

**ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Γ' ΤΑΞΗΣ
ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΣΑΒΒΑΤΟ 10 ΙΟΥΝΙΟΥ 2000
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
(ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΥΚΛΩΝ): ΦΥΣΙΚΗ**

ΘΕΜΑ 1^ο

1. Ο πρώτος κανόνας του Kirchhoff είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης:
- α) της ορμής
 - β) του φορτίου
 - γ) της ενέργειας
 - δ) της μάζας

Μονάδες 4

ΑΠ:

Σωστό το (β). Γιατί σε κάθε κόμβο δεν παρατηρείται ούτε απώλεια ούτε γέννηση φορτίου.

2. Η ειδική αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού:
- α) είναι ανεξάρτητη από το υλικό του αγωγού
 - β) εξαρτάται από τη διατομή του αγωγού
 - γ) αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας του αγωγού
 - δ) είναι ανάλογη με το μήκος του αγωγού

Μονάδες 4

ΑΠ:

Σωστό το (γ). Σύμφωνα με τη σχέση $\rho = \rho_0(1+\alpha\theta)$, όπου $\alpha > 0$ ο θερμικός συντελεστής αντίστασης του μεταλλικού αγωγού.

3. Δίνεται ότι το πλάτος μιας εξαναγκασμένης μηχανικής ταλάντωσης με απόσβεση υπό την επίδραση μιας εξωτερικής περιοδικής δύναμης είναι μέγιστο. Αν διπλασιάσουμε τη συχνότητα της δύναμης αυτής το πλάτος της ταλάντωσης θα:
- α) διπλασιασθεί
 - β) μειωθεί
 - γ) τετραπλασιασθεί
 - δ) παραμείνει το ίδιο

Μονάδες 4

ΑΠ:

Σωστό το (β). Αρχικά το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση συντονισμού, οπότε οποιαδήποτε μεταβολή της συχνότητας του διεγέρτη, έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση του πλάτους της εξαναγκασμένης ταλάντωσης.

4. Η περίοδος της ταλάντωσης ενός απλού εκκρεμούς, όταν η γωνία εκτροπής από την κατακόρυφο είναι μικρότερη των 3° :
- α) εξαρτάται από τη μάζα του σφαιριδίου
 - β) διπλασιάζεται, αν το μήκος του νήματος τετραπλασιασθεί
 - γ) εξαρτάται από τη γωνία εκτροπής από την κατακόρυφο
 - δ) δεν εξαρτάται από την επιτάχυνση της βαρύτητας

Μονάδες 4

ΑΠ:

Σωστό το **(β)**. Η περίοδος της ταλάντωσης ενός μαθηματικού εκκρεμούς δίνεται από την σχέση $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ άρα αν $\ell' = 4\ell$ θα ισχύει $T' = 2T$.

5. Κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος τροφοδοτείται με τάση της μορφής $V = V_0 \eta \mu \omega t$, όπου V_0 το πλάτος και ω η κυκλική συχνότητα της τάσης.

A	B
α. Σε κύκλωμα με ιδανικό πηνίο L	1. η ένταση προηγείται της τάσης κατά γωνία $\pi/2$
β. Σε κύκλωμα με πυκνωτή C	2. η ένταση προηγείται της τάσης κατά γωνία μικρότερη του $\pi/2$
γ. Σε κύκλωμα με αντίσταση R	3. τα μεγέθη τάση και ένταση είναι συμφασικά
	4. η ένταση καθυστερεί της τάσης κατά γωνία $\pi/2$

ΑΠ:

Όπως προκύπτει από τη θεωρία του σχολικού βιβλίου αν $V = V_0 \eta \mu \omega t$ ισχύει:

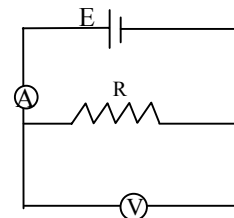
Για ιδανικό πηνίο: $\alpha \rightarrow 4$ $I = I_0 \eta \mu \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$ Σελίδα 104 παράγραφος 3.8

