ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
Γ ΛΥΚΕΙΟΥ 2025

Θέμα Α

Στις ερωτήσεις A_1-A_4 να γράψετε φύλλο απαντήσεών σας στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην επιλογή σας, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

A_1. Στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, η ταχύτητα με την οποία φτάνουν τα ηλεκτρόνια στην άνοδο αυξάνεται, όταν :
α. μειώνεται η συχνότητα των φωτονίων που προσπίπτουν στο μέταλλο.
β. μεγαλώνει η διαφορά δυναμικού μεταξύ της ανόδου και της καθόδου.
γ. μεγαλώνει το μήκος κύματος των φωτονίων που προσπίπτουν στο μέταλλο.
δ. μεγαλώνει η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

(Μονάδες 5)

A_2. Σωματίδιο με φορτίο q εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ κάθετα προς τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές του πεδίου με κινητική ενέργεια K και διαγράφει κυκλική τροχιά ακτίνας R.Αν το σωματίδιο εισερχόταν στο ομογενές μαγνητικό πεδίο με τον ίδιο τρόπο και με κινητική ενέργεια 4K, η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του θα ήταν

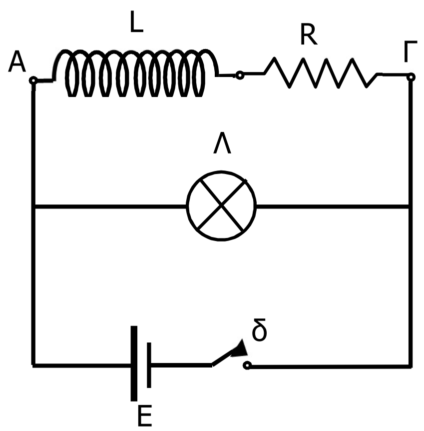
α. $\frac{R}{2}$ **β.** R **γ.** 2R **δ.** 4R

(Μονάδες 5)

A_3. . Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση της οποίας το πλάτος μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 e^{-\Lambda t}$ όπου A_0 είναι το αρχικό πλάτος της ταλάντωσης και Λ είναι μια θετική σταθερά, ισχύει ότι:
α. το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται πιο αργά, όταν μεγαλώνει η σταθερά απόσβεσης b,
β. το μέτρο της δύναμης που προκαλεί την απόσβεση είναι σταθερό,
γ. η περίοδος της ταλάντωσης μειώνεται με τον χρόνο, όταν αυξάνει η σταθερά απόσβεσης,
δ. η περίοδος της ταλάντωσης διατηρείται σταθερή για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b.

(Μονάδες 5)

A_4. Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος βλέπετε μια ηλεκτρική πηγή χωρίς εσωτερική αντίσταση, που τροφοδοτεί δύο κλάδους παράλληλους. Ο ένας περιλαμβάνει ένα λαμπτήρα με αντίσταση R_Λ που φωτοβολεί και ο άλλος ένα ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L και έναν αντιστάτη με αντίσταση R σε σειρά. Μόλις κλείσουμε το διακόπτη:



α. Ο κλάδος ΑΓ διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Α→Γ που η αρχική του τιμή είναι $\frac{E}{R}$.
β. Ο λαμπτήρας διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης.
γ. Στο πηνίο αναπτύσσεται ΗΕΔ από αυτεπαγωγή με αρνητικό πόλο το άκρο Α.
δ. Η τελική διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη R είναι μικρότερη από Ε.

(Μονάδες 5)

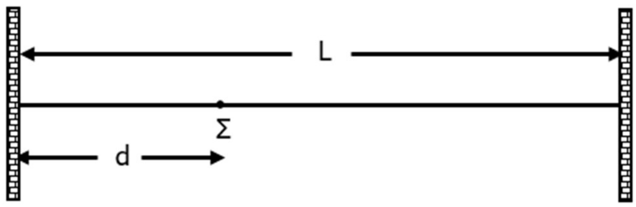
A_5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.
α. Η μέγιστη στιγμιαία ισχύς p_{max} και η μέση ισχύς $\bar{P}$ σε κύκλωμα που διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα της μορφής i=Iημωt και περιλαμβάνει μόνον αντιστάτη συνδέονται με τη σχέση $p_{max}=2\bar{P}$.
β. Το πλάτος μιας εξαναγκασμένης μηχανικής ταλάντωσης κατά τον συντονισμό, δεν εξαρτάται από τη σταθερά απόσβεσης.

γ. Όταν η θερμοκρασία ενός μέλανος σώματος αυξάνεται, το μήκος κύματος αιχμής (λ_{max}) μετατοπίζεται σε μικρότερες τιμές.
δ. Η γωνιακή επιτάχυνση ενός στερεού σώματος, που εκτελεί ομαλά μεταβαλλόμενη στροφική κίνηση γύρω από σταθερό άξονα περιστροφής, έχει διεύθυνση κάθετη στον άξονα περιστροφής.
ε. Όταν κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής διαδίδεται αρμονικό κύμα, δύο διαδοχικά σημεία της χορδής που ταλαντώνονται και βρίσκονται στη θέση ισορροπίας τους, απέχουν ένα μήκος κύματος λ.

