{4} \Rightarrow F=\frac{3}{4}BIL \xrightarrow{(3)} F=\frac{3}{4}B\frac{3B\omega L^2}{8R}L \Rightarrow$$

$F=\frac{9}{32}\frac{B^2L^3}{R}\omega$, **β-σωστό**.

Θέμα Β.6

Με βάση την §1.5.1 σελίδα 22 από το βιβλίο μου Ηλεκτρομαγνητισμός -2, το μαγνητικό πεδίο ρευματοφόρου ευθύγραμμου τμήματος στην διεύθυνσή του έχει μηδενική τιμή.
Επίσης με βάση την §1.5.2 σελίδα 23 από το βιβλίο μου Ηλεκτρομαγνητισμός-2, το μαγνητικό πεδίο κυκλικού ρευματοφόρου τόξου στο κέντρο του, έχει τιμή $B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{r^2}s$ ή $B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{r}\theta$



α) Μαγνητικό πεδίο αγωγού (1) στο κέντρο Ο,

$$B_1=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{r}\theta \Rightarrow B_1=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1}{r}\pi \quad (1)$$

Μαγνητικό πεδίο αγωγού (2) στο κέντρο Ο,

$$B_2=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_2}{2r}\theta' \Rightarrow B_2=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_2}{2r}\frac{\pi}{2} \quad (2)$$

Για να είναι $\vec{B}_{ολ}=0 \Rightarrow \vec{B}_1+\vec{B}_2=0 \Rightarrow B_1-B_2=0 \Rightarrow B_1=B_2 \Rightarrow$

$\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1}{r}\pi=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_2}{2r}\frac{\pi}{2} \Rightarrow I_2=4I_1$, άρα **α- λάθος**.

β) Η κυκλοφορία του μαγνητικού πεδίου των αγωγών (1) και (2) κατά μήκος της κλειστής γραμμής (κ) - σύμφωνα με τον νόμο Ampere- δίνεται από την σχέση $\sum_{(\kappa)}B\Delta\ell\sigma\upsilon\nu\theta=\mu_0(-I_1-I_2) \Rightarrow \sum_{(\kappa)}B\Delta\ell\sigma\upsilon\nu\theta=\mu_0(-I_1-4I_1) \Rightarrow \sum_{(\kappa)}B\Delta\ell\sigma\upsilon\nu\theta=-5\mu_0I_1$

άρα **β-σωστό**.

Θέμα Β.7

Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση φαίνεται ότι έξοδο φωτοηλεκτρονίων έχουμε όταν $K_{max} = hf - \varphi \geq 0 \Rightarrow f \geq \frac{\varphi}{h}$ και η ελάχιστη προς τούτο συχνότητα, η συχνότητα κατωφλίου είναι $f_0 = \frac{\varphi}{h}$ (1).

Όταν $f = 2{,}5f_0$, $K_{max} = hf - \varphi \Rightarrow K_{max} = h \cdot 2{,}5f_0 - \varphi \xrightarrow{(1)} K_{max} = h \cdot 2{,}5\frac{\varphi}{h} - \varphi$ $\Rightarrow K_{max} = 1{,}5\varphi$ (2).

Αν V_0 η απόλυτη τιμή της συχνότητας αποκοπής για την ανωτέρω συχνότητα εύκολα βρίσκεται $K_{max} = |q_e|V_0$ (3).

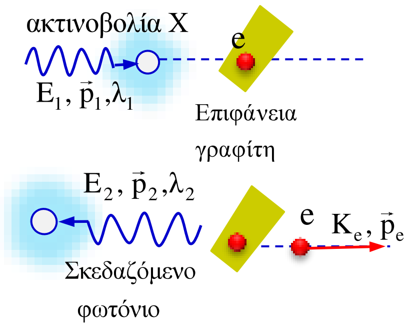
Τώρα που έχουμε θετική τάση $V = 2V_0$ τα φωτοηλεκτρόνια επιταχύνονται προς την άνοδο, και από το ΘΜΚΕ μεταξύ καθόδου-ανόδου παίρνουμε,

$$K_{max,άνοδος} - K_{max,κάθοδος} = |q_e|V \Rightarrow K_{max,άνοδος} - |q_e|V_0 = |q_e| \cdot 2V_0 \Rightarrow$$

$$K_{max,άνοδος} = 3|q_e| \cdot V_0 \xrightarrow{(3)} K_{max,άνοδος} = 3K_{max,καθ} \xrightarrow{(2)} K_{max,άνοδος} = 3 \cdot 1{,}5\varphi$$

$\Rightarrow K_{max,άνοδος} = 4{,}5\varphi \Rightarrow K_{max,άνοδος} = 4{,}5 \cdot 2eV = 9eV$, άρα **σωστή η σχέση (δ)**