Για πυκνωτή: $\beta \rightarrow 1$ $I = I_0 \eta \mu \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$ Σελίδα 106 παράγραφος 3.9

Για ωμική αντίσταση: $\gamma \rightarrow 3$ $(I = I_0 \eta \mu \omega t)$ Σελίδα 95 παράγραφος 3.2

ΘΕΜΑ 2^ο

A. Η διάταξη του διπλανού σχήματος αποτελείται από πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη E και με εσωτερική αντίσταση $r=0$, αμπερόμετρο A με αντίσταση R_A και βολτόμετρο V με αντίσταση R_V . Η μετρούμενη τιμή της αντίστασης R από τις ενδείξεις του βολτομέτρου και του αμπερομέτρου είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την πραγματική τιμή; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



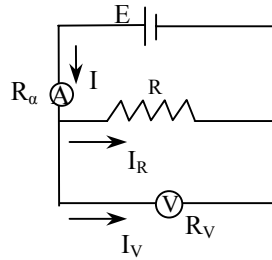
Μονάδες 10

ΑΠ.:

A.

ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΤΙΜΗ: $R = \frac{V}{I}$ (1)

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΙΜΗ: $R_{\Pi} = \frac{V}{I_R}$ (2)



Από 1^ο Κ.Κ.: $I = I_R + I_V \xrightarrow{(1),(2)} \frac{V}{R} = \frac{V}{R_{\Pi}} + \frac{V}{R_v} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_{\Pi}} + \frac{1}{R_v} \Rightarrow$

$$R = \frac{R_{\Pi} R_v}{R_{\Pi} + R_v} \Rightarrow \boxed{R = \frac{R_{\Pi}}{1 + \frac{R_{\Pi}}{R_v}}}$$

Επειδή ο παρανομαστής είναι μεγαλύτερος της μονάδας $R < R_{\Pi}$.

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η μετρούμενη τιμή της αντίστασης $R = \frac{V}{I}$ δίνεται από το πηλίκο των ενδείξεων των οργάνων, όπου V η τάση του βολτόμετρου, I η ένδειξη του αμπερόμετρου. Επειδή η ένδειξη του βολτόμετρου V είναι η τάση στα άκρα της R ενώ η τιμή I είναι μεγαλύτερη από την I_R (που πραγματικά διαρρέει την R) η μετρούμενη τιμή θα είναι μικρότερη από την πραγματική.

B. Σύστημα ελατηρίου – μάζας εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε λείο οριζόντιο επίπεδο με πλάτος x_0 και εξίσωση απομάκρυνσης $x = x_0 \eta \omega t$. Σε ποιες απομακρύνσεις από τη θέση ισορροπίας η κινητική ενέργεια του ταλαντωτή είναι ίση με τη δυναμική ενέργεια του; Να εκφραστούν οι απομακρύνσεις σαν συνάρτηση του x_0 .

Μονάδες 10

ΑΠ.:

$$\left. \begin{array}{l} B. E_{KIN} = E_{\Delta YN} \\ E_{O\Lambda}^{T\Lambda\Lambda} = E_{KIN} + E_{\Delta YN} \end{array} \right\} E_{O\Lambda}^{T\Lambda\Lambda} = 2E_{\Delta YN} \Rightarrow \frac{1}{2} D x_0^2 = 2 \cdot \frac{1}{2} D x^2 \Rightarrow x = \pm \frac{x_0 \sqrt{2}}{2}$$

Γ. Στους ραδιοφωνικούς πομπούς χρησιμοποιούμε αποπνικτικά πηνία, για να εξουδετερώσουμε ρεύματα πολύ υψηλής συχνότητας. Να διακιολογήσετε πως επιτυγχάνεται αυτό.

