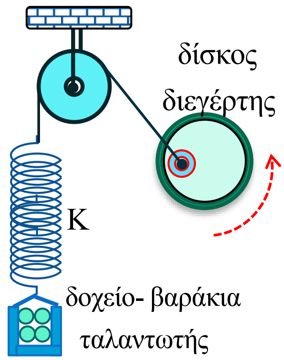
40^o Επαναληπτικό κριτήριο -Εργασία

Θέμα Α:

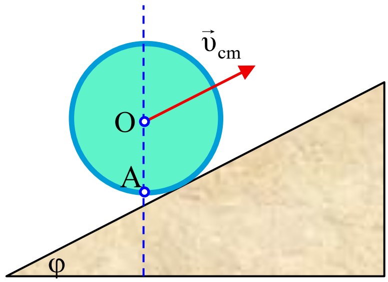
(Για τις ερωτήσεις **Α.1** έως και **Α.4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή πρόταση.)

Α.1 Στη διάταξη του σχήματος ο ταλαντωτής αν εκτελούσε ελεύθερη και αμείωτη ταλάντωση θα είχε συχνότητα $\omega_0 = 10\text{rad/s}$. Τώρα που εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση έχει εξίσωση απομάκρυνσης $y(t)=0,10ημ(15t)$ (S.I). Η προσφερόμενη από τον διεγέρτη στο ταλαντωτή ενέργεια μπορεί να μεταφέρεται με τον βέλτιστο τρόπο όταν:



α. αυξήσουμε τον αριθμό των περιστροφών ανά λεπτό που εκτελεί ο δίσκος -διεγέρτης,
β. μειώσουμε την περίοδο περιστροφής του δίσκου – διεγέρτη,
γ. αφαιρέσουμε βαράκια που είναι μέσα στο δοχείο – ταλαντωτής,
δ. προσθέσουμε και άλλα βαράκια μέσα στο δοχείο – ταλαντωτή.

Α.2 Ένας ομογενής δίσκος ανέρχεται το κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης $\varphi = 60^0$ με κύλιση χωρίς ολίσθηση και κάποια στιγμή το κέντρο του Ο έχει ταχύτητα $\vec{\upsilon}_{cm}$. Την ίδια στιγμή το κατώτερο σημείο Α του δίσκου (το πλησιέστερο προς το οριζόντιο δάπεδο) θα έχει μέτρο ταχύτητας ,

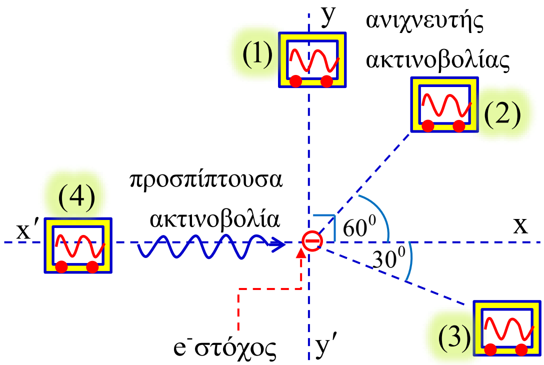


α. $\upsilon_A=0$ **β.** $\upsilon_A=\upsilon_{cm}\sqrt{3}$
γ. $\upsilon_A=2\upsilon_{cm}$ **δ.** $\upsilon_A=\upsilon_{cm}$

Α.3 Στην κάθοδο μιας διάταξης φωτοηλεκτρικού φαινομένου προσπίπτει ακτινοβολία με μήκος κύματος λ στο μέσον περίπου του ορατού φάσματος, αλλά δεν παρατηρείται έξοδος φωτοηλεκτρονίων. Η έξοδος των φωτοηλεκτρονίων μπορεί να επιτευχθεί αν,
α. χωρίς μεταβολή του μήκους κύματος αυξήσουμε την ισχύ της προσπίπτουσας

ακτινοβολίας,
β. ρίξουμε άλλη ακτινοβολία με μήκος κύματος στο βαθύ υπέρυθρο,
γ. ρίξουμε άλλη ακτινοβολία με μήκος κύματος από τα μικρότερα μιας υπεριώδους ακτινοβολίας,
δ. επικαλύψουμε τη κάθοδο της διάταξης με άλλο μέταλλο με μεγαλύτερο έργο εξαγωγής.

Α.4 Στο σχήμα φαίνεται το πείραμα του φαινομένου Compton στο οποίο η προσπίπτουσα ακτινοβολία Χ στον ακίνητο στόχο ηλεκτρόνιο είναι στον άξονα $x'x$. Έχουμε τοποθετήσει τέσσερις διατάξεις ανίχνευσης της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας σε θέσεις όπως φαίνονται στο σχήμα. Το ηλεκτρόνιο στο οποίο κτύπησε η ακτινοβολία θα αποκτήσει την μέγιστη κινητική ενέργεια αν η σκεδαζόμενη ακτινοβολία καταγραφεί από τον ανιχνευτή,



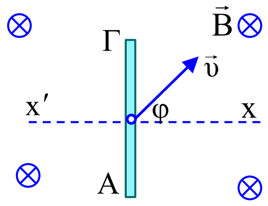
α. (1) **β.** (2) **γ.** (3) **δ.** (4)

Α.5 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. Σε μια χορδή έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα από δύο άλλα όμοια κύματα μήκους κύματος λ που διαδίδονται αντίθετα . Δύο κοιλίες Μ και Ν του στασίμου, που οι θέσεις ισορροπίας των απέχουν $\Delta x = n\frac{\lambda}{2}$ με n ακέραιος άρτιος, θα έχουν διαφορά φάσης $\Delta\varphi = n\pi$.

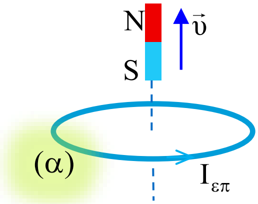
β. Φορτισμένο σωματίδιο δεδομένης μάζας και φορτίου έχοντας κινητική ενέργεια Κ και ταχύτητα αρκετά μικρότερη από την ταχύτητα του φωτός, εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου Β και διαγράφει κυκλική τροχιά στην οποία η στροφορμή του L, είναι ανάλογος της κινητικής του ενέργειας Κ.

γ. Ένας αντιστάτης R τροφοδοτείται από αρμονικό εναλλασσόμενο ρεύμα i της μορφής $i=I_0ημ(ωt)$. Η μέση ισχύς $\overline{P}$ και η αντίστοιχη μέγιστη στιγμιαία ισχύς P_{max} με την οποία ο αντιστάτης παίρνει ενέργεια συνδέονται με την σχέση $\overline{P}=0,5P_{max}$.

δ. Στον ευθύγραμμο αγωγό ΑΓ μήκους L που κινείται με ταχύτητα $\vec{υ}$ κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$ όπως στο σχήμα, αναπτύσσεται στα άκρα του επαγωγική τάση με αλγεβρική τιμή V_A-$V_Γ$=ΒυLσυνφ.



ε. Στο σχήμα ο μαγνήτης με του πόλους όπως στο σχήμα κινείται κάθετα στο επίπεδο του κυκλικού αγωγού (α) και απομακρύνεται από αυτόν. Στον αγωγό αναπτύσσεται επαγωγικό ρεύμα με συμβατική αντί-ωρολογιακή φορά.



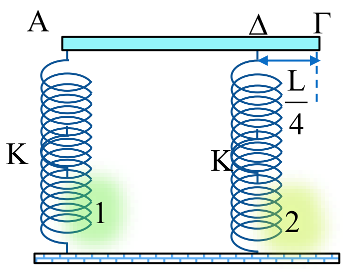
Θέμα Β:

Β.1 Ένα σώμα μάζας m με κινητική ενέργεια K_0 συγκρούεται μη μετωπικά με άλλο ακίνητο σώμα ίσης μάζας. Μετά την κρούση τα σώματα έχουν ίσες κινητικές ενέργειες και κινούνται σε διευθύνσεις που σχηματίζουν γωνία $φ=60^0$. Η απώλεια κινητικής ενέργειας ΔΚ του συστήματος είναι:

α. $ΔK=\frac{2}{3}K_0$ **β.** $ΔK=\frac{1}{3}K_0$ **γ.** $ΔK=\frac{1}{4}K_0$ **δ.** $ΔK=\frac{3}{5}K_0$

Επιλέξτε με δικαιολόγηση τη σωστή πρόταση.