Θέμα Β.8



Μετατόπιση του μήκους κύματος

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1\text{-συνθ}) \Rightarrow$$

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1\text{-}(-1)) \Rightarrow \Delta\lambda = 2\frac{h}{mc} \;(1)$$

Φωτόνιο **μετά την σκέδαση**:

Ορμή φωτονίου $p_2 = 0{,}4mc$,

ενέργεια φωτονίου $E_2 = p_2c \Rightarrow$ $E_2 = 0{,}4mc^2$

Μήκος κύματος σκεδαζόμενης ακτινοβολίας, $\lambda_2 = \frac{h}{p_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{h}{0{,}4mc} \Rightarrow \lambda_2 = 2{,}5\frac{h}{mc}$ (2)

Από την (1) μετατόπιση του μήκους κύματος $\Delta\lambda = 2\frac{h}{mc} \Rightarrow \lambda_2\text{-}\lambda_1 = 2\frac{h}{mc} \xrightarrow{(2)}$

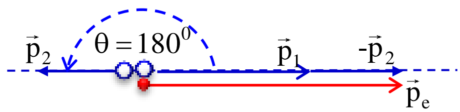
$$2{,}5\frac{h}{mc}\text{-}\lambda_1 = 2\frac{h}{mc} \Rightarrow \lambda_1 = 0{,}5\frac{h}{mc}$$

Φωτόνιο **πριν την σκέδαση**:

Ορμή φωτονίου $p_1 = \dfrac{h}{\lambda_1} \Rightarrow p_1 = \dfrac{h}{0,5h/mc} \Rightarrow p_1 = 2mc$,

ενέργεια φωτονίου $E_1 = p_1 c \Rightarrow E_1 = 2mc^2$.

α) Από τη διατήρηση της ορμής έχουμε $\vec{p}_1 = \vec{p}_2 + \vec{p}_e \Rightarrow \vec{p}_e = \vec{p}_1 + (-\vec{p}_2)$ με τα διανύσματα αυτά των ορμών να φαίνονται στο σχήμα.



$\vec{p}_e = \vec{p}_1 + (-\vec{p}_2) \Rightarrow p_e = p_1 + p_2 \Rightarrow$

$p_e = 2mc + 0,4mc \Rightarrow p_e = 2,4mc$,

α-λάθος.

β) Διατήρηση ενέργειας $E_1 = E_2 + K_e \Rightarrow K_e = E_1 - E_2 \Rightarrow K_e = 2mc^2 - 0,4mc^2 \Rightarrow$

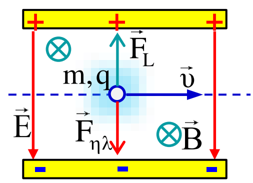
$K_e = 1,6mc^2$, **β-σωστό**.

Θέμα Β.9

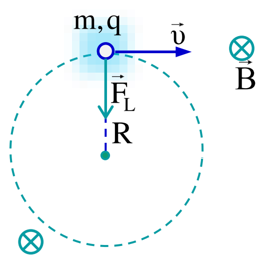
Το πρωτόνιο στο **διαλογέα ταχυτήτων** του 1ου σχήματος, αφού δεν εκτρέπεται,

$\Sigma\vec{F} = 0 \Rightarrow F_L = F_{\eta\lambda} \Rightarrow B\upsilon q = Eq \Rightarrow \upsilon = \dfrac{E}{B}$

ή $\upsilon = \dfrac{E}{B} = 10^5 \dfrac{m}{s}$ (1).



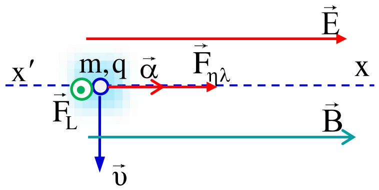
Το πρωτόνιο όταν βάλλεται στο ομογενές **μαγνητικό πεδίο** $\vec{B}$ με την ανωτέρω ταχύτητα $\vec{\upsilon}$ - που στον διαλογέα ταχυτήτων δεν εκτρέπεται- διαγράφει κυκλική κίνηση ακτίνας $R = \dfrac{m\upsilon}{qB}$ και περιόδου $T = \dfrac{2\pi m}{qB} = 5\pi \cdot 10^{-8}s$ (2).



Στην τρίτη περίπτωση που τα πεδία – ηλεκτρικό και μαγνητικό είναι ομόρροπα –

- Επειδή η ταχύτητα βολής $\vec{\upsilon}$ του πρωτονίου είναι κάθετη στο μαγνητικό πεδίο, το πρωτόνιο δέχεται δύναμη Lorentz και διαγράφει κυκλική κίνηση ακτίνας $R = \dfrac{m\upsilon}{qB}$ και περιόδου $T = \dfrac{2\pi m}{qB} = 5\pi \cdot 10^{-8}s$.

