

ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΤΗΣΕΙΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 11/9/2026

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΠΑΝΟΣ ΧΑΤΖΗΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. β **A2.** β **A3.** δ **A4.** β

A5. α. Σωστό **β.** Λάθος **γ.** Σωστό **δ.** Σωστό **ε.** Λάθος

ΘΕΜΑ Β

B1.

α. ii ($A' = 0$)

β. Το κύμα από την πηγή Π1, φτάνει στο σημείο Σ τη χρονική στιγμή

$$u = \frac{r_1}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{r_1}{u}.$$

Το κύμα από την πηγή Π2 (πλησιέστερη), φτάνει στο σημείο Σ τη χρονική στιγμή

$$u = \frac{r_2}{t_2} \Rightarrow t_2 = \frac{r_2}{u}.$$

Η χρονική διαφορά συμβολής των δύο κυμάτων στο σημείο Σ είναι

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{r_1}{u} - \frac{r_2}{u} = \frac{r_1 - r_2}{u} \Rightarrow \frac{5T}{2} = \frac{r_1 - r_2}{u}. \text{ Επομένως η διαφορά των αποστάσεων του σημείου Σ από τις δύο πηγές είναι } r_1 - r_2 = \frac{5T}{2}u \text{ (1)}$$

$$\text{Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής } u = \lambda \cdot f \text{ ή } u = \frac{\lambda}{T}.$$

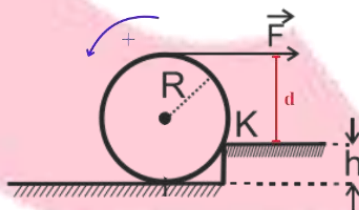
$$\text{Η (1) γίνεται } r_1 - r_2 = \frac{5T}{2} \cdot \frac{\lambda}{T} \Rightarrow r_1 - r_2 = \frac{5\lambda}{2}.$$

Συμπεραίνουμε ότι η διαφορά των αποστάσεων του σημείου Σ από τις δύο πηγές είναι περιττό πολλαπλάσιο του $\frac{\lambda}{2}$. Άρα **το σημείο Σ παραμένει διαρκώς ακίνητο. Είναι σημείο αποσβετικής συμβολής με $A' = 0$.**

B2.

α. ii ($F > \frac{W}{3}$)

β. Η ροπή της δύναμης F ως προς το σημείο Κ είναι



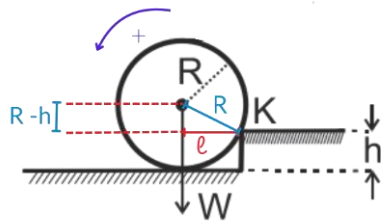
$$\tau_F = -F \cdot d,$$

όπου ο μοχλοβραχίονας d είναι ίσος με

$$d = 2R - h = 2R - \frac{R}{5} \Rightarrow d = \frac{9R}{5}.$$

$$\text{Άρα } \tau_F = -F \cdot \frac{9R}{5}.$$

Η ροπή του βάρους W ως προς το σημείο K είναι



$$\tau_W = +W \cdot \ell,$$

όπου ο μοχλοβραχίονας ℓ είναι ίσος με

$$R^2 = \ell^2 + (R - h)^2 = \ell^2 + \left(R - \frac{R}{5}\right)^2$$

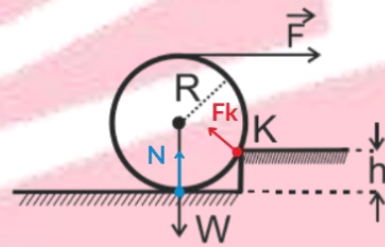
$$R^2 = \ell^2 + \left(\frac{4R}{5}\right)^2$$

$$\ell^2 = R^2 - \frac{16R^2}{25} \Rightarrow \ell^2 = \frac{9R^2}{25} \Rightarrow \ell = \frac{3R}{5}.$$

Άρα $\tau_W = +W \cdot \frac{3R}{5}.$

Η ροπή της δύναμης F_K ως προς το σημείο K είναι μηδέν. Επίσης όταν ο τροχός θα υπερπηδήσει το εμπόδιο η δύναμη N που του ασκείται από το δάπεδο μηδενίζεται.

