

ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΔΕΥΤΕΡΑ 13 ΜΑΪΟΥ 2024

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΕΠΤΑ (7)

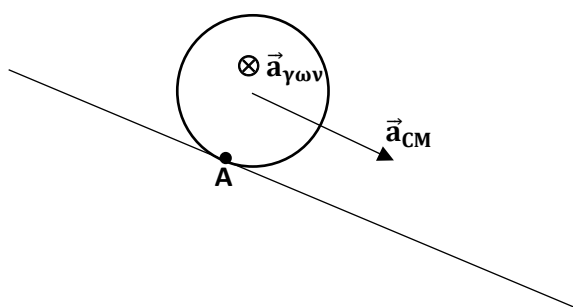
ΘΕΜΑ Α (25 μονάδες)

A1. Αιτία δημιουργίας αρμονικού ηλεκτρομαγνητικού κύματος μπορεί να είναι:

- α) η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ηλεκτρικού φορτίου.
- β) η ομαλή κυκλική κίνηση ηλεκτρικού φορτίου.
- γ) η απλή αρμονική ταλάντωση νετρονίου.
- δ) η απλή αρμονική ταλάντωση ηλεκτρικού φορτίου.

Απάντηση: Στη ύλη της Γ' Λυκείου αναφέρεται μόνο το αρμονική ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Σωστή η (δ).

A2. Τροχός κατεβαίνει ακλόνητο πλάγιο δάπεδο, κυλιόμενος χωρίς να ολισθαίνει, όπως στην εικόνα. Η γωνιακή του επιτάχυνση είναι $\vec{a}_{\gamma\omega\nu}$ και η επιτάχυνση του κέντρου μάζας του είναι \vec{a}_{CM} . Το μέτρο της επιτάχυνσης του σημείου επαφής τροχού – δαπέδου **A** είναι ίσο με:



- α) a_{CM}
- β) 0
- γ) $\sqrt{a_{\text{CM}}^2 + a_{\gamma\omega\nu}^2 R^2}$
- δ) τίποτα από τα παραπάνω

Απάντηση: Σωστή η (δ)

A3. Όταν ένα σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση στο κενό δέχεται συνισταμένη δύναμη $\Sigma \vec{F}$. Το ίδιο σύστημα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση σε ρευστό, στο οποίο εκτός από τις δυνάμεις συνισταμένης $\Sigma \vec{F}$, που δέχεται στο κενό, δέχεται και δύναμη της μορφής $\vec{F}_{\text{αντ}} = -b\vec{v}$. Η (αλγεβρική) τιμή **a** της επιτάχυνσης στη φθίνουσα ταλάντωση:

- α) εξαρτάται μόνο από την απομάκρυνση x .

β) εξαρτάται μόνο από την (αλγεβρική) τιμή της ταχύτητας v .

γ) εξαρτάται και από την απομάκρυνση x και από την (αλγεβρική) τιμή της ταχύτητας v .

δ) είναι σταθερή.

Απάντηση: Σωστή η (γ)

A4. Ποια από τις παρακάτω μαθηματικές σχέσεις **δεν** αποτελεί έκφραση της αρχής της επαλληλίας ή υπέρθεσης των κυμάτων σε κάθε περίπτωση;