- Επειδή υπάρχει και το ηλεκτρικό πεδίο το πρωτόνιο δέχεται ηλεκτρική δύναμη $F_{ηλ} = Eq$ και αποκτά σταθερή επιτάχυνση στην κατεύθυνση της $\vec{E}$ με τιμή $α=\frac{F_{ηλ}}{m}=\frac{Eq}{m}$ (3) και μετατοπίζεται με εξίσωση θέσης – για την κίνηση αυτή- $x=\frac{1}{2}αt^2$.



Δηλαδή το πρωτόνιο εκτελεί ταυτόχρονα δύο κινήσεις, ομαλή κυκλική κίνηση και ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, που ο συνδυασμός αυτών δίνει ως σύνθετη κίνηση μια **ελικοειδή με μεταβλητό βήμα έλικας**.

Την χρονική στιγμή $t=1T$ η μετατόπιση στον $x'x$ είναι $Δx_1=\frac{1}{2}αT^2$ και τη στιγμή $t=2T$ η μετατόπιση στον $x'x$ είναι $Δx_2=\frac{1}{2}α(2T)^2 \Rightarrow Δx_2=4\frac{1}{2}αT^2$.

Στο χρονικό διάστημα $[T,2T]$ η μετατόπιση στον $x'x$ είναι $Δx=Δx_2-Δx_1 \Rightarrow$

$$Δx=3\frac{1}{2}αT^2 \xrightarrow{3,2} Δx=3\frac{1}{2}\frac{Eq}{m}\left(\frac{2πm}{qB}\right)^2 \Rightarrow Δx=\frac{3}{2}\frac{Eq}{m}\frac{4π^2m^2}{q^2B^2} \Rightarrow$$

$$Δx=\frac{3}{2}\frac{E}{B}\frac{4π^2m}{qB} \Rightarrow Δx=\frac{3}{2}\frac{E}{B}2π\frac{2πm}{qB} \xrightarrow{1,2} Δx=\frac{3}{2}υ2πT \xrightarrow{1,2,S.I}$$

$$Δx=\frac{3}{2}10^5\cdot 2π\cdot 5π\cdot 10^{-8} \Rightarrow Δx=15.10^{-3}\cdot π^2 m \Rightarrow Δx=0,15m.$$

Άρα **σωστή η πρόταση (γ)**

Θέμα Β.10

Δύναμη Laplace στον αγωγό ΑΓ,

$$F_L=BIL \xrightarrow{S.I} F_L=B\cdot 2\cdot 1 \Rightarrow F_L=2B \text{ (S.I). (1)}$$

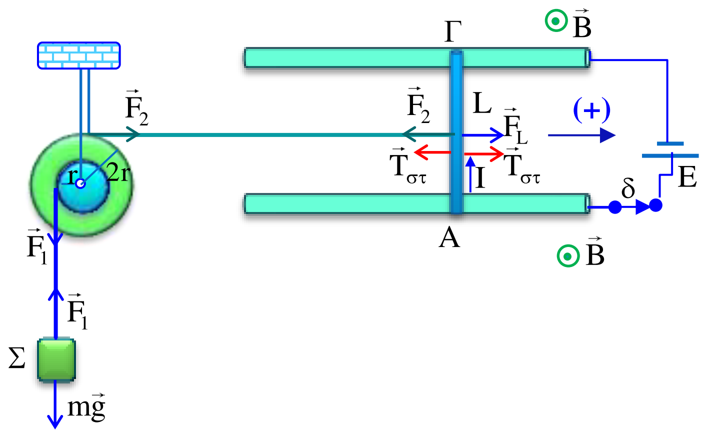
Ισορροπία σώματος Σ,

$$ΣF_y=0 \Rightarrow mg=F_1 \text{ (2)}$$

Στροφική ισορροπία τροχαλίας,

$$Στ=0 \Rightarrow F_1r=F_2 2r \Rightarrow F_2=\frac{F_1}{2} \xrightarrow{(2)} F_2=\frac{mg}{2} \xrightarrow{S.I} F_2=\frac{0,01Kg\cdot 10m/s^2}{2} \Rightarrow$$

$$F_2=0,05N \text{ (3)}$$



Μέγιστη στατική τριβή που μπορεί να ασκηθεί στην ράβδο ΑΓ,

$T_{στ,max} = 0,3mg = 0,3 \cdot 0,01 \cdot 10 \;\Rightarrow\; T_{στ,max} = 0,03N$

1η περίπτωση για τη φορά της στατική τριβής:

Αν $F_2 > F_L$ τότε $T_{στ,max} > 0$ …έχει φορά προ τα δεξιά

Μεταφορική ισορροπία αγωγού ΑΓ,

$\Sigma F_x = 0 \;\Rightarrow\; -F_2+F_L+T_{στ}=0 \Rightarrow T_{στ}=F_2-F_L \xrightarrow{1,3} T_{στ}=0,05\text{-}2B$.