Μονάδες 5

ΑΠ.:

Για το ιδανικό πηνίο ισχύει ότι η επαγωγική του εμπέδηση είναι $Z_L = \omega L$. Οπότε η ενεργός ένταση του ρεύματος είναι:

$$I_{EN} = \frac{V_{EN}}{Z_L} = \frac{V_{EN}}{\omega L} = \frac{V_{EN}}{2\pi\nu L}$$

όπου, V_{EN} η ενεργός τιμή της τάσης στα άκρα του πηνίου. Δηλαδή όταν αυξάνει η συχνότητα και γίνεται αρκετά υψηλή τότε η ένταση του ρεύματος γίνεται πρακτικά μηδέν. Τα πηνία που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό ονομάζονται αποπνικτικά, εξουδετερώνοντας ρεύματα πολύ υψηλής συχνότητας όπως π.χ. στους ραδιοφωνικούς πομπούς.

ΘΕΜΑ 3^ο

Σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος που περιέχει μόνο ένα πηνίο καταναλώνεται ισχύς 600W. Το κύκλωμα τροφοδοτείται από τάση της μορφής $V = 200\sqrt{6} \eta\mu 1000t$

και διαρρέεται από ρεύμα έντασης της μορφής $I = I_0 \eta\mu \left(1000t - \frac{\pi}{6} \right)$.

Να υπολογιστεί:

α) η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος.

Μονάδες 6

β) η ωμική αντίσταση του πηνίου

Μονάδες 6

γ) ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου

Μονάδες 6

δ) η χωρητικότητα του πυκνωτή που πρέπει να συνδεθεί σε σειρά στο κύκλωμα, ώστε ο συντελεστής ισχύος να λάβει τη μέγιστη τιμή του.

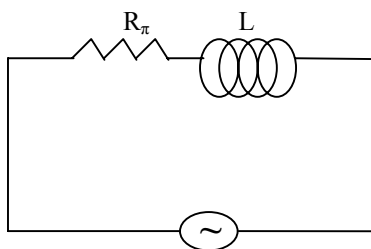
Μονάδες 7

$$\Deltaίνονται \text{ συν } \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}, \eta\mu \frac{\pi}{6} = \frac{1}{2}.$$

ΛΥΣΗ

$$\left. \begin{aligned} V(t) &= 200\sqrt{6}\eta\mu(1000t) \\ I(t) &= I_0 \cdot \eta\mu \left(1000t - \frac{\pi}{6} \right) \end{aligned} \right\} \text{ (A)}$$

Αφού η \bar{P} είναι διαφορετική του μηδενός το πηνίο είναι μη ιδανικό δηλαδή εμφανίζει ωμική αντίσταση R_{Π} . Επομένως το αρχικό κύκλωμα θα είναι:



Από τις εξισώσεις (Α) παρατηρούμε ότι η διαφορά φάσης τάσης-έντασης είναι:
 $\varphi = \frac{\pi}{6} \text{ rad.}$

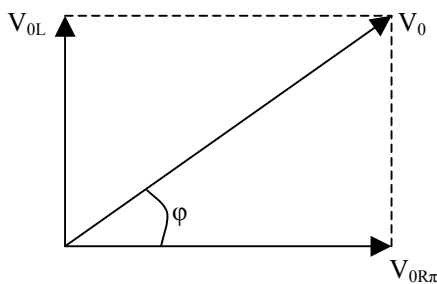
$$\text{Ακόμα } V_0 = 200\sqrt{6} \text{ V} \Leftrightarrow V_{\text{EN}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} = \frac{200\sqrt{6}}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow V_{\text{EN}} = 200\sqrt{3} \text{ V}$$

(α) Από τον ορισμό της μέσης ισχύος: $\bar{P} = V_{\text{EN}} \cdot I_{\text{EN}} \cdot \text{συν}\varphi \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow I_{\text{EN}} = \frac{\bar{P}}{V_{\text{EN}} \cdot \text{συν}\varphi} = \frac{600}{200\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \Leftrightarrow I_{\text{EN}} = 2 \text{ A}$$

(β) Αλλά: $\bar{P} = I_{\text{EN}}^2 \cdot R_{\Pi} \Leftrightarrow R_{\Pi} = \frac{\bar{P}}{I_{\text{EN}}^2} = \frac{600}{2^2} \Leftrightarrow R_{\Pi} = 150 \Omega$