α) $x = x_1 + x_2$

β) $v = v_1 + v_2$

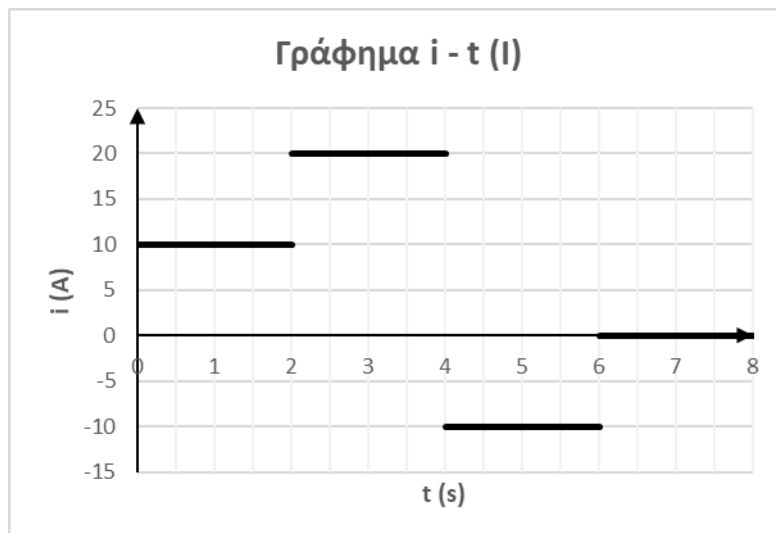
γ) $a = a_1 + a_2$

δ) $E = E_1 + E_2$

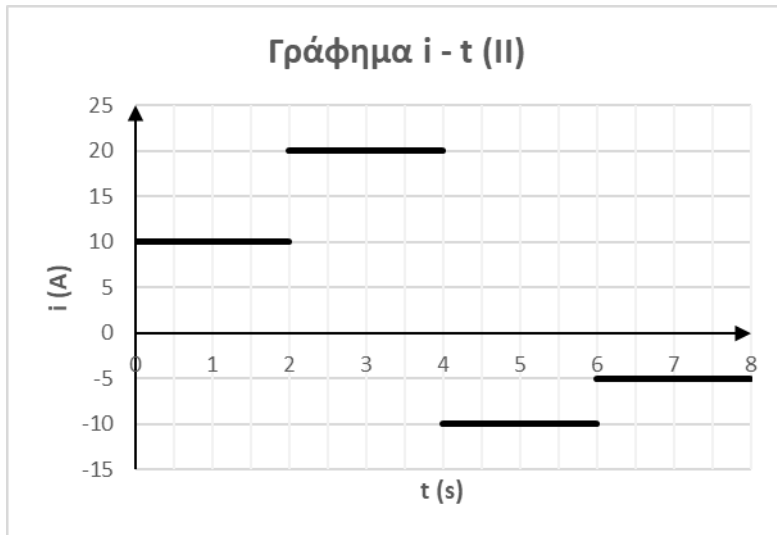
x : απομάκρυνση, v : (αλγεβρική) τιμή ταχύτητας, a : (αλγεβρική) τιμή επιτάχυνσης, E : συνολική ενέργεια.

Απάντηση: Σωστή η (δ)

A5. Αντιστάτης, αντίστασης R , διαρρέεται, από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = 8\text{s}$ από εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα της μορφής:



Άλλος, δεύτερος ($2^{\text{ος}}$). όμοιος αντιστάτης, αντίστασης R , διαρρέεται, από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = 8\text{s}$ από εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα της μορφής:



Αν Q_{R1} και Q_{R2} είναι αντίστοιχα οι θερμότητες που εκλύονται στον πρώτο (1°) και στον δεύτερο (2°) αντιστάτη αντίστοιχα, στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = 8\text{s}$, τότε:

α) $Q_{R1} = Q_{R2}$

β) $Q_{R1} < Q_{R2}$

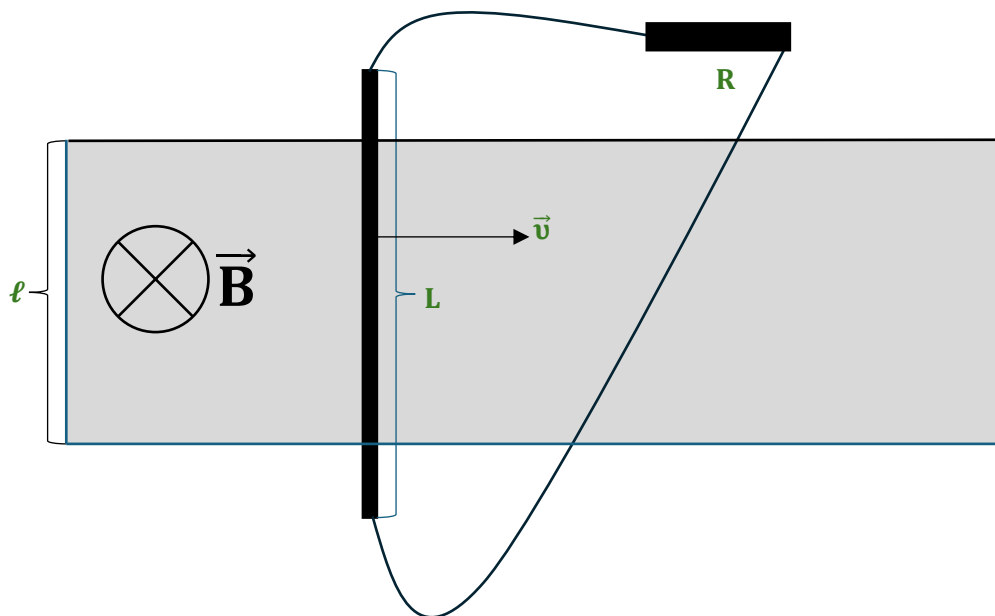
γ) $Q_{R1} > Q_{R2}$

δ) οι Q_{R1} και Q_{R2} δεν μπορούν να συγκριθούν με τα συγκεκριμένα δεδομένα.