Ναι αλλά $0 \le T_{στ} \le T_{στ,max} \Rightarrow 0 \le 0,05-2B \le 0,03 \Rightarrow -0,05 \le -2B \le -0,02$

$0,025 \ge B \ge 0,010$ ή $0,010T \le B \le 0,025T$ (4)

2η περίπτωση για τη φορά της στατική τριβής:

Αν $F_2 < F_L$ τότε $T_{στ,max} < 0$ …έχει φορά προ τα αριστερά

Μεταφορική ισορροπία αγωγού ΑΓ,

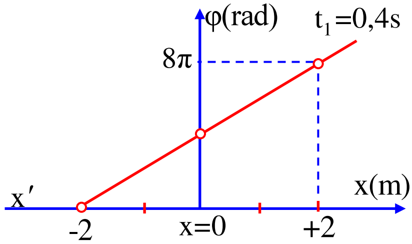
$\Sigma F_x = 0 \;\Rightarrow\; -F_2+F_L-T_{στ}=0 \Rightarrow T_{στ}=F_L-F_2 \xrightarrow{1,3} T_{στ}=2B\text{-}0,05$.

Ναι αλλά $0 \le T_{στ} \le T_{στ,max} \Rightarrow 0 \le 2B-0,05 \le 0,03 \Rightarrow 0,05 \le 2B \le 0,08$

$0,025T \le B \le 0,040T$ (5).

Από (4,5) φαίνεται ότι αυτές συναληθεύουν και καλύπτουν κάθε περίπτωση όταν $0,010T \le B \le 0,040T$

Γ΄ Ομάδα θεμάτων
Θέμα Γ΄



Γ.1 Τα σημεία της χορδής που δέχονται την κύμανση σε προγενέστερο χρόνο έχουν – την ίδια χρονική στιγμή $t=t_1$ - μεγαλύτερη φάση, άρα έχουν ήδη ταλαντωθεί πιο πολύ.

Την $t=t_1=0,4s$ παρατηρούμε ότι,

- έχουμε φ=0 για την θέση x=-2m που σημαίνει ότι μέχρι εκεί έχει φθάσει το κύμα ,
- όσο πιο θετική συντεταγμένη στον άξονα x΄x έχει ένα σημείο, τόσο μεγαλύτερη φάση έχει , άρα δέχθηκε την κύμανση πιο νωρίς και το κύμα διαδίδεται από τα θετικά προς τα αρνητικά, έχει ταχύτητα διάδοσης υ<0.

Δίνεται ότι το σημείο $O(x=0)$ (η αρχή μετρήσεων) δέχεται το κύμα την $t_0=0$ και το σημείο $(x=-2m)$ δέχεται το κύμα την $t_1=0,4s$, οπότε η ταχύτητα διάδοσης είναι $υ=\frac{Δx}{Δt}=\frac{x-x_0}{t_1-t_0} \Rightarrow υ=\frac{-2m-0}{0,4s-0} \Rightarrow υ=-5m/s$ (αλγεβρική τιμή) και μέτρο $υ=5m/s$

Γ.2 Η εξίσωση της φάσης του κύματος είναι $φ(x,t)=ωt+\frac{2πx}{λ}$ και για $t=t_1=0,4s$

$$φ(x)=ωt_1+\frac{2πx}{λ} \text{ ή } φ(x)=ω\cdot 0,4+\frac{2πx}{λ} \quad (1)$$

- Για $x=-2m$ έχουμε $φ=0$ και από την (1) $0=ω\cdot 0,4-\frac{4π}{λ}$ (2).
- Για $x=+2m$ έχουμε $φ=8π$ και από την (1) $8π=ω\cdot 0,4+\frac{4π}{λ}$ (3).

Από (1)+(2) παίρνουμε $8π=0,8ω \Rightarrow ω=10π rad/s$ ή f=5Hz και T=0,2s.

Τώρα από (2) ή (4) βρίσκουμε λ=1m.

(*) Τώρα η ταχύτητα βρίσκεται και από τη σχέση $υ=λf$.