(Μονάδες 5)

Θέμα Β

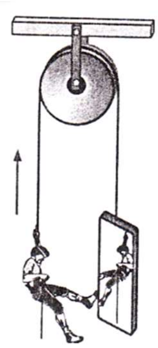
Β₁. Ελαστική χορδή μήκους L έχει τα άκρα της ακλόνητα στερεωμένα. Όταν διεγείρεται σε ταλάντωση η ελάχιστη τιμή συχνότητας για την οποία στη χορδή σχηματίζεται στάσιμο κύμα είναι f_1.Ακίνητοποιούμε με το χέρι μας ένα σημείο Σ της χορδής που απέχει από το ένα άκρο της απόσταση d και διεγείρουμε πάλι σε ταλάντωση το τμήμα μήκους d της χορδής. Σ΄ αυτή την περίπτωση η ελάχιστη τιμή της συχνότητας για να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα σ' αυτό το τμήμα της χορδής είναι $f_2=4f_1$.Η απόσταση d είναι



α. $d = \frac{L}{4}$ **β.** $d = \frac{L}{8}$ **γ.** $d = \frac{L}{16}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. **(Μονάδες 2)**
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. **(Μονάδες 6)**

Β₂. Ένα ελαφρύ και ανθεκτικό σχοινί αμελητέας μάζας είναι τυλιγμένο στην περιφέρεια μιας ελαφριάς τροχαλίας αμελητέας μάζας με την οποία δεν εμφανίζει τριβή. Στο ένα άκρο του σχοινιού είναι γαντζωμένος ένας άνθρωπος και στο άλλο άκρο του σχοινιού κρέμεται ένας καθρέπτης. Ο άνθρωπος και ο καθρέπτης θεωρούνται ως υλικά σημεία και η τροχαλία μπορεί να στρέφεται γύρω από τον σταθερό οριζόντιο άξονά της χωρίς τριβές. Το σύστημα ισορροπεί έτσι, ώστε ο άνθρωπος να βλέπει το είδωλό του στον καθρέπτη. Κάποια στιγμή ο άνθρωπος αρχίζει να αναρριχάται στο σχοινί.



α. Ο άνθρωπος και ο καθρέπτης θα ανέρχονται με την ίδια ταχύτητα και ο άνθρωπος θα συνεχίσει να βλέπει το είδωλό του στον καθρέπτη.
β. Ο άνθρωπος θα ανέρχεται και ο καθρέπτης θα κατέρχεται κινούμενοι με ταχύτητες του ίδιου μέτρου με αποτέλεσμα ο άνθρωπός να μην βλέπει το είδωλό του στον καθρέπτη.
γ. Ο άνθρωπος και ο καθρέπτης θα ανέρχονται με ταχύτητες διαφορετικού μέτρου με αποτέλεσμα ο άνθρωπός να μην βλέπει το είδωλό του στον καθρέπτη.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. **(Μονάδες 2)**
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. **(Μονάδες 6)**

Β₃.Ι. Ένα μικροσκοπικό τμήμα ημιαγωγικού υλικού- chip (τσιπ)- χρησιμοποιείται για την αποθήκευση πληροφοριών. Οι πληροφορίες μπορούν να εξαχθούν με έκθεση του chip σε υπεριώδη ακτινοβολία για κάποιο χρονικό διάστημα με τη διαδικασία του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Αν η συχνότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται είναι f, η επιφάνεια του chip που εκτίθεται στην ακτινοβολία είναι Α, ο χρόνος που απαιτείται για την εξαγωγή των πληροφοριών είναι Δt_{UI}, η ενέργεια που απαιτείται για την εξαγωγή των πληροφοριών είναι $W_{\varepsilon\xi}$, η ελάχιστη ένταση της υπεριώδους ακτινοβολίας I_{min} στη θέση που βρίσκεται το chip, ώστε να είναι δυνατή η εξαγωγή των πληροφοριών είναι

α. $I_{min} = \frac{W_{\varepsilon\xi}}{A \cdot \Delta t_{UI}}$ **β.** $I_{min} = \frac{W_{\varepsilon\xi}}{A} \Delta t_{UI}$ **γ.** $I_{min} = \frac{W_{\varepsilon\xi} \cdot A}{\Delta t_{UI}}$

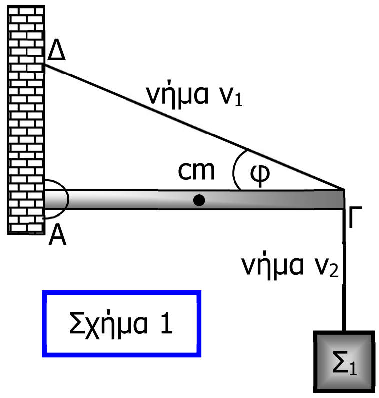
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. **(Μονάδες 1)**
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. **(Μονάδες 3)**

ΙΙ. Αν οι πληροφορίες μπορούσαν να εξαχθούν από το chip με ηλιακό φως έντασης ίδιας με αυτήν που υπολογίσατε στο προηγούμενο ερώτημα, στο οποίο η υπεριώδης ακτινοβολία συχνότητας f αντιστοιχεί στο 5% της ακτινοβολίας του ηλιακού φωτός, ο χρόνος εξαγωγής τους $\Delta t_{\eta\lambda}$, θα ήταν

α. $\Delta t_{\eta\lambda}=5\Delta t_{\upsilon\iota}$ **β.** $\Delta t_{\eta\lambda}=\Delta t_{\upsilon\iota}$ **γ.** $\Delta t_{\eta\lambda}=20\Delta t_{\upsilon\iota}$ **δ.** $\Delta t_{\eta\lambda}=\dfrac{\Delta t_{\upsilon\iota}}{5}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. **(Μονάδες 1)**
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. **(Μονάδες 4)**