Απάντηση: Σωστή η (β)

ΘΕΜΑ Β [(2+3)+(6+9)+5 μονάδες]

B1.



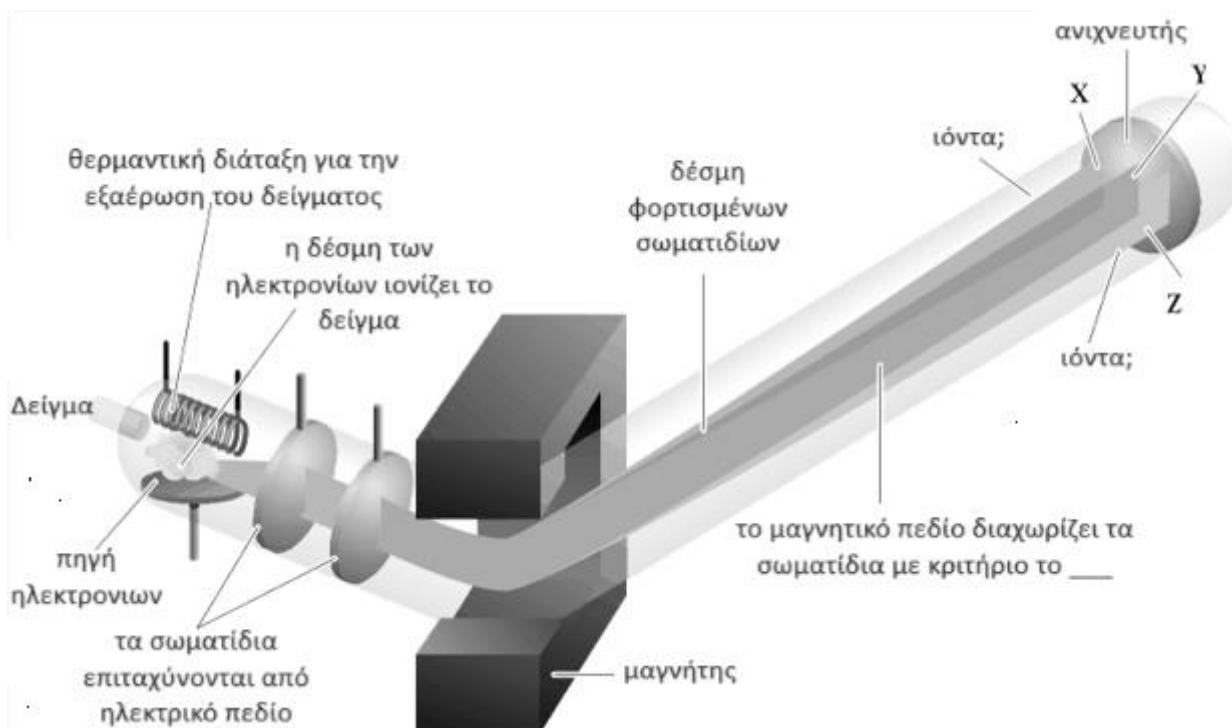
Το οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B} της εικόνας εκτείνεται σε ζώνη πλάτους ℓ και άπειρου μήκους και βάθους. Κατακόρυφη μεταλλική ράβδος, μήκους $L > \ell$ κινείται με σταθερή ταχύτητα \vec{v} , που είναι κάθετη τόσο στη ράβδο, όσο και στο μαγνητικό πεδίο. Η ράβδος έχει αντίσταση ανά μονάδα μήκους r^* . Τα άκρα της ράβδου συνδέονται αγωγίμα με αντιστάτη, αντίστασης R . Οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση.

Να χαρακτηρίσετε την πρόταση που ακολουθεί σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) (2 μονάδες), αιτιολογώντας κατάλληλα τον χαρακτηρισμό σας.