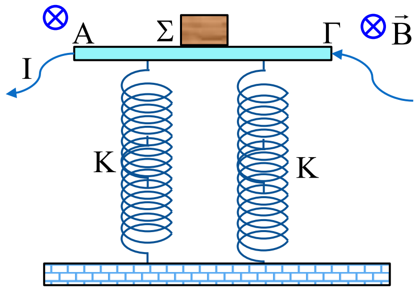
Β.2 Μια ευθύγραμμη ομογενής ράβδος μήκους L και μάζας M=3Kg ισορροπεί σε οριζόντια θέση στηριζόμενη σε δύο κατακόρυφα ελατήρια (1) και (2) ίδιας σταθεράς K=100N/m. Η ράβδος στηρίζεται με το άκρο της Α στο ελατήριο (1) και στο ελατήριο (2) σε σημείο Δ που απέχει από άκρο Γ απόσταση $ΔΓ=\frac{L}{4}$. Τα ελατήρια (1) και (2) έχουν φυσικά μήκη ℓ_1 και ℓ_2 αντίστοιχα που διαφέρουν κατά :



α. ℓ_1-ℓ_2=5cm **β.** ℓ_1-ℓ_2=10cm **γ.** ℓ_2-ℓ_1=10cm **δ.** ℓ_2-ℓ_1=15cm

Επιλέξτε με δικαιολόγηση τη σωστή πρόταση.

Β.3 Στο σχήμα φαίνεται μια μεταλλική ομογενής ράβδος ΑΓ μάζας m, μήκους ℓ που διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης Ι με συμβατική φορά όπως στο σχήμα . Η ράβδος διατηρείται οριζόντια δεμένη με μονωτικό τρόπο πάνω σε δύο όμοια κατακόρυφα ελατήρια σταθεράς Κ που είναι σε συμμετρικές θέσεις ως το μέσον της ράβδου. Πάνω στη ράβδο και στο μέσον αυτής υπάρχει ξύλινο σώμα μάζας $m_1=m/2$ και σε όλη την περιοχή υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ με διεύθυνση κάθετη στην ράβδο και φορά όπως στο σχήμα, με όλο το σύστημα αρχικά να ισορροπεί, χωρίς οι αγωγοί παροχής ρεύματος στην ράβδο να επηρεάζουν την ισορροπία της. Κάποια στιγμή κόβουμε την ένταση ρεύματος που διαρρέει την ράβδο και όλο σύστημα εκτελεί κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση σταθεράς $D=2K$ με ανώτερη θέση τη θέση που τα ελατήρια έχουν το φυσικό του μήκος.

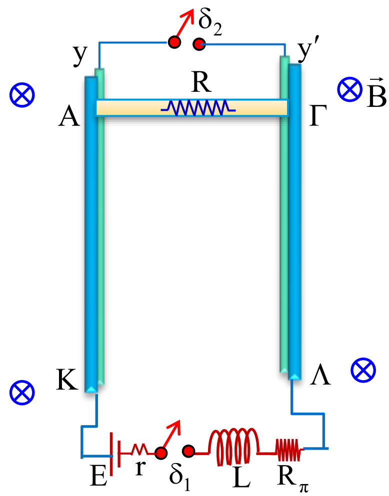


α. Η ένταση ρεύματος Ι που διέρχονταν αρχικά από τον αγωγό έχει τιμή $I=\dfrac{3}{2}\dfrac{mg}{B\ell}$.

β. Η μέγιστη δύναμη που ασκεί το ξύλινο σώμα στη ράβδο έχει τιμή $F_{max}=mg$

Εξετάστε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.

Β.4 Στο σχήμα φαίνονται δύο ακλόνητοι κατακόρυφοι αγωγοί οδηγοί Κy , Λy′ αμελητέας αντίστασης που απέχουν απόσταση ℓ με τα άκρα τους Κ, Λ να συνδέονται με πηγή συνεχούς (Ε, r) που είναι σε σειρά με πραγματικό πηνίο (L, R_π). Στο πάνω μέρος των αγωγών οδηγών υπάρχει οριζόντιος αγωγός ΑΓ μάζας m, αντίστασης R, μήκους ℓ που μπορεί να κινηθεί χωρίς τριβές πάνω στους αγωγούς οδηγούς και σε όλη την περιοχή των αγωγών υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ κάθετο στον αγωγό ΑΓ.



Έχοντας ανοικτό τον πάνω διακόπτη $δ_2$ κλείνουμε τον διακόπτη $δ_1$ και κρατάμε μονωτικά ακίνητο τον αγωγό ΑΓ. Όταν αποκατασταθεί το ρεύμα στο κύκλωμα ο αγωγός ΑΓ ισορροπεί χωρίς την άσκηση πρόσθετης εξωτερικής δύναμης.

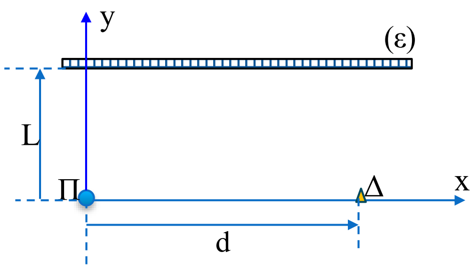
α. Πριν η ένταση ρεύματος πάρει την τελική του τιμή της και ενώ είχε ρυθμό αύξησης $\frac{di}{dt}$, ίσο με το 75% της του μέγιστου ρυθμού με αύξησης της έντασης ρεύματος $\left(\frac{di}{dt}\right)_{max}$, εκείνη τη στιγμή για να ισορροπεί ο αγωγός απαιτούνταν πρόσθετη εξωτερική κατακόρυφη δύναμη $F = 0,75mg$.

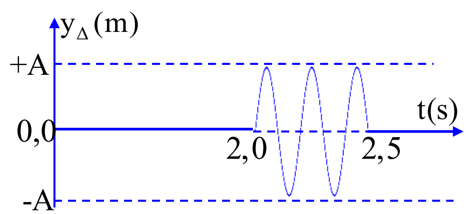
β. Κάποια στιγμή t_0=0 ανοίγουμε τον διακόπτη $δ_1$ και αφήνουμε ελεύθερο τον αγωγό ΑΓ που κατέρχεται οριζόντιος χωρίς τριβές ανάμεσα στους αγωγούς οδηγούς. Αν κάποια κατάλληλη στιγμή $t=t_1$ κλείσουμε τον πάνω διακόπτη $δ_2$ ο αγωγός ΑΓ συνεχίζει να κατέρχεται με σταθερή ταχύτητα. Η ανωτέρω χρονική στιγμή $t=t_1$ έχει τιμή $t_1 = \frac{mR}{B^2\ell^2}$

Εξετάστε με δικαιολόγηση το σωστό ή λανθασμένο της κάθε πρότασης.

Θέμα Γ:

Στην επιφάνεια μιας ήρεμης λίμνης υπάρχει πηγή Π που την t_0=0 παράγει χωρίς αρχική φάση επιφανειακά αρμονικά κύματα πλάτους Α που διαδίδονται στην επιφάνεια της λίμνης χωρίς απώλειες ενέργειας και σε απόσταση L από την πηγή υπάρχει ακλόνητη κατακόρυφη επιφάνεια (ε). Έτσι κάθε σημείο μεταξύ πηγής και επιφανείας (ε) δέχεται κύματα απευθείας από την πηγή Π και κύματα της πηγής ύστερα από ανάκλαση στην επιφάνεια (ε). Σε μια ευθεία Πx παράλληλη με την επιφάνεια (ε) και σε σημείο Δ αυτής που απέχει από την πηγή απόσταση $d = 4m$ υπάρχει μια μικρή σημαδούρα της οποίας το πλάτος με το χρόνο αποδίδεται στο διάγραμμα.