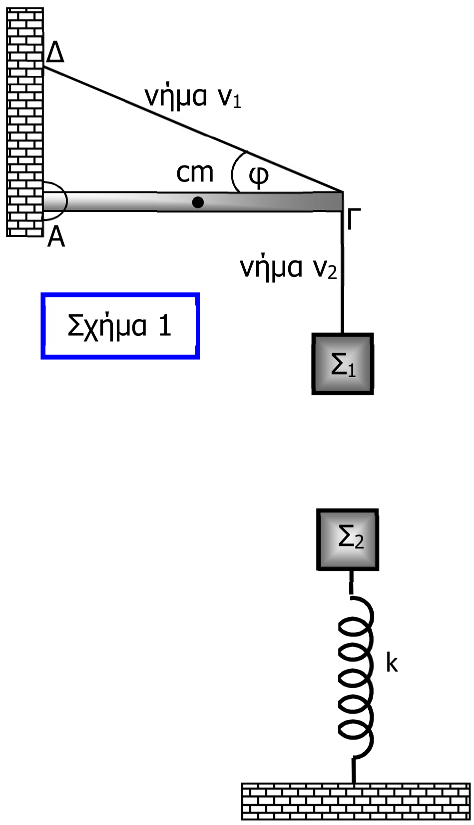
Θέμα 3ο



Η ομογενής δοκός ΑΓ του διπλανού σχήματος μάζας Μ και μήκους $\ell=2$m έχει το άκρο της Α στερεωμένο σε άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο. Στο άλλο άκρο Γ είναι δεμένο αβαρές μη ελαστικό νήμα v_1 το οποίο σχηματίζει με τη δοκό γωνία φ ενώ το άλλο άκρο του στερεώνεται στο σημείο Δ κατακόρυφου τοίχου, όπως φαίνεται στο διπλανό Σχήμα 1. Αν το νήμα v_1 ήταν ελαστικό και στερεώνονταν ακλόνητα τα άκρα του, από τη συμβολή δύο τρεχόντων κυμάτων μήκους κύματος $\lambda=\ell$ θα δημιουργούνταν κατά μήκος του στάσιμο κύμα στο οποίο θα υπήρχαν συνολικά 5 ακίνητα σημεία.
Στο άκρο Γ δένεται ένα δεύτερο κατακόρυφο αβαρές μη ελαστικό νήμα v_2, στο άλλο άκρο του οποίου κρέμεται σώμα Σ_1 μάζας $m_1=1$Kg. Στην κατάσταση ισορροπίας του συστήματος δοκός – σώμα Σ_1 το μέτρο της τάσης του νήματος v_1 είναι $T_{v1}=Mg\sqrt{3}$ N.

Γ1. Να αποδείξετε ότι η μάζα Μ της δοκού είναι ίση με τη μάζα m_1 του σώματος Σ_1. **(Μονάδες 7)**

Γ2. Αν το όριο θραύσης του νήματος v_1 είναι $T_{\theta\rho}=20\sqrt{3}$ N, να βρείτε τη μεγαλύτερη απόσταση από το άκρο Α που μπορεί να τοποθετηθεί πάνω στη δοκό ένα σώμα Σ μάζας m=2Kg χωρίς το νήμα v_1 να κοπεί. **(Μονάδες 5)**

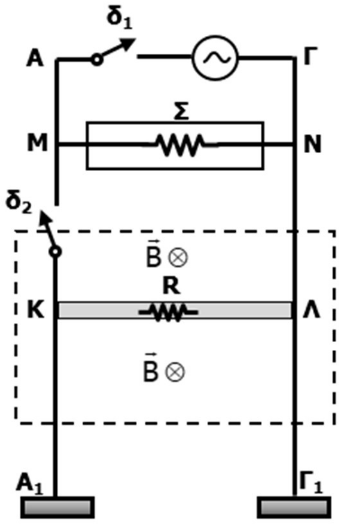


Κάτω από το αρχικό σύστημα δοκός – σώμα Σ_1, στερεώνουμε το σώμα Σ_2 μάζας $m_2=1$Kg στο πάνω άκρο ενός κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k=100N/m, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο στο οριζόντιο δάπεδο όπως φαίνεται στο διπλανό Σχήμα 2.
Ο άξονας του ελατηρίου βρίσκεται στη διεύθυνση του νήματος v_2.
Μετακινούμε το σώμα Σ_2 προς τα πάνω μέχρι να φθάσει στη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου και το εκτοξεύουμε προς τα κάτω με ταχύτητα μέτρου $u_0=\sqrt{3}\,\dfrac{m}{s}$. Το σύστημα ελατήριο – σώμα Σ_2 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά ταλάντωσης D=k.

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας ταλάντωσης του συστήματος ελατήριο – σώμα Σ_2. **(Μονάδες 5)**

Γ4. Κάποια χρονική στιγμή καθώς το σύστημα ελατήριο – Σ_2 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση , κόβουμε το νήμα v_2 οπότε το σώμα Σ_1 πέφτει από ύψος h=0,2m και συγκρούεται με το σώμα Σ_2 κεντρικά και πλαστικά.
Οι ταχύτητες των σωμάτων πριν την κρούση είναι αντίθετες και το συσσωμάτωμα που δημιουργείται εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά ταλάντωσης D=k. Να προσδιορίσετε τη θέση της κρούσης των σωμάτων. Αν θεωρήσουμε ως χρονική στιγμή t=0 τη χρονική στιγμή που το συσσωμάτωμα αρχίζει να ταλαντώνεται και θετική φορά για την απομάκρυνση προς τα πάνω, να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης για την απλή αρμονική ταλάντωση του συσσωματώματος y=f(t).
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10m/s^2$. **(Μονάδες 8)**

Θέμα 4ο



Το κύκλωμα του σχήματος βρίσκεται σε κατακόρυφο επίπεδο και στηρίζεται σε δύο στηρίγματα από μονωτικό υλικό. Η πηγή εναλλασσόμενης τάσης παρέχει ημιτονοειδή τάση της μορφής v=Vημ100πt (S.I) και η συσκευή Σ έχει ενδείξεις κανονικής λειτουργίας <<16W, 8V>>.

Ο αγωγός ΚΛ μήκους ℓ=1m, μάζας m=0,05kg και ωμικής αντίστασης R=4Ω που έχει τα άκρα του Κ και Λ σε επαφή με δύο κατακόρυφα σύρματα ΑΗ και ΓΘ μεγάλου μήκους και αμελητέας ωμικής αντίστασης με τα οποία δεν παρουσιάζει τριβές, συγκρατείται ακίνητος σε οριζόντια θέση με τη βοήθεια κατακόρυφης εξωτερικής δύναμης μέτρου F που ασκείται στο μέσο του και βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B=0,5T κάθετο στο επίπεδο του σχήματος που έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη διάταξη και περιορίζεται στην περιγεγραμμένη περιοχή του σχήματος.