Για να υπερπηδήσει το εμπόδιο ο τροχός πρέπει για την συνισταμένη ροπή ως προς το σημείο K να ισχύει $\Sigma\tau_{(A)} < 0.$

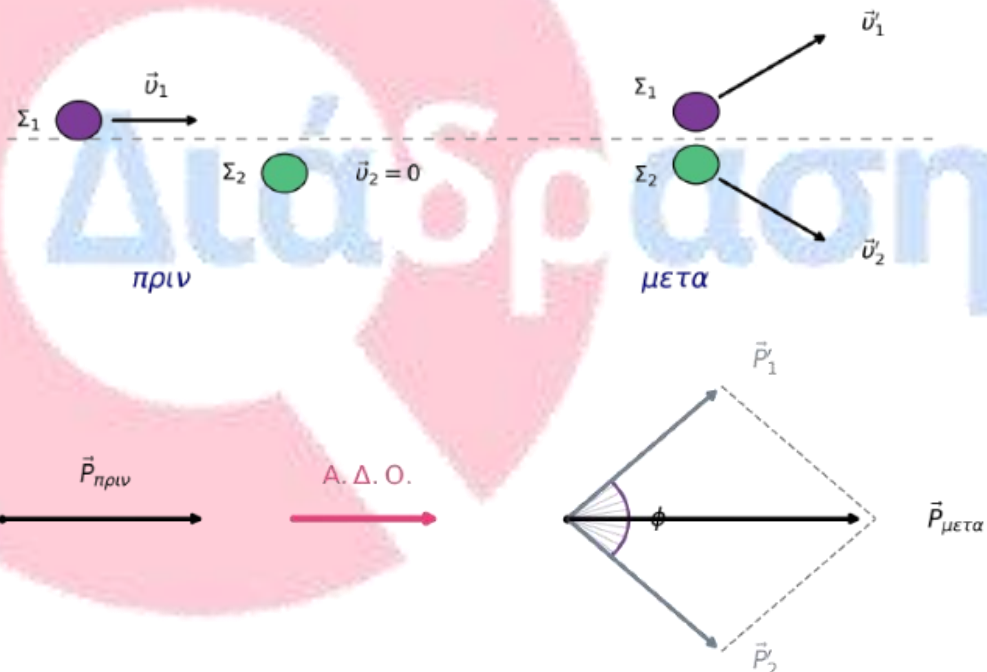


$$\Sigma\tau_{(A)} = \tau_F + \tau_W = -F \cdot \frac{9R}{5} + W \cdot \frac{3R}{5} < 0 \Rightarrow -F \cdot \frac{9R}{5} < -W \cdot \frac{3R}{5} \Rightarrow F > \frac{W}{3}.$$

B2.

α. iii (90°)

β.



Για το σύστημα των δύο σφαιρών η ορμή πριν την κρούση έχει μέτρο

$$P_{\pi\rho\nu} = m \cdot u_1$$

Και η ορμή μετά την κρούση έχει μέτρο

$$P_{\mu\epsilon\tau\acute{\alpha}} = \sqrt{(m \cdot u_1')^2 + (m \cdot u_2')^2 + 2(m \cdot u_1')(m \cdot u_2')\cos\varphi}$$

$$P_{\text{μετά}} = m \sqrt{(u'_1)^2 + (u'_2)^2 + 2(u'_1)(u'_2)\cos\varphi}$$

Το σύνολο των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδέν με αποτέλεσμα το σύστημα να είναι μονωμένο. Εφαρμόζοντας την Αρχή Διατήρησης της Ορμής (Α.Δ.Ο.) έχουμε

$$\vec{P}_{\text{πριν}} = \vec{P}_{\text{μετά}}$$

$$m \cdot u_1 = m \sqrt{(u'_1)^2 + (u'_2)^2 + 2(u'_1)(u'_2)\cos\varphi}$$

$$(u_1)^2 = (u'_1)^2 + (u'_2)^2 + 2(u'_1)(u'_2)\cos\varphi \quad (1)$$

Η κρούση είναι ελαστική. Άρα η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σφαιρών διατηρείται σταθερή κατά την κρούση.

$$K_{\text{πριν}} = K_{\text{μετά}}$$

$$\frac{1}{2} m(u_1)^2 = \frac{1}{2} m(u'_1)^2 + \frac{1}{2} m(u'_2)^2 \Rightarrow (u_1)^2 = (u'_1)^2 + (u'_2)^2 \quad (2)$$

Από τις (1) και (2) προκύπτει ότι

$$2(u'_1)(u'_2)\cos\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 90^\circ$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

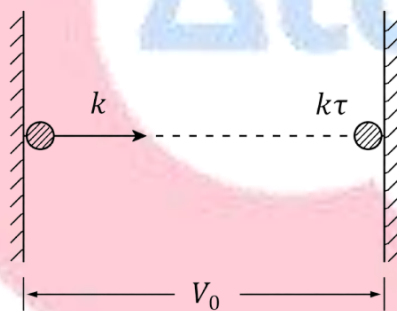
α. Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein η κινητική ενέργεια K_1 με την οποία εξέρχονται τα φωτοηλεκτρόνια από την κάθοδο είναι

$$K_1 = hf - \varphi$$

Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής $c = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda}$.