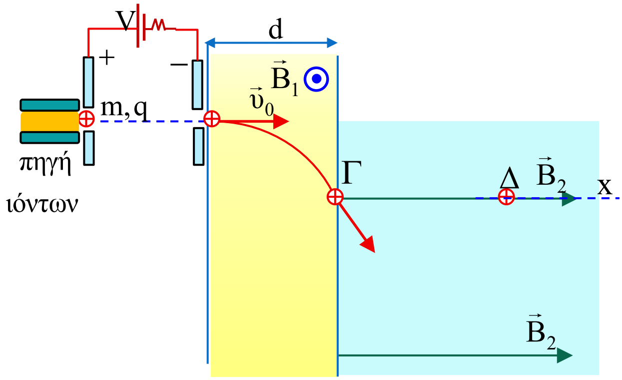


Να υπολογισθούν:

Γ.1 το μήκος κύματος λ και η απόσταση L της επιφάνειας (ε) από την πηγή Π,
Γ.2 το πλήθος των σημείων απόσβεσης πάνω στην Πx ,
Γ.3 η απόσταση από την πηγή Π του πιο απομακρυσμένου σημείου απόσβεσης της ημιευθείας Πy που είναι κάθετη στην επιφάνεια (ε) και διέρχεται από την πηγή Π,
Γ.4 η απόσταση από την πηγή Π του πιο απομακρυσμένου σημείου ενίσχυσης της ημιευθείας Πx ,
Γ.5 η % ελάχιστη μεταβολή της συχνότητας σε σχέση με την αρχική, ώστε η σημαδούρα στο Δ να βρίσκεται μετά την συμβολή σε ενίσχυση.

Θέμα Δ:

Στο σχήμα φαίνεται μια πηγή δημιουργίας θετικών ιόντων $(q>0, m)$ τα οποία αφού επιταχυνθούν από τάση V=200Volt εισέρχονται με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_0$ κάθετα στις δυναμικές γραμμές κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $B_1=10^{-2}T$ με φορά όπως στο σχήμα. Μια οριζόντια τομή του ανωτέρω μαγνητικού πεδίου είναι ορθογώνιο



με την πλευρά στην διεύθυνση της ταχύτητας να έχει μήκος $d=0{,}10m$. Τα θετικά αυτά ιόντα διαγράφουν κυκλική τροχιά μέσα στο μαγνητικό πεδίο και εξέρχονται από αυτό με γωνιακή εκτροπή $\varphi=30^0$. Ακολούθως εισέρχονται σε άλλο οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο $B_2=5\cdot10^{-2}T$ με δυναμικές γραμμές παράλληλες στην αρχική ταχύτητα εισόδου $\vec{\upsilon}_0$.

Να υπολογισθούν:
Δ.1 η ακτίνα R_1 της κυκλικής τροχιάς στο 1^o μαγνητικό πεδίο,
Δ.2 το ειδικό φορτίου $\frac{q}{m}$ των ιόντων,
Δ.3 η ταχύτητα $\vec{\upsilon}_0$, ο χρόνος κίνησης και το μήκος της τροχιάς του ιόντος στο 1^o μαγνητικό πεδίο,
Δ.4 η ακτίνα R_2 και το βήμα της έλικας στο 2^o μαγνητικό πεδίο,
Δ.5 το μήκος της τροχιάς που διαγράφει το ιόν όταν έχει ήδη μετατοπισθεί κατά δύο βήματα της έλικας.

Όταν το ιόν διέρχεται από ένα σημείο Δ της $\Gamma x \parallel B_2$ με $\Gamma\Delta = 0,2\pi\sqrt{3}\ \mathrm{m}$,

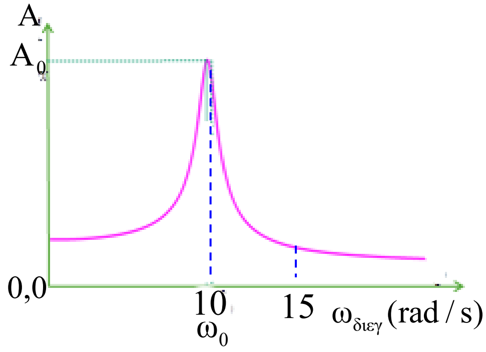
Δ.6 να βρείτε το μήκος της τροχιάς που διαγράφει το ιόν στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}_2$.

Απαντήσεις

Θέμα Α΄

Α.1 -γ

Στη δεδομένη ταλάντωση έχουμε κυκλική ιδιοσυχνότητα ω_0=10ad/s και κυκλική συχνότητα διεγέρτη ω=15ad/s . Για να έχουμε συντονισμό πρέπει,



- να μειωθεί η κυκλική συχνότητα του διεγέρτη ώστε να γίνει ίση με την παρούσα κυκλική ιδιοσυχνότητα ω_0=10ad/s του ταλαντωτή, ή
- να αλλάξουν τα δεδομένα του ταλαντωτή και συνεπώς την κυκλική ιδιοσυχνότητα ώστε να γίνει ίση με την υπάρχουσα κυκλική συχνότητα του διεγέρτη ω=15 rad/s.

α. Αν $\frac{N}{t}=f_{διεγέρτη}$ αυξηθεί αυξάνεται η κυκλική συχνότητα ω του διεγέρτη και έτσι το σύστημα απομακρύνεται από τον συντονισμό, **α-λάθος**.

β. Αν $T_{διεγέρτη}$ μειωθεί αυξάνεται η κυκλική συχνότητα του διεγέρτη $\omega_{διεγ}=\frac{2\pi}{T_{διεγ}}$ ω και έτσι το σύστημα απομακρύνεται από τον συντονισμό, **β-λάθος**.

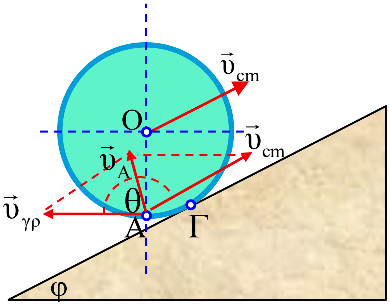
γ. Για τον ταλαντωτή η κυκλική ιδιοσυχνότητα δίνεται από τη σχέση $D=m\omega_0^2 \Rightarrow$

$$\omega_0=\sqrt{\frac{D}{m}} \xrightarrow{D=K} \omega_0=\sqrt{\frac{K}{m}} \quad (1).$$

Τώρα αν αφαιρέσουμε βαράκια μειώνεται η μάζα m του ταλαντωτή και αυξάνεται η κυκλική ιδιοσυχνότητα πάνω από την αρχική τιμή ω_0=10rad/s , οπότε μπορεί να γίνει ίση με υπάρχουσα κυκλική συχνότητα του διεγέρτη ω=15 rad/s και να έχουμε συντονισμό. Άρα **γ- σωστό**.

δ- Λάθος (είναι το αντίθετο της περίπτωσης γ).

Α.2 -δ



Επειδή έχουμε κύλιση χωρίς ολίσθηση σε ακλόνητο δάπεδο θα έχουμε για το σημείο επαφής Γ με το κεκλιμένο επίπεδο $\upsilon_\Gamma=0 \Rightarrow \upsilon_{γρ}=\upsilon_{cm}$

$\Rightarrow \omega R=\upsilon_{cm}$

Το σημείο Α θα έχει ταχύτητα $\vec{\upsilon}_A=\vec{\upsilon}_{cm}+\vec{\upsilon}_{γρ}$ με τη γωνία $\theta=\left(\vec{\upsilon}_{cm},\vec{\upsilon}_{γρ}\right)$, όπως υπολογίζεται από τη γεωμετρία του σχήματος να έχει τιμή $\theta=\left(\vec{\upsilon}_{cm},\vec{\upsilon}_{γρ}\right)=120^0$.

Έτσι $\vec{\upsilon}_A=\vec{\upsilon}_{cm}+\vec{\upsilon}_{γρ} \Rightarrow \upsilon_A^2=\upsilon_{γρ}^2+\upsilon_{cm}^2+2\upsilon_{γρ}\upsilon_{cm}συν120^0 \xrightarrow{\upsilon_{γρ}=\upsilon_{cm}}$

$\upsilon_A^2=\upsilon_{cm}^2+\upsilon_{cm}^2+2\upsilon_{cm}\upsilon_{cm}(-0,5) \Rightarrow \upsilon_A=\upsilon_{cm}$.

Άρα **σωστή** η πρόταση **δ**.

Α.3-γ

Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση $K_{καθ}=hf-\varphi$ για να έχουμε εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων πρέπει $K_{καθ}=hf-\varphi \geq 0 \Rightarrow f \geq \frac{\varphi}{h}$ ή $\frac{c}{\lambda} \geq \frac{\varphi}{h}$ ή $\lambda \leq c\frac{h}{\varphi}$

Από τα ανωτέρω φαίνεται ότι για να υπάρξει εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων πρέπει να αυξηθεί η κινητική ενέργεια εξόδου ώστε να γίνει μεγαλύτερη του μηδενός και για να γίνει αυτό πρέπει,

- να **αυξηθεί** η συχνότητα ώστε να γίνει $f \geq \frac{\varphi}{h}$,
- να **μειωθεί** το μήκος το μήκος κύματος ώστε να γίνει $\lambda \leq c\frac{h}{\varphi}$,
- να **μειωθεί** το έργο εξαγωγής φ ώστε $K_{καθ}=hf-\varphi \geq 0$, προφανώς με αλλαγή του υλικού της καθόδου.