Αρχικά οι διακόπτες δ_1 και δ_2 είναι ανοικτοί και την χρονική στιγμή $t_0=0$ κλείνουν ταυτόχρονα. Το ρεύμα στο χρονικό διάστημα (0 - $\frac{T}{2}$) όπου T= η περίοδος της εναλλασσόμενης τάσης έχει φορά από το Α προς το Μ(Α $\rightarrow$ Μ).

Δ_1. Αν η συσκευή Σ λειτουργεί κανονικά, να υπολογίσετε το πλάτος V της εναλλασσόμενης τάσης.**(Μονάδες 5)**

Δ_2.Να υπολογίσετε τη μέση ισχύ που καταναλώνει το κύκλωμα. **(Μονάδες 4)**

Δ_3.Τη χρονική στιγμή t_1=0,1325 s να προσδιορίσετε την κατεύθυνση της εξωτερικής δύναμης F (Μονάδες 4) και να υπολογίσετε το μέτρο της. **(Μονάδες 6)**

Κάποια χρονική στιγμή ανοίγουμε το διακόπτη δ_1 και ταυτόχρονα καταργούμε την εξωτερική δύναμη F και αφήνουμε τον αγωγό ΚΛ ελεύθερο να κινηθεί. Αυτός καθώς κινείται παραμένει διαρκώς οριζόντιος και πριν να εξέλθει από το ομογενές μαγνητικό πεδίο αποκτά ταχύτητα σταθερού μέτρου.

Δ_4.Να ελέγξετε, αν τότε, η συσκευή λειτουργεί κανονικά. **(Μονάδες 5)**

Δ_5.Τη χρονική στιγμή που ο αγωγός ΚΛ κινείται με ταχύτητα μέτρου ίσου με το μισό του μέτρου της σταθερής ταχύτητας που αποκτά, να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της μηχανικής ενέργειάς του.

(Μονάδες 5)

Δίνεται g=10m/s^2.

Διάρκεια Εξέτασης 3h

Ξ.Σ. Στεργιάδης

Με τις καλλίτερες ευχές για εκπλήρωση κάθε υψηλού και ωραίου στις Πανελλήνιες εξετάσεις.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 1ο

A_1. β

A_2. γ

A_3. δ

A_4. β

A_5. α. Σωστό **β.** Λάθος **γ.** Σωστό **δ.** Λάθος **ε.** Λάθος

Θέμα 2ο

B_1.α

Όταν σχηματίζεται στάσιμο κύμα στην χορδή τα άκρα της είναι δεσμοί, άρα

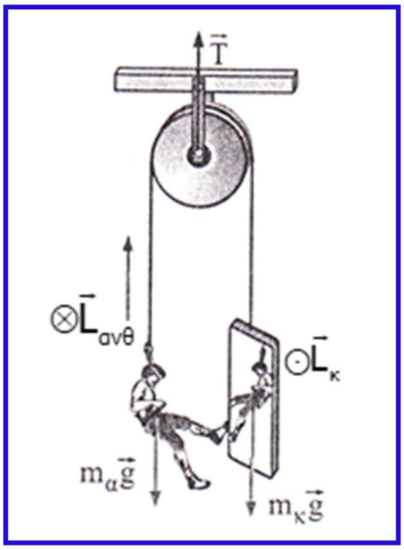
$$L = N\frac{\lambda_1}{2} \Rightarrow L = N\frac{\upsilon}{2f} \Rightarrow f = \frac{\upsilon}{2NL} \overset{N=1}{\Rightarrow} f_{min} = f_1 = \frac{\upsilon}{2L} \quad \textbf{(1)}$$

Όταν σχηματίζεται στάσιμο κύμα στο τμήμα μήκους d της χορδής, αντίστοιχα

$$d = N\frac{\lambda_2}{2} \Rightarrow d = N\frac{\upsilon}{2f} \Rightarrow f = \frac{\upsilon}{2Nd} \overset{N=1}{\Rightarrow} f_{min} = f_2 = \frac{\upsilon}{2d} \quad \textbf{(2)}$$

Αλλά, $f_2=4f_1 \underset{(2)}{\overset{(1)}{\Rightarrow}} \frac{\upsilon}{2d} = 4\frac{\upsilon}{2L} \Rightarrow d = \frac{L}{4}$.

B_2.α



Οι μάζες του σχοινιού και της τροχαλίας θεωρούνται αμελητέες σε σύγκριση με τις μάζες των υπολοίπων σωμάτων. Αρχικά το σύστημα ισορροπεί, οι δυνάμεις μεταξύ σχοινιού - ανθρώπου και σχοινιού – καθρέπτη είναι εσωτερικές δυνάμεις του συστήματος και έχουν σχέση δράσης - αντίδρασης, οπότε: $m_\alpha g=m_\kappa g$ **(1)**
Οι εξωτερικές δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα είναι τα βάρη του ανθρώπου και του καθρέπτη καθώς και η δύναμη T στον άξονα της τροχαλίας. Η ολική εξωτερική ροπή ως προς τον άξονα της τροχαλίας αν θεωρήσουμε ως θετικές τις ροπές των δυνάμεων που στρέφουν τη δοκό αντίθετα από τη φορά περιστροφής των δεικτών του ωρολογιού είναι:
$\tau_{o\lambda}=m_\alpha gR - m_\kappa gR + T\cdot 0$ **(2)**
Από την **(1)** και την **(2)** συμπεραίνουμε ότι $\tau_{o\lambda}=0$. Επομένως η στροφορμή του συστήματος είναι σταθερή. Θεωρούμε ως θετική τη στροφορμή του καθρέπτη, τότε ισχύει:

$$\vec{L}_{\alpha\rho\chi} + \vec{L}_{\tau\varepsilon\lambda} = 0 \Rightarrow -m_\alpha\upsilon_\alpha R + m_\kappa\upsilon_\kappa R = 0 \Rightarrow \upsilon_\kappa = \upsilon_\alpha .$$

Όπου υ_α και υ_κ οι ταχύτητες του ανθρώπου και του καθρέπτη αντίστοιχα.
Άρα, άνθρωπος και καθρέπτης θα ανέρχονται με την ίδια ταχύτητα οπότε θα παραμένουν συνεχώς ο ένας απέναντι στον άλλο με αποτέλεσμα ο άνθρωπος να βλέπει συνεχώς το είδωλό του.