Η ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) που επάγεται στα άκρα της ράβδου είναι $\mathcal{E}_{\varepsilon\pi} = \mathbf{BvL}$ και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι $\mathbf{I}_{\varepsilon\pi} = \frac{\mathbf{Bv}\ell}{\mathbf{R+r^*\ell}}$.

Απάντηση: Το τμήμα της ράβδου που κινείται στο εσωτερικό του ομογενούς μαγνητικού πεδίου έχει μήκος ℓ . Συνεπώς, στη ράβδο επάγεται ΗΕΔ $\mathcal{E}_{\varepsilon\pi} = \mathbf{Bv}\ell$. Από τον νόμο του Ohm στο κλειστό κύκλωμα: $\mathbf{I}_{\varepsilon\pi} = \frac{\mathbf{Bv}\ell}{\mathbf{R+r^*\ell}}$. Συνεπώς η πρόταση είναι λανθασμένη (Λ).

B2.



Το παραπάνω διάγραμμα παριστάνει έναν φασματογράφο μάζας. Αν τα ιόντα που επιταχύνονται είναι ιόντα ιωδίου $^{125}_{53}\text{I}^-$, $^{127}_{53}\text{I}^-$ και $^{131}_{53}\text{I}^-$

B2α. Ποια είναι η πολικότητα του πεταλοειδή μαγνήτη;

Απάντηση: Στο στέλεχος του πεταλοειδή μαγνήτη που βρίσκεται κάτω αντιστοιχεί ο βόρειος πόλος (N) ενώ στο στέλεχος που βρίσκεται πάνω ο νότιος πόλος (S), ώστε η κεντρομόλος δύναμη που δέχονται τα ανιόντα ιωδίου να κατευθύνεται από την/τον αναγνώστρια/αναγνώστη προς την οθόνη..

B2β. Με ποιο κριτήριο διαχωρίζει το μαγνητικό πεδίο τα ιόντα;

Απάντηση: Το μαγνητικό πεδίο διαχωρίζει τα ιόντα με κριτήριο το ειδικό τους φορτίο ($\frac{|q|}{m}$), αφού:

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \frac{mv}{B|q|} \\ \frac{1}{2}mv^2 = |q|V \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} v = \frac{RB|q|}{m} \\ \frac{1}{2}m \frac{R^2 B^2 |q|^2}{m^2} = |q|V \end{array} \right\}, R^2 = \frac{2mV}{B^2|q|}, R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2V}{\frac{|q|}{m}}}$$

Επειδή τα ιόντα έχουν ίσα φορτία $\{|q| = |e|\}$, ο διαχωρισμός των ιόντων ανάγεται στη μάζα τους.

B2γ. Σε ποια από τις θέσεις X, Y και Z του ανιχνευτή θα βρεθεί καθένα από τα ιόντα $^{125}_{53}\text{I}^-$, $^{127}_{53}\text{I}^-$ και $^{131}_{53}\text{I}^-$;

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απάντηση: Η σχέση $R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2V}{|q|} \frac{m}{m}}$ δείχνει ότι η ακτίνα καθενός από τα παραπάνω ιόντα είναι ανάλογη με τη μάζα

του. Έτσι, τα ιόντα $^{125}_{53}\text{I}^-$, $^{127}_{53}\text{I}^-$ και $^{131}_{53}\text{I}^-$ θα βρεθούν, αντίστοιχα, στις θέσεις **X, Y και Z**.

B3. Μια μπάλα, μάζας $m = 0,1\text{kg}$ αφήνεται ελεύθερη από ύψος $h_0 = 1\text{m}$ πάνω από ένα οριζόντιο, ακλόνητο δάπεδο. Η μπάλα, κάθε φορά που προσκρούει στο έδαφος, χάνει το 25% της κινητικής της ενέργειας. Μετά από πόσες αναπήδησεις η μπάλα δεν θα φτάσει σε ύψος πάνω από **0,25m**;

Απάντηση: Το ύψος στο οποίο φτάνει η μπάλα μετά την n-οστή αναπήδηση είναι $h_n = \left(\frac{3}{4}\right)^n h_0$.

Συνεπώς η μπάλα θα φτάσει σε ύψος μεγαλύτερο των **0,25m** μετά την 4^η αναπήδηση και κάτω από **0,25m** μετά την 5^η αναπήδηση.