Από τα δεδομένα της ερώτησης,

α. η ισχύς της ακτινοβολίας χωρίς αλλαγή στο μήκος κύματος δεν επηρεάζει την κινητική ενέργεια εξόδου των φωτοηλεκτρονίων, **α- λάθος**,

β. η υπάρχουσα ακτινοβολία έχει μήκος κύματος στο μέσον του ορατού και αν αλλάξει με άλλη στο βαθύ υπέρυθρο αυτή θα έχει μεγαλύτερο μήκος κύματος, άρα **β- λάθος**.

γ. αν αλλάξει η υπάρχουσα ορατή ακτινοβολία με άλλη στο υπεριώδες αυτή θα έχει μικρότερο μήκος κύματος, άρα **γ- σωστό**.
δ. **δ-λάθος**, χρειάζεται υλικό με μικρότερο έργο εξαγωγής όχι μεγαλύτερο.

Α.4-δ
Από διατήρηση ενέργειας, η κινητική ενέργεια που αποκτά το ηλεκτρόνιο στο φαινόμενο Compton είναι , $K_e = E_{\varphi,\alpha\rho\chi} - E_{\varphi,\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow K_e = h\frac{c}{\lambda} - h\frac{c}{\lambda'}$ (1).

Από την (1) φαίνεται ότι για να έχουμε $K_{e,\,max}$ πρέπει η ποσότητα $h\frac{c}{\lambda'}$ να παίρνει την ελάχιστη τιμή της και αυτό γίνεται όταν το μήκος κύματος λ' μετά την σκέδαση μεγιστοποιείται.

Από την εξίσωση μετατόπισης του μήκους κύματος έχουμε $\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1-\sigma\upsilon\nu\varphi) \Rightarrow$

$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1-\sigma\upsilon\nu\varphi) \Rightarrow \lambda' = \lambda + \frac{h}{mc}(1-\sigma\upsilon\nu\varphi)$ (2).

Από την (2) παρατηρούμε ότι έχουμε λ'_{max} όταν $1-\sigma\upsilon\nu\varphi = 2$ ή $\sigma\upsilon\nu\varphi = -1 \Rightarrow$ $\varphi = 180^0$, δηλαδή όταν έχουμε γωνία εκτροπής $\varphi = 180^0$ με την σκέδαση να γίνεται με αντιστροφή στην διεύθυνση πρόσπτωσης (οπισθοσκέδαση)[1] και αυτή στα δεδομένα της άσκησης καταγράφεται από τον ανιχνευτή (4).
Άρα **σωστή** η πρόταση **(δ).**

Α.5 α-Λ, β-Σ, γ-Σ, δ-Λ, ε-Σ
α. Στο στάσιμο κύμα όλα τα σημεία της ίδιας ατράκτου έχουν την ίδια φάση και συνεπώς διαφορά φάσης Δφ=0, ενώ σημεία διαδοχικών ατράκτων έχουν διαφορά φάσης Δφ=π. Για την άσκηση που οι κοιλίες Μ και Ν που απέχουν $\Delta x = n\frac{\lambda}{2}$.

- αν n ακέραιος περιττός θα έχουν Δφ=π ,
- αν n ακέραιος άρτιος θα έχουν Δφ=0 ,

Άρα **α- λάθος**.
Σχόλιο: Η (α) είναι σωστή μόνο για n=1!

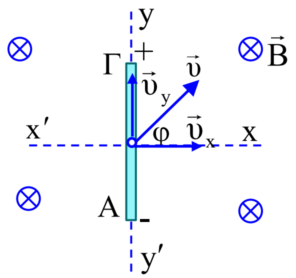
[1] Βασίλης Τσούνης: Φυσική Γ΄ Λυκείου Κβαντομηχανική -§3.3-1 σελίδα 90.

β. Στροφορμή σωματιδίου $L=m\upsilon R \Rightarrow L=m\upsilon\dfrac{m\upsilon}{qB} \Rightarrow L=m\dfrac{m\upsilon^2}{qB}$ (1) και επειδή κινητική ενέργεια $K=\dfrac{1}{2}m\upsilon^2$ ή $2K=m\upsilon^2$ η (1) γράφεται $L=m\dfrac{2K}{qB} \Rightarrow L=\dfrac{2m}{qB}K$ που δηλώνει L, K ανάλογα. Άρα **β- σωστό**.

γ. Στιγμιαία ισχύς $P=i^2R \Rightarrow P=I_0^2\eta\mu^2(\omega t)R \Rightarrow P=I_0^2R\eta\mu^2(\omega t)$ με $P_{max}=I_0^2R$ (1).

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

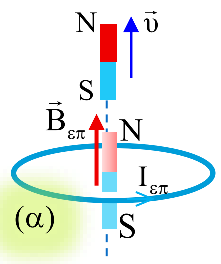
Από (1,2) $\bar{P}=\dfrac{1}{2}\bar{P}_{max}$, άρα **γ- σωστό**.



δ. ΗΕΔ επαγωγής $E_{\varepsilon\pi}=B\upsilon_x\ell \Rightarrow E_{\varepsilon\pi}=B\upsilon\sigma\upsilon\nu\varphi\ell \Rightarrow$ $E_{\varepsilon\pi}=B\upsilon\ell\sigma\upsilon\nu\varphi$ με πολικότητα (+) στο Γ και (-) στο Α. Επειδή δε έχουμε ανοικτό κύκλωμα $V_\Gamma\text{-}V_A=E_{\varepsilon\pi}=B\upsilon\ell\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow V_A\text{-}V_\Gamma=\text{-}B\upsilon\ell\sigma\upsilon\nu\varphi$

Άρα **δ- λάθος**.

Προσοχή: Το λάθος είναι στο πρόσημο της αλγεβρικής τιμής.



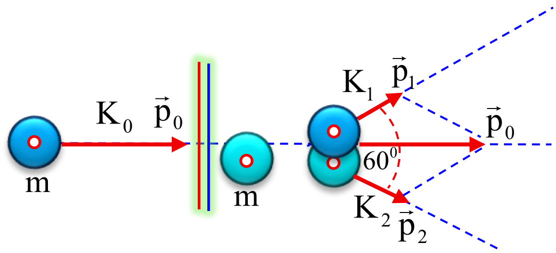
ε. Με την απομάκρυνση του μαγνήτη στον κυκλικό αγωγό (α) έχουμε μείωση μαγνητικής ροής που διέρχεται από το κυκλικό αγωγό και συνεπώς φαινόμενο επαγωγής σε αυτόν. Το επαγωγικό ρεύμα πρέπει να έχει αντί-ωρολογιακή φορά όπως στο σχήμα, ώστε να δημιουργείται επαγωγικό μαγνητικό πεδίο $\vec{B}_{\varepsilon\pi}$ με φορά προς τα πάνω, που ισοδυναμεί με ραβδόμορφο μαγνήτη με βόρειο πόλο προς τα πάνω, ώστε να αντιτίθεται στη απομάκρυνση του κανονικού μαγνήτη που αποτελεί και την αιτία επαγωγής (κανόνας Lenz)[2] . Άρα **ε- σωστό**.

[2] Βασίλης Τσούνης: Φυσική Γ΄ Ηλεκτρομαγνητισμός -§3.5 σελίδα 144.