B_3.I. α
Η ένταση της υπεριώδους ακτινοβολίας στη θέση που βρίσκεται το chip ορίζεται ως η ενέργεια ΔW που προσλαμβάνει η μονάδα επιφάνειάς του στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή δίνεται από τη σχέση:

$I=\frac{W}{A\cdot\Delta t}$.Η εξαγωγή της πληροφορίας από το chip γίνεται με την ελάχιστη ένταση ακτινοβολίας , όταν $W=W_{εξ}$ σε χρόνο $\Delta t=\Delta t_{UI}$, άρα $I_{min}=\frac{W_{εξ}}{A\cdot\Delta t_{UI}}$. **(1)**

ΙΙ.γ

Η ενέργεια που απαιτείται για την εξαγωγή της πληροφορίας , όταν το chip φωτίζεται από υπεριώδη ακτινοβολία από τη σχέση **(1)** είναι: $W_{εξ}=I_{min}\cdot A\cdot\Delta t_{UI}$ **(2)**

Στην περίπτωση που το chip φωτίζεται με ηλιακό φως που έχει την ίδια ένταση (I_{min}), απαιτείται η ίδια ενέργεια η οποία όμως θα προέρχεται από την υπεριώδη ακτινοβολία που περιέχει το ηλιακό φως. Αν $W_{ηλ}$ η του ενέργεια του ηλιακού φωτός που απαιτείται για την εξαγωγή της πληροφορίας και προσπίπτει στο chip σε χρόνο $\Delta t_{ηλ}$, τότε, $I_{min}=\frac{W_{ηλ}}{A\cdot\Delta t_{ηλ}}\Rightarrow W_{ηλ}=I_{min}\cdot A\cdot\Delta t_{ηλ}$ **(3)** και $W_{εξ}=\frac{5}{100}W_{ηλ}\underset{(3)}{\overset{(2)}{\Rightarrow}}I_{min}\cdot A\cdot\Delta t_{UI}=\frac{5}{100}I_{min}\cdot A\cdot\Delta t_{ηλ}\Rightarrow$

$$\Delta t_{ηλ}=20\Delta t_{UI}$$

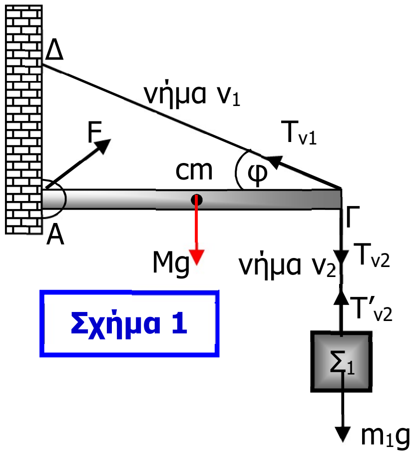
Σχόλιο

Η Ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια της Γης αποτελείται από τρεις κυρίως συνιστώσες, την υπέρυθρη (49,4%),την ορατή (42,3%) και την υπεριώδη (8%).Θα μπορούσε το θέμα να διατυπωθεί με αναφορά στα προηγούμενα ποσοστά και να αφεθεί στον-ην εξεταζόμενο–η η πρωτοβουλία να τα αξιοποιήσει.

Θέμα 3ο

Γ₁. Όταν κατά μήκος της χορδής ΓΔ δημιουργείται στάσιμο κύμα με 5 συνολικά δεσμούς, σχηματίζονται 4 άτρακτοι, επομένως

$ΓΔ=4\frac{\lambda}{2}=2\lambda$ **(1)**



Σχήμα 1

Από το ορθογώνιο τρίγωνο ΔΑΓ:

$συν\hat{φ}=\frac{(ΑΓ)}{(ΓΔ)}\overset{(1)}{\Rightarrow}συν\hat{φ}=\frac{\lambda}{2\lambda}\Rightarrow συν\hat{φ}=\frac{1}{2}\Rightarrow\hat{φ}=60^0$ **(2)**

Από την ισορροπία του σώματος Σ₁: $m_1g=T'_{v_2}=T_{v_2}$ **(3)**

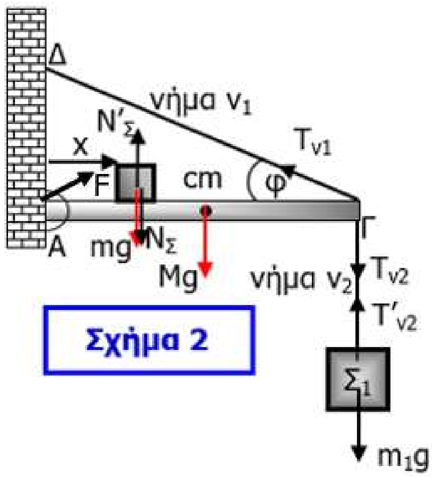
Από την ισορροπία της δοκού ΑΓ και θεωρώντας ως θετικές τις ροπές των δυνάμεων που στρέφουν τη δοκό αντίθετα από τη φορά περιστροφής των δεικτών του ωρολογιού έχουμε:

$\tau_{(A)}=0\Rightarrow -Mg\frac{\ell}{2}+T_{v_1}\ell ημ\hat{φ}-T_{v_2}\ell=0\overset{(2)}{\Rightarrow}-\frac{Mg}{2}+T_{v_1}ημ60^0-T_{v_2}=0\overset{(3)}{\Rightarrow}$