Εξίσωση κύματος $y(x,t)=Aημ\left(ωt+\frac{2πx}{λ}\right)$ …

Εξίσωση ταλάντωσης αρχής $O(x=0)$, $y_O(t)=A\eta\mu(\omega t)$ και εξίσωση ταχύτητας της αρχής $\upsilon_O(t)=\omega A\sigma\upsilon\nu(\omega t)$ $\Rightarrow \upsilon_O(t)=10\pi A\sigma\upsilon\nu(10\pi t) \Rightarrow \pi=10\pi A\sigma\upsilon\nu\left(10\pi\frac{1}{30}\right)$

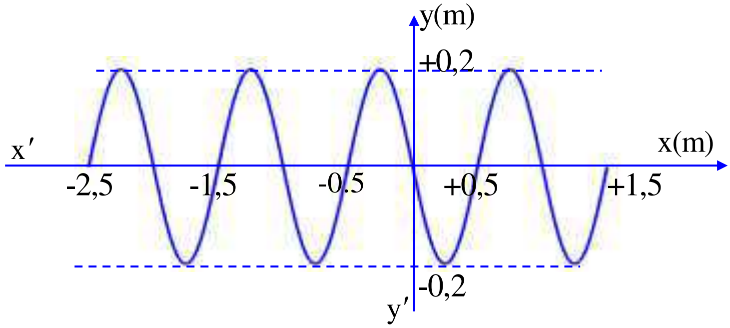
$\Rightarrow \pi=10\pi A\frac{1}{2} \Rightarrow A=0,2m$.

Εξίσωση κύματος $y(x,t)=A\eta\mu\left(\omega t+\frac{2\pi x}{\lambda}\right) \Rightarrow y(x,t)=0,2\eta\mu(10\pi t+2\pi x)$ (S.I)

Στιγμιότυπο κύματος την $t=0,5s$

$y(x)=0,2\eta\mu(10\pi\cdot 0,5+2\pi x) \Rightarrow y(x)=0,2\eta\mu(5\pi+2\pi x)$

Το κύμα την $t=0,5s$ έφτασε στην θέση που $\varphi=0 \Rightarrow 5\pi+2\pi x=0 \Rightarrow x=-2,5m$, άρα σε ταλάντωση είναι τα σημεία της χορδής με $x\geq -2,5m$ και στην περιοχή από $x=-2,5m$ έως και $x=+1,5m$ υπάρχουν $N=\frac{\Delta x}{\lambda}=4$ μήκη κύματος με το αντίστοιχο στιγμιότυπο φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Γ.3 Το σημείο Γ για να μετακινηθεί από την $y=0$ μέχρι την $y=+A$ χρειάζεται χρόνο $\Delta t=\frac{T}{4}=\frac{0,20s}{4}=0,05s$. Άρα το σημείο Γ άρχισε να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_\Gamma=0,65s-0,05s=0,60s$.

Η φάση ταλάντωσης του σημείου Γ είναι $\varphi_\Gamma(t)=10\pi t+2\pi x_\Gamma$ ή $\varphi_\Gamma(t)=\omega(t-t_\Gamma) \Rightarrow$ $\varphi_\Gamma(t)=10\pi(t-0,6) \xrightarrow{t=0,9s} \varphi_\Gamma=10\pi(0,9-0,6) \Rightarrow \varphi_\Gamma=3\pi\ rad$

Εξίσωση ταλάντωσης του σημείου Γ, $y_\Gamma(t)=0,2\eta\mu(10\pi t+2\pi x_\Gamma) \Rightarrow y_\Gamma(t)=0,2\eta\mu\varphi_\Gamma$

Εξίσωση ταχύτητας του σημείου Γ, $\upsilon_\Gamma(t)=2\pi\sigma\upsilon\nu(10\pi t+2\pi x_\Gamma) \Rightarrow \upsilon_\Gamma(t)=2\pi\sigma\upsilon\nu\varphi_\Gamma$ $\xrightarrow{\varphi_\Gamma=3\pi} \upsilon_\Gamma=2\pi\sigma\upsilon\nu 3\pi \Rightarrow \upsilon_\Gamma=-2\pi\ m/s$.

(*) Μπορούμε να βρούμε την θέση του Γ ,

$\Delta x=\upsilon\Delta t \Rightarrow x_\Gamma - x_0=\upsilon(t_\Gamma - t_0) \Rightarrow x_\Gamma-0=-5(0,6-0) \Rightarrow x_\Gamma=-3m$

και να εργασθούμε με την εξίσωση $\varphi_\Gamma(t)=10\pi t+2\pi x_\Gamma$

Γ.4 Εξίσωση ταλάντωσης του σημείου Γ,

$$y_\Gamma(t)=0,2\eta\mu\left(10\pi t+2\pi x_\Gamma\right) \xrightarrow{t=t_2} 0,12=0,2\eta\mu\left(10\pi t_2+2\pi x_\Gamma\right) \Rightarrow$$

$$\eta\mu\left(10\pi t_2+2\pi x_\Gamma\right)=0,6 \text{ και } \sigma\upsilon\nu\left(10\pi t_2+2\pi x_\Gamma\right)=\pm 0,8 \xrightarrow{\upsilon_\Gamma>0}$$

$$\sigma\upsilon\nu\left(10\pi t_2+2\pi x_\Gamma\right)=+0,8 \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\left(10\pi t_2+2\pi(-3)\right)=+0,8 \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\left(10\pi t_2\right)=+0,8 \quad (1)$$