Θέμα Β΄

Β.1-β

Δίνεται ότι μετά την κρούση τα σώματα έχουν ίσες κινητικές ενέργειες $K_1=K_2=K$ και επειδή έχουν ίσες μάζες θα έχουν και ίσα μέτρα ορμών καθόσον,



$$K_1=\frac{p_1^2}{2m} \Rightarrow p_1=\sqrt{2K_1m}=\sqrt{2Km} \quad (1)$$

$$K_2=\frac{p_2^2}{2m} \Rightarrow p_2=\sqrt{2K_2m}=\sqrt{2Km} \quad (2)$$

Από (1) και (2) $p_1=p_2=p$

Διατήρηση ορμής συστήματος στην κρούση, $\vec{p}_{πριν}=\vec{p}_{μετά} \Rightarrow \vec{p}_0=\vec{p}_1+\vec{p}_2 \Rightarrow$

$$p_0^2=p_1^2+p_2^2+2p_1p_2συν60^0 \xrightarrow{p_1=p_2=p} p_0^2=p^2+p^2+2pp\frac{1}{2} \Rightarrow p_0^2=3p^2 \Rightarrow$$

$$p=\frac{p_0}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

Κινητική ενέργεια πριν: $K_{πριν}=K_0=\frac{p_0^2}{2m}$ (4)

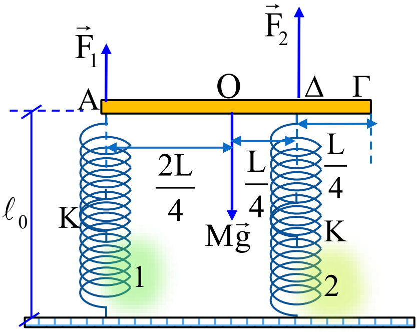
Κινητική ενέργεια μετά: $K_{μετά}=K_1+K_2=\frac{p_1^2}{2m}+\frac{p_2^2}{2m} \Rightarrow K_{μετά}=\frac{p^2}{2m}+\frac{p^2}{2m} \Rightarrow$

$$K_{μετά}=\frac{2p^2}{2m} \xrightarrow{(3)} K_{μετά}=\frac{2\left(p_0/\sqrt{3}\right)^2}{2m} \Rightarrow K_{μετά}=\frac{2}{3}\frac{p_0^2}{2m} \xrightarrow{(4)} K_{μετά}=\frac{2}{3}K_0$$

Επομένως $\Delta K=K_{πριν}-K_{μετά}=K_0-\frac{2K_0}{3} \Rightarrow \Delta K=\frac{K_0}{3}$.

Άρα **σωστή** η πρόταση **(β)**

Β.2-γ



Αφού η ομογενής ράβδος ισορροπεί σε οριζόντια θέση , στη κατάσταση αυτή τα ελατήρια θα έχουν το ίδιο μήκος ℓ_0 , είναι παραμορφωμένα κατά $\Delta\ell_1$ και $\Delta\ell_2$, ασκούν σε στη ράβδο δυνάμεις $F_1 = K\Delta\ell_1$ και $F_2 = K\Delta\ell_2$.

Από την ισορροπία της ράβδου έχουμε ,

$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_1 + F_2 = Mg$ (1)

$$\Sigma\tau_{(\Delta)} = 0 \Rightarrow F_1 \frac{3L}{4} = Mg\frac{L}{4} \Rightarrow$$

$$3F_1 = Mg \Rightarrow F_1 = \frac{1}{3}Mg \text{ (2).}$$

Από (1,2) $F_2 = Mg - F_1 \Rightarrow F_2 = Mg - \frac{1}{3}Mg \Rightarrow F_2 = \frac{2}{3}Mg$ (3)

Φυσικό μήκος ελατηρίου (1): $\ell_1 = \ell_0 + \Delta\ell_1$

Φυσικό μήκος ελατηρίου (2): $\ell_2 = \ell_0 + \Delta\ell_2$

Η διαφορά των φυσικών μηκών των ελατηρίων είναι $\ell_1 - \ell_2 = \Delta\ell_1 - \Delta\ell_2 \Rightarrow$

$$\ell_1 - \ell_2 = \frac{F_1}{K} - \frac{F_2}{K} \xrightarrow{2,3} \ell_1 - \ell_2 = \frac{Mg/3}{K} - \frac{2Mg/3}{K} \Rightarrow \ell_1 - \ell_2 = -\frac{Mg}{3K} \Rightarrow$$

$$\ell_2 - \ell_1 = \frac{Mg}{3K} \xrightarrow{S.I} \ell_2 - \ell_1 = \frac{3Kg \cdot 10m/s^2}{3 \cdot 100N/m} \Rightarrow \ell_2 - \ell_1 = 0{,}10m \Rightarrow$$

$$\ell_2 - \ell_1 = 10cm$$

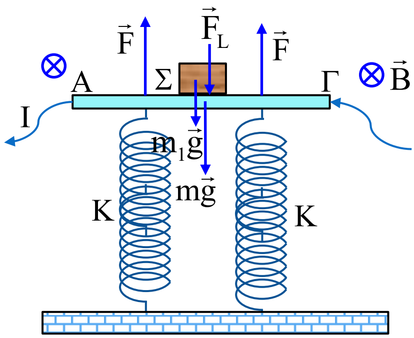
Άρα **σωστή** η πρόταση **(γ)**

Β.3 α-Σ, β-Σ

α) Αρχικά και όσο ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα και υπάρχει η Laplace τα ελατήρια είναι συσπειρωμένα κατά $\Delta\ell_0$ και από της ισορροπία της αγώγιμης ράβδου ΑΓ έχουμε, $\Sigma F = 0$ $\Rightarrow mg + m_1 g + F_L = 2F \Rightarrow$

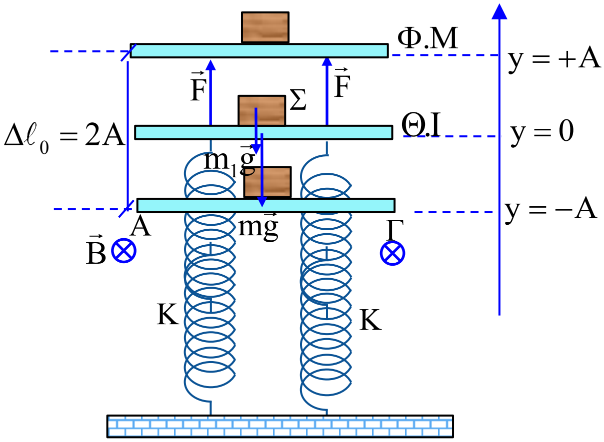
$$mg + \frac{mg}{2} + BI\ell = 2K\Delta\ell_0 \text{ ή}$$

$$\frac{3mg}{2} + BI\ell = 2K\Delta\ell_0 \ (1).$$



Σχόλιο: Επειδή το Σ είναι στο κέντρο της ομογενούς ράβδου και τα ελατήρια είναι όμοια και συμμετρικά ως προς το κέντρο οι ασκούμενες στο σύστημα δυνάμεις έχουν Στ=0, οπότε έχουμε και στροφική ισορροπία.

Μόλις **διακοπεί το ρεύμα** καταργείται η Laplace και αρχίζει η ταλάντωση του συστήματος με την αρχική θέση να είναι η κατώτερη θέση της ταλάντωσης y=-A και την ανώτερη θέση y=+A να είναι στην θέση που τα ελατήρια έχουν το φυσικό τους μήκος.

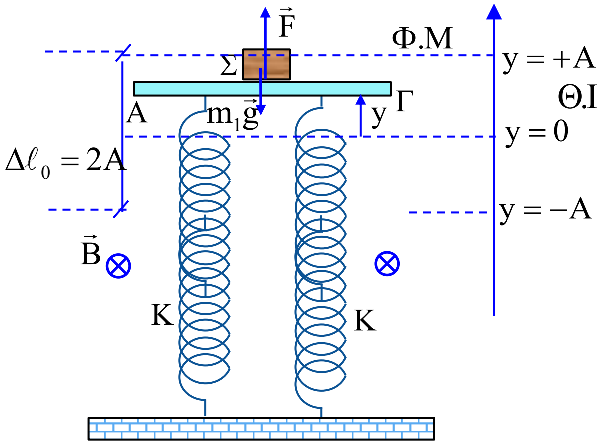


Με βάση τα ανωτέρω και το σχήμα της ταλάντωσης φαίνεται ότι $2A = \Delta\ell_0 \Rightarrow A = \dfrac{\Delta\ell_0}{2}$ (2).

Από τη θέση ισορροπίας του συστήματος (κέντρο ταλάντωσης) έχουμε $\Sigma F = 0 \Rightarrow$

$$mg + m_1 g = 2F \Rightarrow mg + \frac{mg}{2} = 2K\frac{\Delta\ell_0}{2} \Rightarrow \frac{3mg}{2} = K\Delta\ell_0 \ (3).$$

Από (1,3) έχουμε $\dfrac{3mg}{2} + BI\ell = 2\dfrac{3mg}{2} \Rightarrow BI\ell = \dfrac{3mg}{2}$, άρα **α-σωστό**.