$-\frac{Mg}{2}+Mg\sqrt{3}\frac{\sqrt{3}}{2}-m_1g=0\Rightarrow M=m_1=1Kg$

Γ₂. Από την ισορροπία του σώματος Σ₁: $mg=N'_Σ=N_Σ$ **(4)**

Μετά την τοποθέτηση του σώματος Σ πάνω **(Σχήμα 2)**στη δοκό αλλάζει το μέτρο της δύναμης $T_{ν1}$ σε $T^*_{v_1}$. Αν x είναι η απόσταση του σώματος Σ, από την ισορροπία της δοκού ΑΓ και θεωρώντας ως θετικές τις ροπές των δυνάμεων που στρέφουν τη δοκό αντίθετα από τη φορά περιστροφής των δεικτών του ωρολογιού έχουμε:



Σχήμα 2

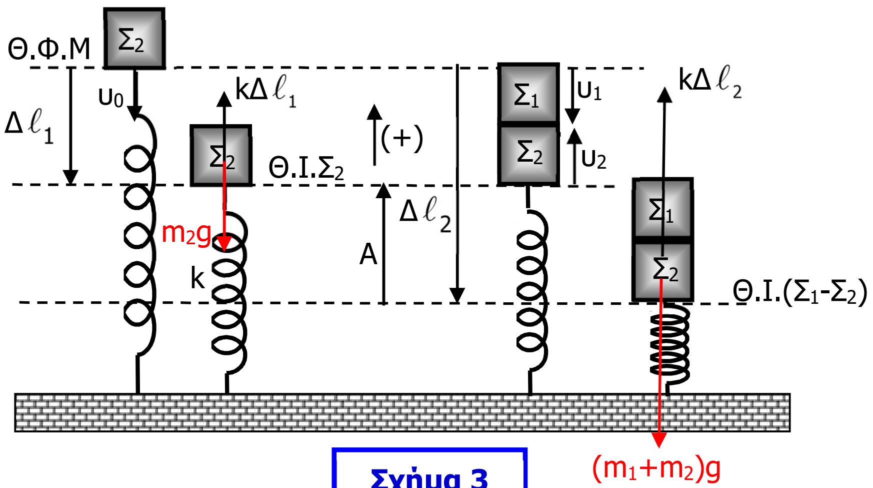
$$\tau_{(A)}=0 \Rightarrow -Mg\frac{\ell}{2}+T^*_{\upsilon_1}\ell\eta\mu\hat{\varphi}-T_{\upsilon_2}\ell-N_\Sigma x=0 \overset{(2)}{\Rightarrow} -Mg\frac{\ell}{2}+T^*_{\upsilon_1}\ell\eta\mu60^0-T_{\upsilon_2}\ell-N_\Sigma x=0 \underset{(4)}{\overset{(3)}{\Rightarrow}}$$

$$-Mg\frac{\ell}{2}+T^*_{\upsilon_1}\ell\eta\mu60^0-m_1g\ell-mgx=0 \Rightarrow x=\frac{T^*_{\upsilon_1}\ell\frac{\sqrt{3}}{2}-m_1g\ell-Mg\frac{\ell}{2}}{mg}$$

Από την τελευταία σχέση προκύπτει ότι η τιμή του x μεγιστοποιείται, όταν $T^* = T_{\upsilon_1,\theta\rho}$,άρα

$$x_{max}=\frac{20\sqrt{3}\cdot 2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}-1\cdot 10\cdot 2-1\cdot 10\cdot 1}{2\cdot 10} \Rightarrow x_{max}=1{,}5m$$

Γ₃.



Σχήμα 3

Από τη θέση ισορροπίας του σώματος Σ_2 στο **Σχήμα 3**: $k\Delta\ell_1=m_2g \Rightarrow \Delta\ell_1=\frac{m_2g}{k} \Rightarrow \Delta\ell_1=0{,}1m$ **(5)**

Η ενέργεια της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα Σ_2 διατηρείται:

$$\frac{1}{2}k\Delta\ell_1^2+\frac{1}{2}m_2\upsilon_0^2=\frac{1}{2}m_2\upsilon_{max}^2 \Rightarrow \upsilon_{max}=\sqrt{\upsilon_0^2+\frac{k}{m_2}\Delta\ell_1^2} \Rightarrow \upsilon_{max}=\sqrt{3^2+\frac{100}{1}10^{-2}} \Rightarrow \upsilon_{max}=2\frac{m}{s} \quad \textbf{(6)}$$

Γ₄. Το σώμα Σ_2 εκτελεί ελεύθερη πτώση από ύψος h=0,2m και φθάνει στη θέση της κρούσης με ταχύτητα μέτρου: $|\upsilon_1|=\sqrt{2gh} \Rightarrow |\upsilon_1|=\sqrt{2\cdot 10\cdot 0{,}2} \Rightarrow |\upsilon_1|=2\frac{m}{s}$.Άρα $|\upsilon_1|=|\upsilon_2|=2\frac{m}{s}$.**(7)**

Επειδή $|\upsilon_2|=2\frac{m}{s}=\upsilon_{max}$,η κρούση γίνεται στη θέση ισορροπίας της α.α.τ που εκτελεί το σώμα Σ_1 πριν την κρούση. Από την Αρχή Διατήρησης της Ορμής κατά την κεντρική πλαστική κρούση:

$$\uparrow(+)\ \ m_2|\upsilon_2|-m_1|\upsilon_1|=(m_1+m_2)V_\sigma \underset{(7)}{\overset{m_1=m_2}{\Rightarrow}} V_\sigma=0$$

Άρα, η θέση της κρούσης ταυτίζεται και με τη θέση μέγιστης απομάκρυνσης (y=+A) της α.α.τ που θα εκτελέσει μετά την κρούση το συσσωμάτωμα.