Θέση του σημείου Δ,

$$x_\Delta=x_\Gamma+\frac{5\lambda}{4} \Rightarrow x_\Delta=-3+\frac{5\cdot 1}{4} \Rightarrow x_\Delta=-1,75m$$

Εξίσωση ταλάντωσης του σημείου Δ,

$$y_\Delta(t)=0,2\eta\mu\left(10\pi t+2\pi x_\Delta\right) \Rightarrow y_\Delta(t)=0,2\eta\mu\left(10\pi t+2\pi(-1,75)\right) \Rightarrow$$

$$y_\Delta(t)=0,2\eta\mu\left(10\pi t-3,5\pi\right) \text{ και την } t=t_2+\frac{T}{2} \text{ έχουμε}$$

$$y_\Delta=0,2\eta\mu\left(10\pi(t_2+T/2)-3,5\pi\right) \Rightarrow y_\Delta=0,2\eta\mu\left(10\pi t_2+\pi-3,5\pi\right) \Rightarrow$$

$$y_\Delta=0,2\eta\mu\left(10\pi t_2-3,0\pi+\frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow y_\Delta=-0,2\sigma\upsilon\nu\left(10\pi t_2\right) \xrightarrow{(1)}$$

$$y_\Delta=-0,2\cdot(+0,8) \Rightarrow y_\Delta=-0,16m$$

Γ.5 Το σημείο Γ, δέχεται την κύμανση την $t_\Gamma=0,60s$

Το σημείο Δ , δέχεται την κύμανση πιο γρήγορα κατά Δt από το Γ (είναι πιο θετικά από αυτό)…με $\Delta t=\frac{|\Delta x|}{|\upsilon|} \Rightarrow \Delta t=\frac{5\lambda/4}{|\upsilon|}=\frac{5\cdot 1/4}{5}=0,25s$, άρα δέχεται την κύμανση τη χρονική στιγμή $t_\Delta=t_\Gamma-0,25s \Rightarrow t_\Delta=0,60s-0,25s=0,35s$.

Ταλάντωση του Γ.

$\varphi_\Gamma(t)=10\pi t+2\pi x_\Gamma \Rightarrow \ldots \varphi_\Gamma(t)=10\pi t+2\pi\cdot(-3) \Rightarrow \varphi_\Gamma(t)=10\pi t-6\pi$ (S.I) (2)

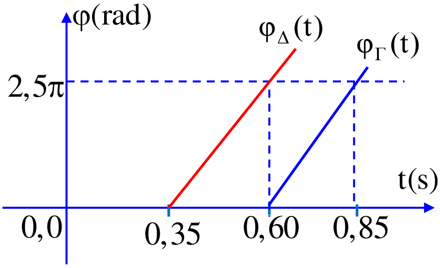
και αυτό αρχίζει να ταλαντώνεται την $t_\Gamma=0,60s$

Ταλάντωση του Δ.

$\varphi_\Delta(t)=10\pi t+2\pi x_\Delta \Rightarrow \varphi_\Delta(t)=10\pi t+2\pi\cdot(-1,75) \Rightarrow \varphi_\Delta(t)=10\pi t-3,5\pi$ (S.I) (2)

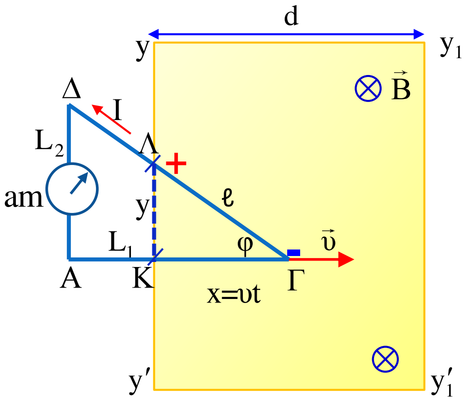
αυτό αρχίζει να ταλαντώνεται την $t_\Gamma=0,35s$

Η γραφική παράσταση των (1) και (2) είναι στο παρακάτω διάγραμμα.