(γ) Από το διάγραμμα των τάσεων έχουμε: $\text{εφ}\varphi = \frac{V_{\text{OL}}}{V_{\text{OR}\Pi}} \Leftrightarrow$



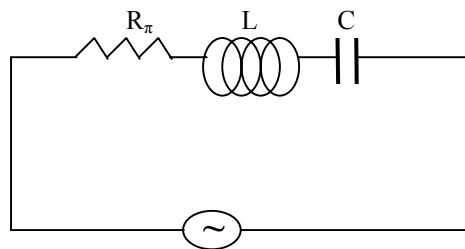
$$\Leftrightarrow \text{εφ}\varphi = \frac{I_0 Z_L}{I_0 R_{\Pi}} \Leftrightarrow \text{εφ}\varphi = \frac{L\omega}{R_{\Pi}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow L = \frac{R_{\Pi} \cdot \text{εφ}\varphi}{\omega} \quad \left. \vphantom{\frac{R_{\Pi} \cdot \text{εφ}\varphi}{\omega}} \right\} \Leftrightarrow$$

όπου $\omega = 1000 \text{ rad/sec}$

$$\Leftrightarrow L = \frac{50 / \sqrt{3}}{1000} \Leftrightarrow L = \frac{\sqrt{3}}{20} \text{ H}$$

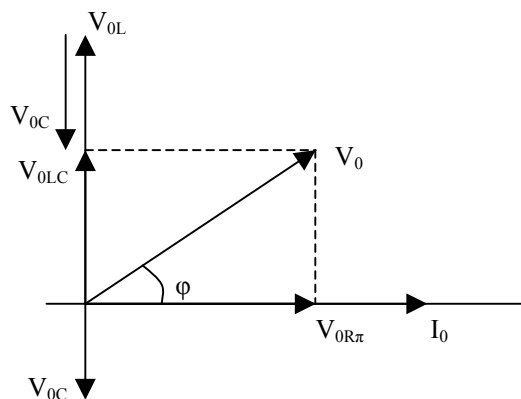
(δ) Με την προσθήκη του πυκνωτή το κύκλωμα γίνεται όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Από τον ορισμό του συντελεστή ισχύος έχουμε:

$$\text{συν}\varphi = \frac{V_{\text{OR}}}{V_0} = \frac{I_0 \cdot R_{\Pi}}{I_0 \cdot Z} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{συν}\varphi = \frac{R_{\Pi}}{\sqrt{R_{\Pi}^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$$



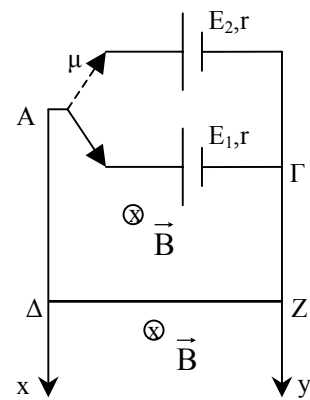
Για να μεγιστοποιηθεί το συνφ (=1) θα πρέπει: $Z_L - Z_C = 0$

Δηλαδή το κύκλωμα θα πρέπει να βρίσκεται σε συντονισμό.

$$\begin{aligned} \text{Άρα: } L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0 &\Leftrightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega} \Leftrightarrow C = \frac{1}{L\omega^2} \Leftrightarrow C = \frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{20} \cdot (10^3)^2} = \\ &= \frac{20 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \Leftrightarrow C = \frac{2\sqrt{3}}{3} \cdot 10^{-5} \text{ F ή } \frac{20\sqrt{3}}{3} \mu\text{F.} \end{aligned}$$

ΘΕΜΑ 4^ο

Το διπλανό σχήμα δείχνει δυο κατακόρυφα σύρματα μεγάλου μήκους Ax και Γy αμελητέας ωμικής αντίστασης. Τα άκρα τους A και Γ συνδέονται αρχικά, με τη βοήθεια μεταγωγού μ, με ηλεκτρική πηγή, της οποίας η ΗΕΔ είναι $E_1=10\text{V}$ και η εσωτερική της αντίσταση είναι $r=2\Omega$. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετο στο επίπεδο που σχηματίζουν τα παράλληλα σύρματα Ax και Γy. Ευθύγραμμος αγωγός ΔZ μάζας $m=0,1\text{Kg}$, μήκους $L=2\text{m}$ και αντίστασης $R=8\Omega$ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με τα άκρα του σε επαφή με τα κατακόρυφα σύρματα Ax και Γy.