Από τη θέση ισορροπίας του συσσωματώματος Σ_1- Σ_2: $k\Delta\ell_2=m_1g+m_2g \Rightarrow \Delta\ell_2=\frac{(m_1+m_2)g}{k} \Rightarrow \Delta\ell_2=0{,}2m$ **(8)**

Από το **Σχήμα 3** το πλάτος Α της ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι : $A=\Delta\ell_2-\Delta\ell_1 \underset{(8)}{\overset{(5)}{\Rightarrow}} A=0{,}1m$ **(9)**

Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι :

$$\omega_\sigma = \sqrt{\frac{k}{m_1+m_2}} \Rightarrow \omega_\sigma = \sqrt{\frac{100}{1+1}} \Rightarrow \omega_\sigma = 5\sqrt{2}\,\frac{rad}{s} \quad \textbf{(10)}$$

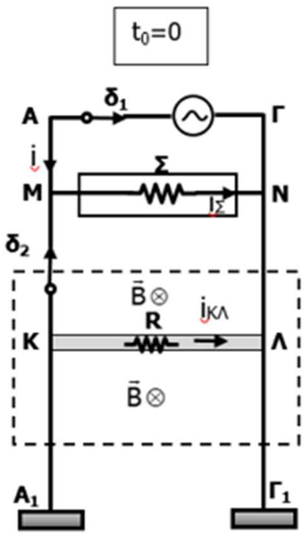
Το συσσωμάτωμα ως ταλαντωτής αρχίζει την ταλάντωσή του από τη θέση y=+A, άρα η εξίσωσή της απομάκρυνσης έχει αρχική φάση $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ rad **(11)** .

Από την εξίσωση της απομάκρυνσης y=A ημ($\omega_\sigma t+\varphi_0$) και από τις **(9)**, **(10)**, και **(11)** προκύπτει:

$$y=0{,}1\eta\mu(5\sqrt{2}\,t + \frac{\pi}{2})\ (S.I.)$$

Θέμα 4ο

Δ1. Τη χρονική στιγμή t_0=0 οι στιγμιαίες εντάσεις των εναλλασσόμενων ρευμάτων στους κλάδους του κυκλώματος έχουν τις φορές που φαίνονται στο **Σχήμα 1**.Σύμφωνα με τη μορφή της εναλλασσόμενης τάσης (v=Vημ100πt) οι εντάσεις των εναλλασσόμενων ρευμάτων στους κλάδους του κυκλώματος στο χρονικό διάστημα (0 - $\frac{T}{2}$) έχουν θετικές τιμές.



Σχήμα 1

Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της συσκευής Σ προκύπτει:

$$P_\Sigma = \frac{V_\Sigma^2}{R_\Sigma} \Rightarrow R_\Sigma = \frac{V_\Sigma^2}{P_\Sigma} \Rightarrow R_\Sigma = \frac{8^2}{16} \Rightarrow R_\Sigma = 4\Omega \quad \textbf{(1)}$$

Η συσκευή Σ λειτουργεί κανονικά συνδεδεμένη παράλληλα προς την πηγή εναλλασσόμενης τάσης, επομένως $V_\Sigma=V_{\varepsilon\nu}$=8V

και $V = V_{\varepsilon\nu}\sqrt{2} \Rightarrow V = 8\sqrt{2}$ V **(2)**

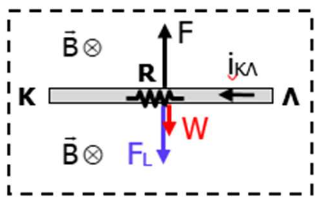
Δ2.Οι αντιστάσεις R_Σ της συσκευής και R του αγωγού ΚΛ είναι συνδεδεμένες παράλληλα, οπότε η ολική αντίσταση $R_{o\lambda}$ του κυκλώματος είναι

$$R_{o\lambda} = \frac{R_\Sigma R}{R_\Sigma + R} \overset{(1)}{\Rightarrow} R_{o\lambda} = \frac{4\cdot 4}{4+4} \Rightarrow R_{o\lambda} = 2\Omega \quad \textbf{(3)}$$

Η μέση ισχύς που δαπανά το κύκλωμα είναι : $\bar{P} = i_{\varepsilon\nu}^2 R_{o\lambda} \Rightarrow \bar{P} = \frac{V_{\varepsilon\nu}^2}{R_{o\lambda}} \Rightarrow \bar{P} = \frac{V_\Sigma^2}{R_{o\lambda}} \overset{(3)}{\Rightarrow} \bar{P} = \frac{8^2}{2} \Rightarrow \bar{P} = 32W$.

Δ3.Το εναλλασσόμενο ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό ΚΛ έχει ένταση που δίνεται από τη σχέση:

$$i_{K\Lambda} = \frac{v}{R} \Rightarrow i_{K\Lambda} = \frac{V\eta\mu 100\pi t}{R} \overset{(2)}{\Rightarrow} i_{K\Lambda} = \frac{8\sqrt{2}\eta\mu 100\pi t}{4} \Rightarrow i_{K\Lambda} = 2\sqrt{2}\eta\mu 100\pi t\ \ (S.I)$$



Σχήμα 2

Τη χρονική στιγμή t=0,1325 s από την τελευταία σχέση η στιγμιαία ένταση του ρεύματος $i_{K\Lambda}$ είναι:

$$i_{K\Lambda} = 2\sqrt{2}\eta\mu(13{,}25\pi t) \Rightarrow i_{K\Lambda} = 2\sqrt{2}\eta\mu(\frac{5\pi}{4}t) \Rightarrow i_{K\Lambda} = -2A \quad \textbf{(4)}$$

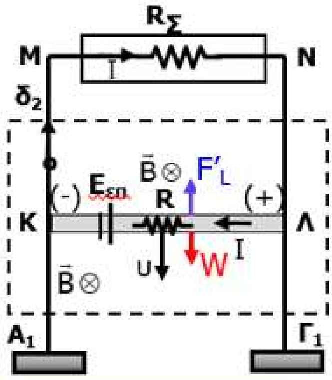
Άρα το ρεύμα έχει φορά από το Λ προς το Κ ($\leftarrow$)και η δύναμη Laplace που ασκεί το μαγνητικό πεδίο στον αγωγό ΚΛ έχει φορά προς τα κάτω ($F_L \downarrow$).