Θέμα Δ΄

Δ.1 Σε τυχαία χρονική στιγμή t κατά την είσοδο του αγωγού στο πεδίο έχουμε ΗΕΔ



$$E_{\varepsilon\pi} = E_{\Lambda\Gamma} + E_{K\Gamma} = E_{\Lambda\Gamma} + 0 \;\Rightarrow$$

$$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon\ell\eta\mu\varphi \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon\ell\frac{y}{\ell} \Rightarrow$$

$$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon y \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon x\varepsilon\varphi\varphi \Rightarrow$$

$$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon\cdot\upsilon t\cdot\frac{L_2}{L_1} \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon^2\frac{L_2}{L_1}t \;\;(1)$$

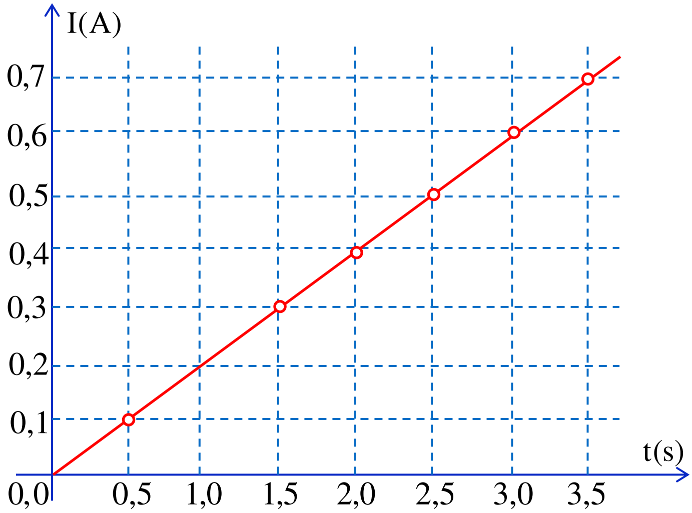
με (+) στο Λ και (-) στο Γ (όπως εύκολα προκύπτει αν δούμε τη φορά της δύναμης Lorentz στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του ΛΓ) … οπότε στον αγωγό ΑΔΓ έχουμε ρεύμα με αντιωρολογιακή φορά και τιμή $I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R} \xrightarrow{(1)} I = \frac{B\upsilon^2\frac{L_2}{L_1}t}{R} \Rightarrow$

$$I = B\frac{\upsilon^2}{R}\frac{L_2}{L_1}t \;\;(2)$$

Η σχέση (2) δηλώνει ότι η σχέση I(t) είναι ευθεία με συντελεστή διεύθυνσης

$$\sigma = B\frac{\upsilon^2}{R}\frac{L_2}{L_1} \;(3).$$

Δ.2 Από τον πίνακα τιμών κάνουμε τη γραφική παράσταση της I(t) που αποδίδεται στο διάγραμμα της επόμενης σελίδας .



Από τη γραφική παράσταση ο συντελεστής διεύθυνσης της I(t) είναι $\sigma=\frac{\Delta I}{\Delta t}=\frac{0{,}7\text{-}0{,}1}{3{,}5\text{-}0{,}5}=\frac{0{,}6}{3{,}0}\frac{A}{s} \Rightarrow \sigma=0{,}2\ A/s$ (4)

Από (3) και (4) έχουμε $B\frac{\upsilon^2}{R}\frac{L_2}{L_1}=0{,}2 \xrightarrow{S.I} B\frac{0{,}2^2}{0{,}3}\frac{0{,}6}{0{,}8}=0{,}2 \Rightarrow B=2T$

Δ.3 Αν σημειώσουμε την φορά της δύναμης Lorentz στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του ΛΓ αυτή είναι από το Λ στο Γ. Άρα δημιουργείται ΗΕΔ με (+) στο Λ και (-) στο Γ οπότε στον αγωγό ΑΔΓ έχουμε ρεύμα με αντιωρολογιακή φορά. Αλλά και με τον κανόνα Lenz που η Laplace στο αγωγό πρέπει να αντιτίθεται στην κίνηση αυτού.

Δ.4 Υπολογισμός φορτίου, **1ος τρόπος**:

$$q=-\frac{\Delta\Phi}{R}=\frac{\Phi_{\tau\varepsilon\lambda}-\Phi_{\alpha\rho\chi}}{R} \Rightarrow q=-\frac{BA-0}{R} \Rightarrow q=-\frac{B\frac{1}{2}L_1L_2}{R} \xrightarrow{S.I} q=-1{,}6C$$

και απολύτως q=1,6C

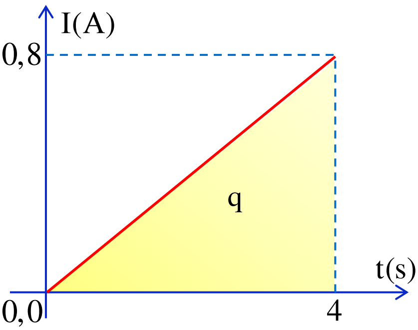
2ος τρόπος: Από το εμβαδόν της γραφικής παράστασης I(t)

Από την (2) $I = B\frac{\upsilon^2}{R}\frac{L_2}{L_1}t \xrightarrow{S.I}$

$I = 0,2t$ (S.I) για $0 \le t \le \frac{L_1}{\upsilon} \Rightarrow$

$0 \le t \le 4s$.