A. Αν ο αγωγός αρχικά ισορροπεί, χωρίς να συγκρατείται, να υπολογιστεί:

A.1. η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει

Μονάδες 5

A.2. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου

Μονάδες 5

B. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του μεταγωγού μ, αποσυνδέεται η πηγή E_1 και συνδέεται ακαριαία η πηγή E_2 με ΗΕΔ $E_2=5\text{V}$ και εσωτερική αντίσταση $r=2\Omega$. Ο αγωγός αρχίζει να κινείται.

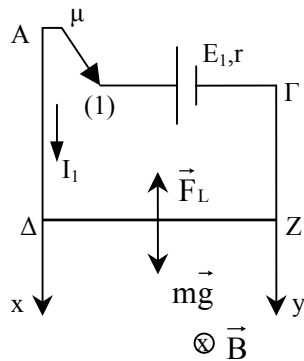
B.1. Ποιο είναι το είδος της κίνησης του αγωγού; Να διακιολογήσετε την απάντησή σας;

Μονάδες 7

B.2. Θεωρούμε ότι το μήκος των συρμάτων είναι τέτοιο, ώστε ο αγωγός ΔZ αποκτά ορική ταχύτητα, χωρίς να διακόπτεται η επαφή του με τα σύρματα Ax και Γy. Να υπολογίσετε την ορική ταχύτητα που θα αποκτήσει ο αγωγός ΔZ.

Μονάδες 8

Απ.



(Α.1) Αρχικά ο αγωγός ισορροπεί, επομένως δεν εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του. Για τον υπολογισμό της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα εφαρμόζουμε 2^ο κ.Κ. Kirchhoff:

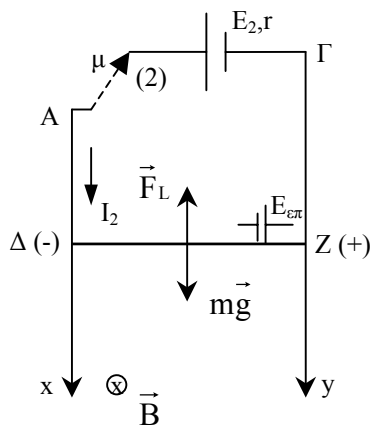
$$E_1 - I_1 R - I_1 r = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{E_1}{r + R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{10}{2+8} \text{ A} \Rightarrow \boxed{I_1 = 1 \text{ A}} \quad (1)$$

(Α.2.) Για να ισορροπεί ο αγωγός ΔΖ θα πρέπει:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow mg - F_L = 0 \Rightarrow BI_1 L = mg \Rightarrow B = \frac{mg}{I_1 L} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} B = \frac{0,1 \cdot 10}{1 \cdot 2} \text{ T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = \frac{1}{2} \text{ T} \Rightarrow \boxed{B = 0,5 \text{ T}} \quad (2)$$



Έλεγχος φοράς κίνησης

β) Τη στιγμή που ο μεταγωγός μεταφέρεται στη θέση (2) και πριν αρχίσει η κίνηση του αγωγού, η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα είναι:

2^ος κ.Κ. Kirchhoff:

$$E_2 - I_2 R - I_2 r = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{E_2}{r + R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{5}{2+8} \text{ A} \Rightarrow \boxed{I_2 = 0,5 \text{ A}} \quad (3)$$

Η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό έχει μέτρο: $F_L = BI_2 L \stackrel{(2)}{\Rightarrow} \stackrel{(3)}$

$$\Rightarrow F_L = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 2 \text{ N} \Rightarrow F_L = 0,5 \text{ N}$$

Το βάρος του αγωγού έχει μέτρο : $mg = 1 \text{ N}$ } $\Rightarrow mg > F_L$

Άρα ο αγωγός θα κινηθεί προς τα κάτω.