ΘΕΜΑ Γ [(2+3)+5+(6+9) μονάδες]

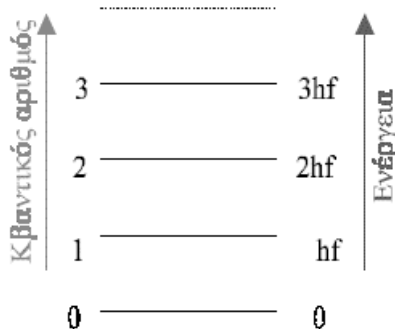
Γ1. Ας θεωρήσουμε το πρότυπο του Bohr για το άτομο του υδρογόνου. Στη θεμελιώδη κατάσταση, το άτομο έχει ενέργεια E_1 , ενώ το ηλεκτρόνιο του περιφέρεται σε κυκλική τροχιά, ακτίνας r_1 , με κέντρο τον πυρήνα του. Στο κέντρο αυτής της κυκλικής τροχιάς, σύμφωνα με τον Bohr, το γινόμενο $|\Psi^2|dV$, όπου Ψ η κυματοσυνάρτηση του ηλεκτρονίου και dV ένας στοιχειώδης όγκος γύρω από το σημείο αυτό, θα είχε τιμή:

α) $|\Psi^2|dV = 0$, β) $|\Psi^2|dV = 1$, γ) $0 < |\Psi^2|dV < 1$

Να επιλέξετε την ορθή απάντηση και να δικαιολογήσετε την εφαρμογή σας.

Απάντηση: Σωστή η (α). Σύμφωνα με το ατομικό πρότυπο του Bohr, το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου περιφέρεται σε κυκλική τροχιά, ακτίνας r_1 , με κέντρο τον πυρήνα του και αποκλείεται να βρίσκεται στο κέντρο αυτής της κυκλικής τροχιάς.

Γ2. Ένα ταλαντούμενο άτομο κατεβαίνει δύο (2) σκαλοπάτια στην κλίμακα ενεργειακών σταθμών. Το φωτόνιο μέγιστης ενέργειας που εκπέμπεται είναι μόλις ικανό να προκαλέσει εκπομπή ενός φωτοηλεκτρονίου, όταν προσπέσει σε κάθοδο φωτοηλεκτρικού σωλήνα, που είναι κατασκευασμένη από άργυρο ($\phi = 4,3\text{eV}$). Να υπολογίσετε το κβάντο ενέργειας αυτού του ταλαντωτή.



Απάντηση: $2hf = \phi, hf = \frac{\phi}{2} = 2,15\text{eV}$

Γ3. Ένα φωτόνιο με μήκος κύματος στο κενό $\lambda_{01} = 2,42 \cdot 10^{-12} \text{m}$, σκεδάζεται σε αρχικά ακίνητο ηλεκτρόνιο. Το σκεδαζόμενο φωτόνιο έχει μήκος κύματος στο κενό $\lambda_{02} = 4,84 \cdot 10^{-12} \text{m}$.

Γ3α. Πόση είναι η ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου;

Απάντηση: $K = E_1 - E_2 = hc \left(\frac{1}{\lambda_{01}} - \frac{1}{\lambda_{02}} \right) = \frac{hc}{\lambda_{01}\lambda_{02}} (\lambda_{02} - \lambda_{01}) = \frac{hc}{\lambda_{01}} \left(1 - \frac{\lambda_{01}}{\lambda_{02}} \right) = 0,257 \text{Me}$

Γ3β. Πόσο είναι το μέγιστο μήκος κύματος που πρέπει να έχει ένα φωτόνιο, το οποίο αν απορροφηθεί από