$q = \frac{1}{2}4s \cdot 0,8A \Rightarrow q = 1,6C$



Δ.5 Από τη γεωμετρία του σχήματος βρίσκουμε τον μήκος (ΝΓ)=ℓ,

$$\sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{x}{\ell} \Rightarrow \frac{L_1}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}} = \frac{x}{\ell} \Rightarrow \frac{0,8}{1} = \frac{0,6}{\ell} \Rightarrow \ell = 0,75m.$$

Με βάση το ερώτημα Δ.1

$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon\ell\eta\mu\varphi \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = 0,18V$

και $I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R} \Rightarrow I = \frac{0,18V}{0,3\Omega} \Rightarrow$

$I = 0,6A$

… και **διαφορετικά** …

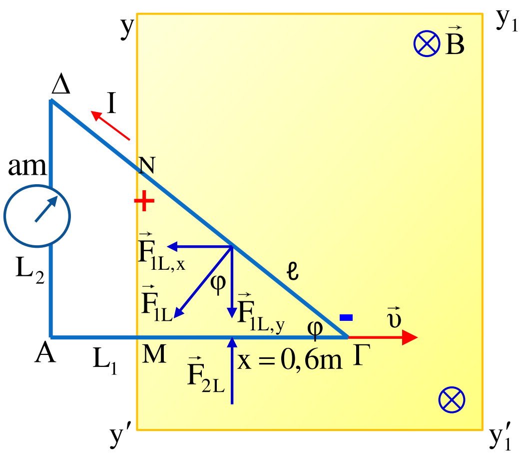
ΜΓ=x=υt $\Rightarrow$ 0,6m=0,2m/s$\cdot$t

$\Rightarrow$ t=3s.

Από ερώτημα Δ.4 βρέθηκε

$I = 0,2t$ και για t=3s

βρίσκουμε $I = 0,6A$



Δυνάμεις Laplace δέχονται οι πλευρές $N\Gamma = \ell$ και η $M\Gamma = x$

Laplace στην ΝΓ: $F_{1L} = BI\ell \Rightarrow F_{1L} = 2T \cdot 0,6A \cdot 0,75m \Rightarrow F_{1L} = 0,90N$

Laplace στην ΜΓ: $F_{2L} = BIx \Rightarrow F_{2L} = 2T \cdot 0,6A \cdot 0,6m \Rightarrow F_{2L} = 0,72N$

Αναλύσουμε την $\vec{F}_{1L}$ σε δύο συνιστώσες ,

$$F_{1L,x} = F_{1L}\eta\mu\varphi \Rightarrow F_{1L,x} = F_{1L}\frac{L_2}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}} \Rightarrow F_{1L,x} = 0,90\frac{0,6}{1} = 0,54N$$

$$F_{1L,y} = F_{1L}\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow F_{1L,y} = F_{1L}\frac{L_1}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}} \Rightarrow F_{1L,y} = 0,90\frac{0,8}{1} = 0,72N$$

Παρατηρούμε ότι $\vec{F}_{1L,y}$ και $\vec{F}_{2L}$ είναι αντίθετες και στον ίδιο φορέα και συνεπώς **αναιρούνται – χωρίς δημιουργία ροπής**!.
Έτσι η συνολική Laplace είναι $F_{L,ολ} = F_{1L,x} = 0,54N$.

Δ.6 Για να μεταφέρεται ο αγωγός με σταθερή οριζόντια ταχύτητα πρέπει $\Sigma\vec{F} = 0$, άρα απαιτείται οριζόντια δύναμη $\vec{F}$ αντίθετη της $\vec{F}_{L,ολ} = \vec{F}_{1L,x}$ σε κάθε χρονική στιγμή και εκείνη τη στιγμή $t = 3s$ έχει μέτρο $F = F_{1L,x} = 0,54N$.

Προσοχή η οριζόντια δύναμη $\vec{F}$ με την $\vec{F}_{L,ολ} = \vec{F}_{1L,x}$ δημιουργεί ζεύγος δυνάμεων και για να μην έχει ροπή και προκαλείται στροφή δεν φθάνει $\vec{F} = -\vec{F}_{L,ολ} = -\vec{F}_{1L,x}$ σε κάθε χρονική στιγμή , αλλά πρέπει να **είναι και στον ίδιο φορέα** με την $\vec{F}_{L,ολ} = \vec{F}_{1L,x}$