β)Ταλαντωτής ράβδος σώμα Σ $m_1+m=\frac{m}{2}+m=\frac{3}{2}m$, σταθερά επαναφοράς $D=2K=\frac{3}{2}m\omega^2 \Rightarrow$

$\omega^2=\frac{4K}{3m}$ (4)

Ο ταλαντωτής σώμα Σ $m_1=\frac{m}{2}$ ως μέρος του συνόλου έχει την ίδια συχνότητα, οπότε έχει σταθερά επαναφοράς

$$D'=\frac{m}{2}\omega^2 \xrightarrow{(4)} D'=\frac{m}{2}\frac{4K}{3m} \Rightarrow D'=\frac{2K}{3} \quad (5)$$

Για μια τυχαία θέση σε απομάκρυνση y για ταλαντωτή $m_1=\frac{m}{2}$ τοποθετούμε τις ασκούμενες δυνάμεις και έχουμε,

$\Sigma F=-D'y \Rightarrow F-m_1g=-D'y \xrightarrow{(5)} F=m_1g-\frac{2K}{3}y$ και από εδώ φαίνεται ότι

F_{max} όταν y=-A , οπότε $F_{max}=m_1g+\frac{2K}{3}A \xrightarrow{(2)} F_{max}=\frac{mg}{2}+\frac{2K}{3}\frac{\Delta\ell_0}{2} \Rightarrow$

$F_{max}=\frac{mg}{2}+\frac{1}{3}K\Delta\ell_0 \xrightarrow{(3)} F_{max}=\frac{mg}{2}+\frac{1}{3}\frac{3mg}{2} \Rightarrow F_{max}=mg$, άρα **β-σωστό**

(*) Μαθηματικά πιο αυστηρά

$F=m_1g-\frac{2K}{3}y \Rightarrow F=\frac{m}{2}g-\frac{2K}{3}y \Rightarrow 6F=3mg-4Ky \Rightarrow y=\frac{3mg-6F}{4K}$. Προφανώς

$-A \le y \le +A \Rightarrow -A \le \frac{3mg-6F}{4K} \le +A \Rightarrow \quad -4KA \le 3mg-6F \le +4KA \xrightarrow{(2)}$

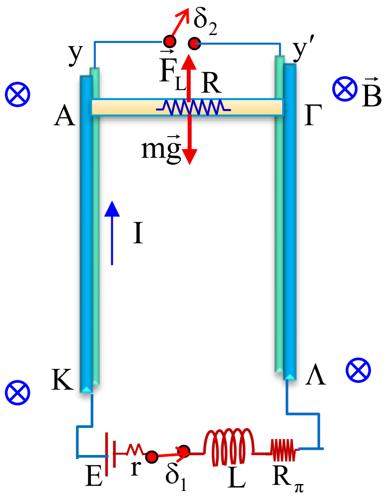
$-4K\frac{\Delta\ell_0}{2} \le 3mg-6F \le +4K\frac{\Delta\ell_0}{2} \quad \Rightarrow \quad -2K\Delta\ell_0 \le 3mg-6F \le +2K\Delta\ell_0 \xrightarrow{(3)}$

$-2\frac{3mg}{2} \le 3mg-6F \le +2\frac{3mg}{2} \Rightarrow -3mg \le 3mg-6F \le +3mg \Rightarrow -6mg \le -6F \le 0$

$\Rightarrow 6mg \ge 6F \ge 0 \Rightarrow 0 \le F \le mg$, Άρα $F_{max}=mg$ και $F_{min}=0$

Β.3 α-Σ, β-Σ

α) Μόλις σταθεροποιηθεί το ρεύμα στο κύκλωμα $E_{αυτ}$=0 και η ένταση ρεύματος έχει τιμή $I_0=\dfrac{E}{R_{ολ}}$. Ο αγωγός ΑΓ ισορροπεί



$$\Sigma F=0 \Rightarrow F_L=mg \Rightarrow BI_0\ell=mg \Rightarrow$$

$$B\frac{E}{R_{ολ}}\ell=mg \Rightarrow BE\ell=mgR_{ολ} \quad (1)$$

Πριν το ρεύμα σταθεροποιηθεί,

$$E\text{-}|E_{αυτ}|\text{-}IR_{ολ}=0 \Rightarrow |E_{αυτ}|=E\text{-}IR_{ολ} \Rightarrow$$

$$L\frac{di}{dt}=E\text{-}IR_{ολ} \Rightarrow \frac{di}{dt}=\frac{E\text{-}IR_{ολ}}{L} \ (2)$$

$$\left(\frac{di}{dt}\right)_{max}=\frac{E}{L} \ (3), \text{ όταν I=0.}$$

Όταν $\dfrac{di}{dt}=\dfrac{75}{100}\left(\dfrac{di}{dt}\right)_{max} \xrightarrow{(3)} \dfrac{di}{dt}=\dfrac{3}{4}\dfrac{E}{L}$ έχουμε $E\text{-}L\dfrac{di}{dt}\text{-}IR_{ολ}=0 \Rightarrow$

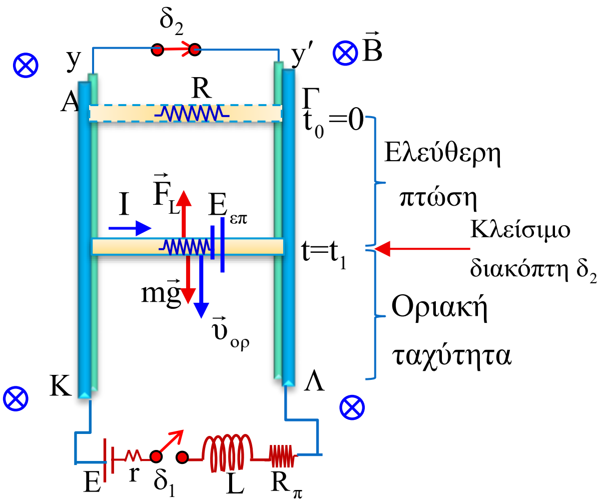
$$E\text{-}L\frac{3E}{4L}\text{-}IR_{ολ}=0 \Rightarrow E\text{-}\frac{3E}{4}\text{-}IR_{ολ}=0 \Rightarrow I=\frac{E}{4R_{ολ}}0 \ (4).$$

Στην κατάσταση αυτή για να ισορροπεί ο αγωγός πρέπει να ασκούμε πρόσθετη δύναμη F, ώστε $\Sigma F=0 \Rightarrow F+F_L-mg=0 \Rightarrow F=mg\text{-}BI\ell \xrightarrow{(4)}$

$$F=mg\text{-}B\frac{E}{4R_{ολ}}\ell \xrightarrow{(1)} F=mg\text{-}\frac{mgR_{ολ}}{4R_{ολ}} \Rightarrow F=\frac{3}{4}mg$$, άρα **α-σωστό**.

β) Αρχικά από $t_0=0$ έως $t=t_1$ ο αγωγός ΑΓ εκτελεί ελεύθερη πτώση και επειδή αμέσως μετά που κλείνει ο διακόπτης συνεχίζει με σταθερή ταχύτητα, σημαίνει ότι η ταχύτητα που απέκτησε στο τέλος $t=t_1$ είναι η οριακή ταχύτητα της μετέπειτα κίνησης, $\upsilon_{ορ}=gt_1 \Rightarrow t_1=\dfrac{\upsilon_{ορ}}{g}$ (5).

Οριακή ταχύτητα έχουμε όταν $\Sigma F=0 \Rightarrow mg-F_L=0 \Rightarrow mg=BI\ell$ (6)



$$E_{\varepsilon\pi} - IR = 0 \Rightarrow B\upsilon_{o\rho}\ell - IR = 0 \Rightarrow I = \frac{B\upsilon_{o\rho}\ell}{R} \ (7)$$

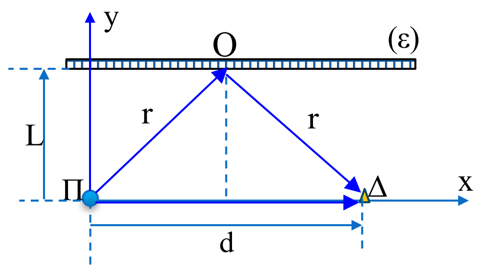
Από (6,7) $mg = B\dfrac{B\upsilon_{o\rho}\ell}{R}\ell \Rightarrow \upsilon_{o\rho} = \dfrac{mgR}{B^2\ell^2} \xrightarrow{(5)} t_1 = \dfrac{\upsilon_{o\rho}}{g} = \dfrac{mgR}{B^2\ell^2 g} \Rightarrow$

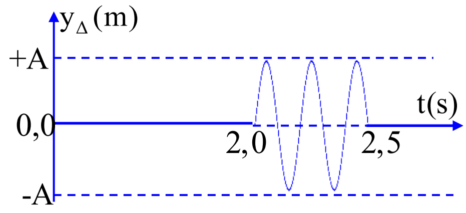
$t_1 = \dfrac{mR}{B^2\ell^2}$, άρα **β-σωστό**.