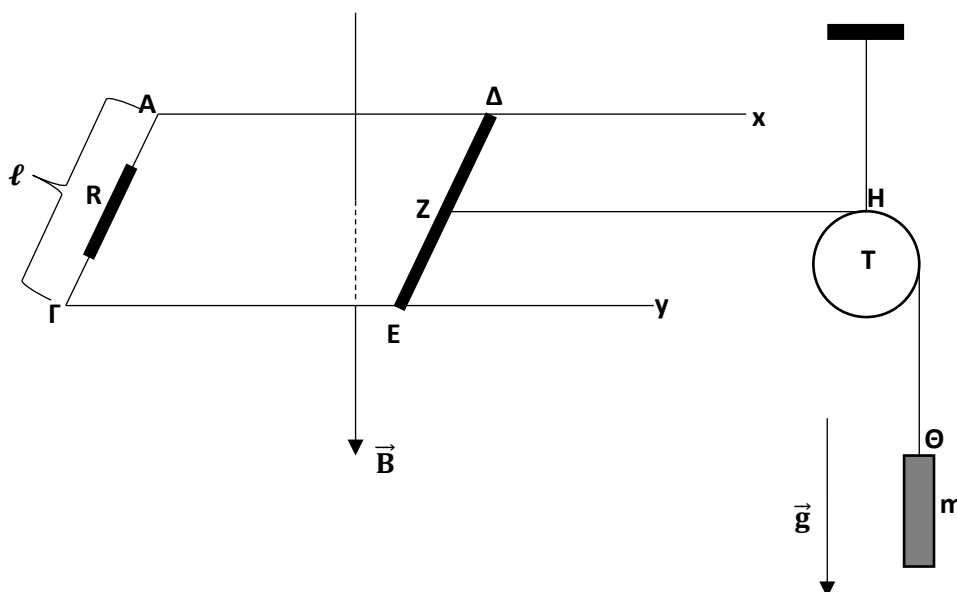
Στοιχείο	Έργο εξαγωγής σε [eV]
Αλουμίνιο	4.3
Ανθρακας	5.0
Αργυρος	4.3
Νάτριο	2.7
Νικέλιο	5.1
Πυρίτιο	4.8
Χαλκός	4.7
Χρυσός	5.1

κάθοδο φωτοηλεκτρικού σωλήνα, προκαλεί εκπομπή φωτοηλεκτρονίου με ενέργεια ίση με αυτή του ερωτήματος **Γ3α**; Να θεωρήσετε ότι η κάθοδος μπορεί να είναι κατασκευασμένη από κάποιο από τα στοιχεία του διπλανού πίνακα. Εξαρτάται η απάντησή σας από το στοιχείο από το οποίο είναι κατασκευασμένη η κάθοδος;

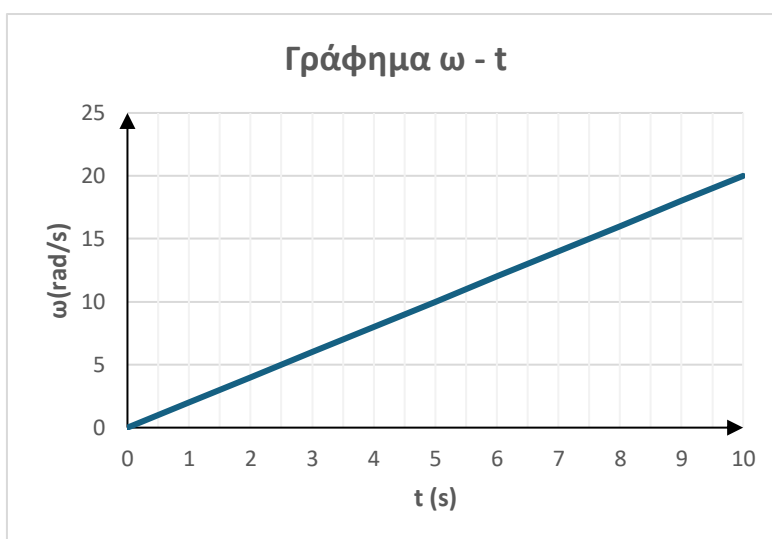
Απάντηση: $K = E_{\min} - \phi$, $E_{\min} = K + \phi$, $E_{\min} \cong K$, $h \frac{c}{\lambda_{\max}} \cong K$, $\lambda_{\max} \cong \frac{hc}{K} = \frac{12,42 \cdot 10^{-7} \text{eV} \cdot \text{m}}{0,257 \cdot 10^6 \text{eV}} = 4,8 \cdot 10^{-12} \text{m}$

Η απάντηση δεν εξαρτάται από το στοιχείο από το οποίο είναι κατασκευασμένη η κάθοδος.