(Β.1) Εξαιτίας της κίνησης του αγωγού στο Ο.Μ.Π. θα εμφανιστεί στα άκρα του ΗΕΔ από επαγωγή μέτρου:

$$E_{\varepsilon\pi} = BvL \stackrel{(2)}{\Rightarrow} E_{\varepsilon\pi} = 0,5 \cdot v \cdot 2 \Rightarrow \boxed{E_{\varepsilon\pi} = v} \quad (4) \quad (\text{σε Volt})$$

Η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα θα υπολογιστεί με εφαρμογή του 2^{ου} κ.Κ. Kirchhoff:

$$E_2 - I_2 R - I_2 r + E_{\text{επ}} = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{E_2 + E_{\text{επ}}}{r + R} \Rightarrow I_1 = \frac{5 + v}{10} \quad (5)$$

$$F_L = BI_2 L \stackrel{(5)}{\Rightarrow} F_L = 0,5 \frac{5 + v}{10} 2 \Rightarrow F_L = \frac{5 + v}{10} \quad (6)$$

Για τον προσδιορισμό του είδους της κίνησης του αγωγού εφαρμόζουμε Θ.Ν.Μ.:

$$\begin{aligned} \Sigma \vec{F} = m \vec{a} &\Rightarrow mg - F_L = ma \Rightarrow a = g - \frac{F_L}{m} \stackrel{(6)}{\Rightarrow} a = 10 - \frac{1}{10} \frac{5 + v}{10} \Rightarrow \\ &\Rightarrow a = 10 - \frac{1}{10} \frac{5 + v}{10} \quad (7) \end{aligned}$$

Ο αγωγός ξεκινά από την ηρεμία, επομένως η κίνηση είναι επιταχυνόμενη και το μέτρο της ταχύτητας v αυξάνεται.

Αυτό όμως έχει σαν αποτέλεσμα (σχέση 7) τη διαρκή ελάττωση της επιτάχυνσης. Η κίνηση, λοιπόν, του αγωγού είναι επιταχυνόμενη με διαρκώς ελαττούμενη επιτάχυνση.

Μετά την απόκτηση της ορικής ταχύτητας ($a=0$) ο αγωγός θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με ταχύτητα ίση με την ορική.

(B.2) Τη στιγμή που η συνισταμένη δύναμη στον αγωγό θα μηδενιστεί θα αποκτήσει ορική (μέγιστη) ταχύτητα:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow mg = F_L \stackrel{(6)}{\Rightarrow} mg = \frac{5 + v_{\text{op}}}{10} \Rightarrow 1 = \frac{5 + v_{\text{op}}}{10} \Rightarrow v_{\text{op}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

Αξιολόγηση

Θέμα 1^ο , 2^ο

Ερωτήσεις σαφώς διατυπωμένες, που ελέγχουν ευρύ φάσμα της ύλης των κεφαλαίων 1,3 και 4 χωρίς να απαιτούν ιδιαίτερη συνθετική ικανότητα, αλλά αναπαραγωγή γνώσεων που περιέχονται στο σχολικό βιβλίο.

Θέμα 3^ο

Κλασσική άσκηση του 3^{ου} κεφαλαίου μέτριας δυσκολίας.

Θέμα 4^ο

Η «καλή» άσκηση της σημερινής εξέτασης. Κατά την άποψη μας το ερώτημα Β.1. αποτελεί το δυσκολότερο ερώτημα του διαγωνίσματος.

Συμπέρασμα

Τα θέματα είναι σαφή, παρουσιάζουν διαβάθμιση και αντιμετωπίζονται με προσδοκία υψηλής βαθμολογίας μόνο από καλά προετοιμασμένους υποψηφίους.