Θέμα Γ΄

Γ.1 Τα κύματα από την πηγή που ξεκινούν την $t_0=0$ φθάνουν στη σημαδούρα Δ ,

- τη χρονική στιγμή $t_1=2{,}0s$ διανύοντας την διαδρομή ΠΔ=d,
- τη χρονική στιγμή $t_2=2{,}5s$ διανύοντας την διαδρομή ΠΟΔ=2r.





(*) Από τη γεωμετρία του σχήματος και δεδομένου ότι η γωνία πρόσπτωσης ισούται με την γωνία ανάκλασης, εξάγεται ότι οι διαδρομές ΠΟ και ΟΔ είναι ίσες.

$$\Pi\Delta = d = \upsilon t_1 \quad \Rightarrow \upsilon = \frac{d}{t_1} \Rightarrow \upsilon = \frac{4m}{2s}$$

$\Rightarrow \upsilon = 2m/s$ (ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων).

Η σημαδούρα Δ ταλαντώνεται για χρόνο $\Delta t = t_2 - t_1 = 2{,}5s - 2{,}0s = 0{,}50s$ και μετά τη συμβολή μένει ακίνητη (είναι σε θέση απόσβεσης).

Παρατηρούμε από το διάγραμμα ότι $\Delta t = 0{,}50s = 2{,}5T \Rightarrow T = 0{,}20s \Rightarrow f = \frac{1}{T} = 5Hz$

Μήκος κύματος $\upsilon = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{\upsilon}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{2m/s}{5s^{-1}} \Rightarrow \lambda = 0{,}40m$.

Για τη διαδρομή ΠΟΔ έχουμε $\Pi O \Delta = 2r = \upsilon t_2 \Rightarrow \Pi O \Delta = 2r = 2\frac{m}{s}2{,}5s \Rightarrow$

$\Pi O \Delta = 2r = 5m \Rightarrow r = 2{,}5m$.

Από την γεωμετρία του σχήματος έχουμε $r^2 = L^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 \Rightarrow 4r^2 = 4L^2 + d^2 \Rightarrow$

$$L = \sqrt{\frac{4r^2 - d^2}{4}} \xrightarrow{S.I} L = \sqrt{\frac{4 \cdot 2{,}5^2 - 4^2}{4}} \Rightarrow L = 1{,}5m .$$

Γ.2 Ας βρούμε πόσα σημεία απόσβεσης υπάρχουν πάνω στην $(\Pi\Lambda) \perp (\varepsilon)$. Έστω Ρ ένα σημείο απόσβεσης και αυτό δέχεται κύματα με διαδρομές $\Pi P = y$ και

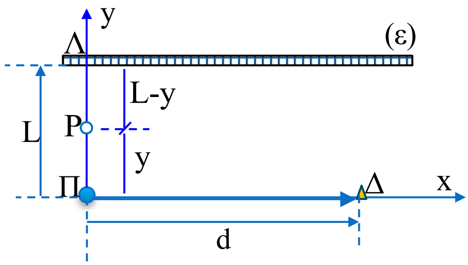
$\Pi\Lambda P = L + L - y = 2L - y$, οπότε $\Pi\Lambda P\text{-}\Pi P=(2\kappa+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 2L\text{-}y\text{-}y=(2\kappa+1)\frac{\lambda}{2}$

$\xrightarrow{S.I} 2\cdot 1{,}5\text{-}2y=(2\kappa+1)\frac{0{,}4}{2} \Rightarrow 3{,}0\text{-}2y=0{,}4k+0{,}2 \Rightarrow y=1{,}4\text{-}0{,}2k$

Ναι αλλά $0 \le y \le 1{,}5$ (S.I) $\Rightarrow 0 \le 1{,}4\text{-}0{,}2k \le 1{,}5 \Rightarrow -1{,}4 \le -0{,}2k \le 0{,}1 \Rightarrow$ $14 \ge 2k \ge -1 \Rightarrow 7 \ge k \ge -0{,}5$ και επειδή κ ακέραιος παίρνει τιμές κ=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 … οκτώ σημεία απόσβεσης ΠΛ από οποία διέρχονται ισάριθμες υπερβολές απόσβεσης …που τέμνουν την Πx σε οκτώ επίσης σημεία απόσβεσης.

Γ.3. Τα σημεία απόσβεσης της Πy είναι στις θέσεις -αποστάσεις από την Π $y=1{,}4\text{-}0{,}2k$ (S.I)

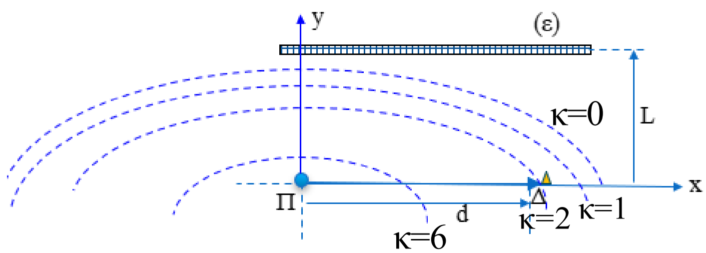
Για κ=0, y=1,4m
Για κ=1, y=1,2m
Για κ=2, y=1,0m
Για κ=3, y=1,8m
Για κ=4, y=0,6m
Για κ=5, y=0,4m
Για κ=6, y=0,2m
Για κ=7, y=0,0m



Άρα το πιο απομακρυσμένο σημείο απόσβεσης της Πy απέχει από την πηγή y=1,4m και ανήκει στην υπερβολή κ=0.

(*) Η σημαδούρα Δ ανήκει σε υπερβολή απόσβεσης $\Pi O\Delta - \Pi\Delta = (2\kappa+1)\frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow 2r - d = (2\kappa+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 2\cdot 2{,}5 - 4 = (2\kappa+1)\frac{0{,}4}{2} \Rightarrow k = 2$ … ανήκει δηλαδή στην υπερβολή απόσβεσης με κ=2



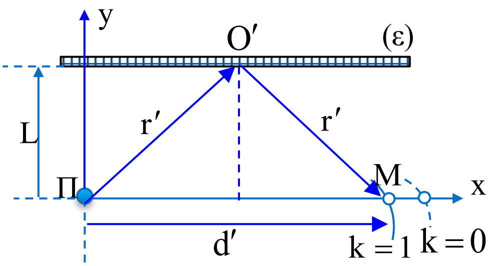
Γ.3 Το πιο απομακρυσμένο σημείο της Πy βρέθηκε ότι απέχει από την πηγή y=1,4m

.

Γ.4 Το πιο απομακρυσμένο σημείο απόσβεσης της Πx είδαμε ότι ανήκει στην υπερβολή κ=0 και το πιο απομακρυσμένο σημείο ενίσχυσης Μ της Πx ανήκει στην υπερβολή κ=1 και ισχύει $ΠΟ'Μ\text{-}ΠΜ=κλ \Rightarrow 2r'\text{-}d'=1λ \Rightarrow$

$$2\sqrt{L^2+\left(\frac{d'}{2}\right)^2}\text{-}d'=1\cdot 0{,}4 \Rightarrow \sqrt{4L^2+d'^2}\text{-}d'=1\cdot 0{,}4 \Rightarrow \sqrt{4\cdot 1{,}5^2+d'^2}=d'+0{,}4 \Rightarrow$$

$9+d'^2=d'^2+0{,}16+0{,}8d' \Rightarrow d'=11{,}05\text{m}$ απόσβεση



Γ.5 Αρχικά η σημαδούρα Δ είναι σε απόσβεση με κ=2 και ισχύει $2r-d=(2\cdot κ+1)\frac{λ}{2} \Rightarrow 2r-d=(2\cdot 2+1)\frac{υ}{2f} \Rightarrow 2r-d=\frac{5}{2}\frac{υ}{f}$

Αν η σημαδούρα Δ είναι σε ενίσχυση ισχύει $2r-d=κ'λ' \Rightarrow 2r-d=κ'\frac{υ}{f'}$

Από τις δύο αυτές σχέσεις παίρνουμε $κ'\frac{υ}{f'}=\frac{5}{2}\frac{υ}{f} \Rightarrow f'=\frac{2}{5}κ'f$

Για κ΄=1 έχουμε $f'=\frac{2}{5}f=0{,}4f$ και $Δf=0{,}4f\text{-}f=\text{-}0{,}6f$

Για κ΄=2 έχουμε $f'=\frac{4}{5}f=0{,}8f$ και $Δf=0{,}8f\text{-}f=\text{-}0{,}2f$

Για κ΄=3 έχουμε $f'=\frac{6}{5}f=1{,}2f$ και $Δf=1{,}2f\text{-}f=+0{,}2f$

Για κ΄=4 έχουμε $f'=\frac{8}{5}f=1{,}6f$ και $Δf=1{,}6f\text{-}f=+0{,}6f$.