ΘΕΜΑ Δ (3+7+7+5+3)



Οι αγωγοί \mathbf{Ax} και \mathbf{Gy} είναι παράλληλοι, απέχουν απόσταση $\ell = 0,5\text{m}$, ορίζουν το οριζόντιο επίπεδο και έχουν αμελητέα αντίσταση. Στα άκρα τους \mathbf{A} και \mathbf{G} συνδέεται αντιστάτης, αντίστασης $\mathbf{R} = 0,5\Omega$. Το κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο του σχήματος έχει μέτρο $\mathbf{B} = 2\text{T}$. Ο αγωγός \mathbf{DE} έχει μάζα $\mathbf{M} = 1\text{kg}$, μήκος ℓ και μπορεί να κινείται, χωρίς τριβές, μένοντας διαρκώς κάθετος και σε ηλεκτρική επαφή με τους αγωγούς \mathbf{Ax} και \mathbf{Gy} , εξαιτίας αβαρούς, μη εκτατού νήματος, του οποίου το ένα άκρο δένεται στο μέσο \mathbf{Z} του αγωγού \mathbf{DE} και το άλλο σε σημειακό αντικείμενο $\mathbf{\Theta}$, μάζας $\mathbf{m} = 1\text{kg}$, αφού περάσει από το αυλάκι ακίνητης τροχαλίας \mathbf{T} . Η τροχαλία \mathbf{T} έχει ακτίνα $\mathbf{r} = 10\text{cm}$. Τη χρονική στιγμή $\mathbf{t_0} = 0$ ειδικός μηχανισμός θέτει την τροχαλία \mathbf{T} σε δεξιόστροφη στροφική κίνηση. Την ίδια χρονική στιγμή αρχίζει να κινείται και ο αγωγός \mathbf{DE} . Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας $\vec{\omega}$ της τροχαλίας \mathbf{T} μεταβάλλεται με το χρόνο, όπως στο διάγραμμα που ακολουθεί:



Δίνεται το μέτρο της γήινης βαρυτικής επιτάχυνσης $\mathbf{g} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας \mathbf{T} .

Να υπολογίσετε:

Δ1. το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης της τροχαλίας \mathbf{T} .

Απάντηση: $\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{d\omega}{dt} = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

Δ2. την ένταση και τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη τη χρονική στιγμή $\mathbf{t_1} = 5\text{s}$.

Απάντηση:

$$\alpha_{\text{H},\varepsilon\pi} = \alpha_{\gamma\omega\nu} r = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad \alpha_{\Delta\text{E}} = \alpha_{\text{H},\varepsilon\pi} = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2},$$

$$v = \alpha_{\Delta\text{E}} t_1 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad \varepsilon_{\varepsilon\pi} = Bv\ell = 1\text{V}, \quad I_{\varepsilon\pi} = \frac{\varepsilon_{\varepsilon\pi}}{R} = 2\text{A}, \text{A} \rightarrow \Gamma$$

Δ3. το μέτρο της τάσης \vec{T}_1 του νήματος \mathbf{ZH} την $\mathbf{t_1}=5\text{s}$.

Απάντηση: $F_{L\varepsilon\pi} = BI_{\varepsilon\pi}\ell = 2\text{N}$, $\sum F_{\Delta\text{E}} = M\alpha_{\Delta\text{E}}$, $T_1 - F_{L\varepsilon\pi} = M\alpha_{\Delta\text{E}}$, $T_1 = F_{L\varepsilon\pi} + M\alpha_{\Delta\text{E}} = 2,2\text{N}$

Δ4. το μέτρο της τάσης \vec{T}_2 του νήματος **HΘ**.

Απάντηση: $\alpha_{H\Theta} = \alpha_{H,\varepsilon\pi} = 0,2 \frac{m}{s^2}$, $\sum F_{\Theta} = m\alpha_{H\Theta}$, $mg - T_2 = m\alpha_{H\Theta}$, $T_2 = m(g - \alpha) = 9,8N$

Δ4. το ρυθμό ελάττωσης της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του σημειακού αντικειμένου **Θ** τη χρονική στιγμή $t_1 = 5s$.

Απάντηση: $\frac{|dU_{βαρ}|}{dt} = mgv = 10 \frac{J}{s}$

ΟΔΗΓΙΕΣ (για τους εξεταζόμενους/τις εξεταζόμενες)

1. Οι τύποι και τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για την επίλυση των θεμάτων και ΔΕΝ δίνονται στις εκφωνήσεις να αντληθούν από τον πίνακα δεδομένων και τύπων.
2. Κάθε απάντηση επιστημονικά τεκμηριωμένη είναι αποδεκτή.
3. Διάρκεια εξέτασης: τρεις (3) ώρες.

Σας ευχόμαστε επιτυχή προσπάθεια!