Ο αγωγός ΚΛ συγκρατείται ακίνητος μέσω μιας εξωτερικής δύναμης μέτρου F, άρα

$\Sigma\vec{F}=0\Rightarrow\vec{F}+\vec{W}+\vec{F}_L=0\Rightarrow\vec{W}+\vec{F}_L=-\vec{F}$ **(5)**, επειδή οι δυνάμεις $\vec{W}$ και $\vec{F}_L$ έχουν φορά προς τα κάτω, η δύναμη $\vec{F}$ θα έχει φορά προς τα πάνω **(Σχήμα 2)** και μέτρο $F_L=Bi_{ΚΛ}\ell\overset{(4)}{\Rightarrow}F_L=0{,}5\cdot2\cdot1\Rightarrow F_L=1N$ **(6)**

Από **(5)**: $mg+F_L=F\overset{(6)}{\Rightarrow}0{,}05\cdot10+1=F\Rightarrow F=1{,}5N$.

Δ₄. Μετά το άνοιγμα του διακόπτη δ_1 και την κατάργηση της εξωτερικής δύναμης F, ο αγωγός ΚΛ κινείται προς τα κάτω με την επίδραση του βάρους του W, αναπτύσσει $E_{επ}$ με την πολικότητα που φαίνεται στο **Σχήμα 3** και τροφοδοτεί τη συσκευή Σ με ρεύμα έντασης Ι με φορά $Λ\rightarrow N\rightarrow M\rightarrow K$.
Η δύναμη Laplace που ασκείται από το μαγνητικό πεδίο στον αγωγό ΚΛ –σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz- τώρα έχει φορά προς τα πάνω. Ο αγωγός ΚΛ κινούμενος προς τα κάτω επιταχύνεται, η $E_{επ}$ αυξάνεται, το ρεύμα Ι αυξάνεται, το μέτρο της F'_L αυξάνεται και όταν γίνει ίσο με το μέτρο του βάρους W, η ταχύτητα του αγωγού ΚΛ σταθεροποιείται σε μια (οριακή) τιμή $υ_{ορ}$.



Σχήμα 3

Από τον Ν.Ohm στο κύκλωμα ΚΛΜΝΚ έχουμε: $I=\dfrac{B\upsilon\ell}{R+R_\Sigma}$ **(7)**

Όταν η ταχύτητα του αγωγού ΚΛ είναι σταθερή:

$$\Sigma\vec{F}=0\Rightarrow\vec{W}+\vec{F}'_L=0\Rightarrow\vec{W}=\vec{F}'_L\Rightarrow mg=BI_{ορ}\ell\Rightarrow I_{ορ}=\frac{mg}{B\ell}\Rightarrow$$

$$I_{ορ}=\frac{0{,}05\cdot10}{0{,}5\cdot1}\Rightarrow I_{ορ}=1A\ \textbf{(8)}$$

Το ρεύμα κανονικής λειτουργίας της συσκευής είναι $I_\Sigma=\dfrac{V_\Sigma}{R_\Sigma}\overset{(1)}{\Rightarrow}I_\Sigma=\dfrac{8}{4}\Rightarrow I_\Sigma=2A>I_{ορ}\overset{(8)}{=}1A$. Άρα, η συσκευή Σ δεν λειτουργεί κανονικά (υπολειτουργεί), όταν ο αγωγός ΚΛ κινείται με σταθερή (οριακή) ταχύτητα.

Δ₅. Από **(7)**: $\upsilon_{ορ}=\dfrac{I_{ορ}(R+R_\Sigma)}{B\ell}\underset{(8)}{\overset{(1)}{\Rightarrow}}\upsilon_{ορ}=\dfrac{2\cdot(4+4)}{0{,}5\cdot1}\Rightarrow\upsilon_{ορ}=16\dfrac{m}{s}$ **(9)**

Ο ρυθμός μεταβολής της μηχανικής ενέργειας του αγωγού ΚΛ, όταν η ταχύτητά του είναι $\upsilon=\dfrac{\upsilon_{ορ}}{2}$ δίνεται από τη σχέση: $\dfrac{\Delta E_M}{\Delta t}=\dfrac{\Delta U_\beta}{\Delta t}+\dfrac{\Delta K}{\Delta t}\Rightarrow\dfrac{\Delta E_M}{\Delta t}=-\dfrac{\Delta W_W}{\Delta t}+\dfrac{\Delta W_{\Sigma F}}{\Delta t}\Rightarrow\dfrac{\Delta E_M}{\Delta t}=-\dfrac{W_W\Delta y}{\Delta t}+\dfrac{\Sigma F\Delta y}{\Delta t}\Rightarrow$

$$\frac{\Delta E_M}{\Delta t}=-\frac{W\Delta y}{\Delta t}+\frac{(W-F_L)\Delta y}{\Delta t}\Rightarrow\frac{\Delta E_M}{\Delta t}=-F_L\upsilon\Rightarrow\frac{\Delta E_M}{\Delta t}=-BI\ell\upsilon\overset{(7)}{\Rightarrow}\frac{\Delta E_M}{\Delta t}=-\frac{B^2\ell^2\upsilon^2}{(R+R_\Sigma)}\overset{\upsilon=\frac{\upsilon_{ορ}}{2}}{\Rightarrow}\frac{\Delta E_M}{\Delta t}=-\frac{B^2\ell^2\upsilon^2_{ορ}}{4(R+R_\Sigma)}\underset{(9)}{\overset{(1)}{\Rightarrow}}$$

$$\frac{\Delta E_M}{\Delta t}=-\frac{0{,}5^2\cdot1^2\cdot16^2}{4(4+4)}\Rightarrow\frac{\Delta E_M}{\Delta t}=-2\frac{J}{s}.$$

Ξ.Σ.Στεργιάδης