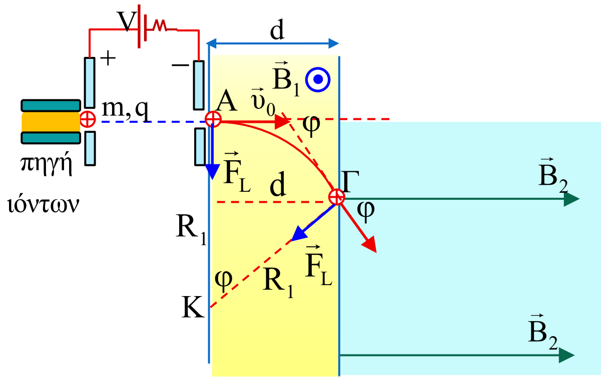
Άρα η ελάχιστη μεταβολή για να πετύχουμε ενίσχυση είναι $Δf_{min}=\pm 0{,}2f$ και το αντίστοιχο ποσό μεταβολής $π\%=\frac{Δf}{f}100\% \Rightarrow π\%=\frac{\pm 0{,}2f}{f}100\% \Rightarrow$

$π\%=\pm 20\%$

Θέμα Δ.

Δ.1 Από τη γεωμετρία του σχήματος $ημφ=\frac{d}{R_1} \Rightarrow R_1=\frac{d}{ημφ} \Rightarrow R_1=\frac{0{,}10m}{0{,}5} \Rightarrow$

$R_1=0{,}2m$



Δ.2 Αρχική επιτάχυνση φορτίων … ΘΜΚΕ… $qV=\frac{1}{2}mυ_0^2 \Rightarrow υ_0=\sqrt{\frac{2qV}{m}}$

Ακτίνα αρχικής κυκλικής κίνησης $R_1=\frac{mυ_0}{qB_1} \Rightarrow R_1=\frac{m}{qB_1}\sqrt{\frac{2qV}{m}} \Rightarrow$

$$R_1^2=\frac{m^2}{q^2B_1^2}\frac{2qV}{m} \Rightarrow R_1^2=\frac{2mV}{qB_1^2} \Rightarrow \frac{q}{m}=\frac{2V}{R_1^2B_1^2} \xrightarrow{S.I} \frac{q}{m}=\frac{2\cdot 200}{0{,}2^2\cdot\left(10^{-2}\right)^2} \Rightarrow$$

$$\frac{q}{m}=10^8\frac{C}{Kg}$$

Δ.3 $R_1=\frac{mυ_0}{qB_1} \Rightarrow υ_0=\frac{q}{m}R_1B_1 \xrightarrow{S.I} υ_0=10^8\cdot 0{,}2\cdot 10^{-2}m/s \Rightarrow υ_0=2\cdot 10^5 m/s$

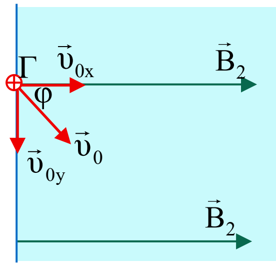
$$φ=ωΔt_1 \Rightarrow Δt_1=\frac{φ}{ω} \Rightarrow Δt_1=\frac{φ}{2π/T} \Rightarrow Δt_1=φ\frac{m}{qB_1} \Rightarrow Δt_1=\frac{φ}{\frac{q}{m}B_1} \xrightarrow{S.I}$$

$$Δt_1=\frac{π/6}{10^8\cdot 10^{-2}} \Rightarrow Δt_1=\frac{π}{6}10^{-6}s\,.$$

$$s = R_1 \varphi \Rightarrow s = 0,2\text{m} \cdot \frac{\pi}{6} \Rightarrow s = \frac{\pi}{30}\text{m}$$

(*) Μήκος τροχιάς υπολογίζεται και από τη σχέση $s = \upsilon_0 \cdot \Delta t_1$

Δ.4 Για την κίνηση στο πεδίο $\vec{B}_2$ αναλύουμε την ταχύτητα σε δυο συνιστώσες …



- Εξαιτίας της $\upsilon_{0y} = \upsilon_0 \eta\mu\varphi \perp B_2$ εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας $R_2 = \dfrac{m\upsilon_0 \eta\mu\varphi}{qB_2}$ και περιόδου $T = \dfrac{2\pi m}{qB_2}$.
- Εξαιτίας της $\upsilon_{0x} = \upsilon_0 \sigma\upsilon\nu\varphi \,||\, B_2$ εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.
- Η σύνθεση αυτών των κινήσεων δίνει ελικοειδή κίνηση.

Ακτίνα $R_2 = \dfrac{m\upsilon_0 \eta\mu\varphi}{qB_2} \Rightarrow R_2 = \dfrac{\upsilon_0 \eta\mu\varphi}{\frac{q}{m}B_2} \xrightarrow{S.I} R_2 = \dfrac{2 \cdot 10^5 \cdot 0,5}{10^8 \cdot 5 \cdot 10^{-2}}\text{m} \Rightarrow$

$R_2 = 0,02\text{m}$ ή $R_2 = 2\text{cm}$

Βήμα της έλικας : $x = \upsilon_{0x} t \Rightarrow \beta = \upsilon_0 \sigma\upsilon\nu\varphi T \Rightarrow \beta = \upsilon_0 \sigma\upsilon\nu\varphi \dfrac{2\pi m}{qB_2} \Rightarrow$

$$\beta = \upsilon_0 \sigma\upsilon\nu\varphi \frac{2\pi}{\frac{q}{m}B_2} \xrightarrow{S.I} \beta = 2 \cdot 10^5 \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{2\pi}{10^8 \cdot 5 \cdot 10^{-2}}\text{m} \Rightarrow \beta = 4\pi\sqrt{3} \cdot 10^{-2}\text{m}$$

Δ.5 Σε όλη την διάρκεια της ελικοειδούς κίνησης το μέτρο της ταχύτητας του ιόντος είναι σταθερό (προφανώς εφαπτόμενο της τροχιάς) και συνεπώς το μήκος της τροχιάς χρόνο δύο περιόδων (ένα βήμα – μία περίοδος) θα είναι

$$s = \upsilon \cdot 2T = \upsilon \cdot 2\frac{2\pi m}{qB_2} \Rightarrow s = \upsilon \cdot \frac{4\pi}{\frac{q}{m}B_2} \xrightarrow{S.I} s = 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{4\pi}{10^8 \cdot 5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow s = 0,16\pi \text{ m}$$

Δ.6 Κάθε φορά που βρίσκεται πάνω στη Γx έχει ακέραιο αριθμό κύκλων και βημάτων της έλικας . Το πλήθος των βημάτων της έλικας είναι $N = \dfrac{\Gamma\Delta}{\beta} \Rightarrow$

$N=\dfrac{0,2\pi\sqrt{3}m}{4\pi\sqrt{3}\cdot 10^{-2}m}\Rightarrow N=5$ βήματα άρα και 5 περίοδοι και σύμφωνα με το προηγούμενο ερώτημα,

$$s=\upsilon\cdot 5T=\upsilon\cdot 5\frac{2\pi m}{qB_2}\Rightarrow s=\upsilon\cdot\frac{10\pi}{\frac{q}{m}B_2}\xrightarrow{S.I} s=2\cdot 10^5\cdot\frac{10\pi}{10^8\cdot 5\cdot 10^{-2}}\Rightarrow s=0,40\pi\ m$$