Επομένως

$$K_1 = \frac{hc}{\lambda} - \varphi = \frac{1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{150 \text{ nm}} - 3 \text{ eV} = 8 \text{ eV} - 3 \text{ eV} \Rightarrow K_1 = 5 \text{ eV}.$$



Εφαρμόζω το Θεώρημα Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας για το φωτοηλεκτρόνιο από την κάθοδο έως την άνοδο.

$$K_{\tau} - K_1 = W_{F_{\eta\lambda}} \Rightarrow 0 - K_1 = -e \cdot V_0 \Rightarrow K_1 = e \cdot V_0$$

$$V_0 = \frac{K_1}{e} \Rightarrow V_0 = \frac{5 \text{ eV}}{e} \Rightarrow V_0 = 5 \text{ V}.$$

Το δυναμικό (τάση) αποκοπής για το μέταλλο της καόδου είναι 5 V.

β. Εφαρμόζω το Θεώρημα Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας για το φωτοηλεκτρόνιο από την κάθοδο έως την άνοδο.

$$K_{\tau} - K_1 = W_{F_{\eta\lambda}} \Rightarrow K_{\tau} = K_1 + W_{F_{\eta\lambda}} \Rightarrow K_{\tau} = K_1 + eV = 5 \text{ eV} + 40 \text{ eV} \Rightarrow K_{\tau} = 45 \text{ eV}$$

$$K_{\tau} = 45 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 72 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

$$\text{Όμως } K_{\tau} = \frac{1}{2} m u^2 \Rightarrow u = \sqrt{2 \frac{K_{\tau}}{m}} = \sqrt{2 \frac{72 \cdot 10^{-19}}{9 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{16 \cdot 10^{12}} \Rightarrow u = 4 \cdot 10^6 \text{ m/s}.$$

Γ2.

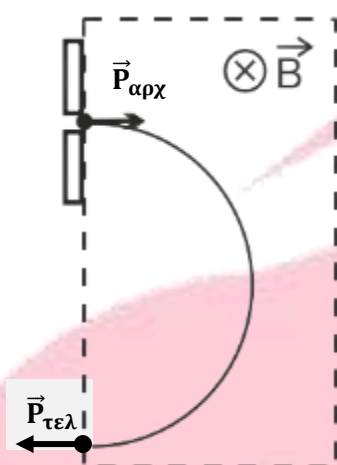
α. Το φωτοηλεκτρόνιο (φορτισμένο σωματίδιο) που κινείται μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές, εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση. Η περίοδος περιστροφής του είναι

$$T = \frac{2\pi m}{B \cdot |q_e|} = \frac{2\pi \cdot 9 \cdot 10^{-31}}{18 \cdot 10^{-3} \cdot | -1,6 \cdot 10^{-19}|} \Rightarrow T = \frac{5\pi \cdot 10^{-9}}{8} \text{ s}.$$

Καθώς διαγράφει ημικύκλιο, ο χρόνος κίνησης του φωτοηλεκτρονίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο είναι

$$\Delta t = \frac{T}{2} = \frac{5\pi \cdot 10^{-9}}{16} \Rightarrow \Delta t = 0,3125\pi \cdot 10^{-9} \text{ s}.$$

α. Το φωτοηλεκτρόνιο καθώς εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, το μέτρο της ορμής του διατηρείται σταθερό, το οποίο είναι ίσο με



$$P = m \cdot u = 9 \cdot 10^{-31} \cdot 4 \cdot 10^6 = 36 \cdot 10^{-25} \text{ Km/s}^2$$

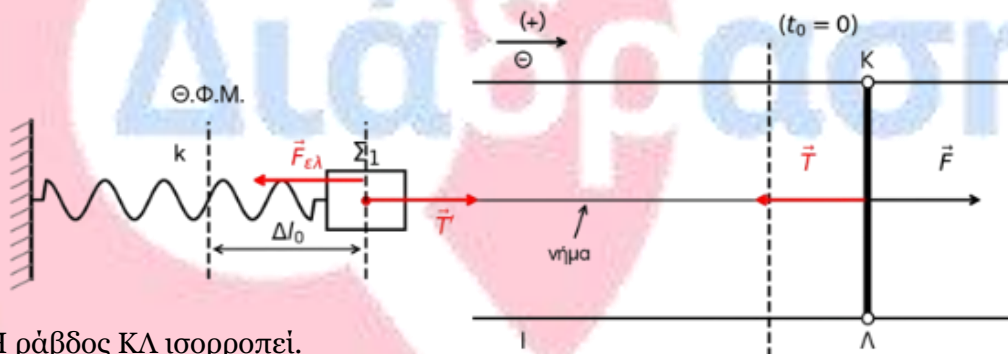
Το μέτρο της μεταβολής της ορμής είναι

$$\Delta P = P_{\text{τελ}} - P_{\alpha\chi} = P - (-P) = 2P$$

$$\Delta P = 2 \cdot 36 \cdot 10^{-25} \Rightarrow \Delta P = 72 \cdot 10^{-25} \text{ Km/s}^2$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Η ράβδος ΚΛ ισορροπεί.

$$\Sigma \vec{F}_x = 0, F - T = 0 \Rightarrow T = F \Rightarrow T = 2 \text{ N}.$$

Το νήμα είναι αβαρές, επομένως $T' = T = 2 \text{ N}$.

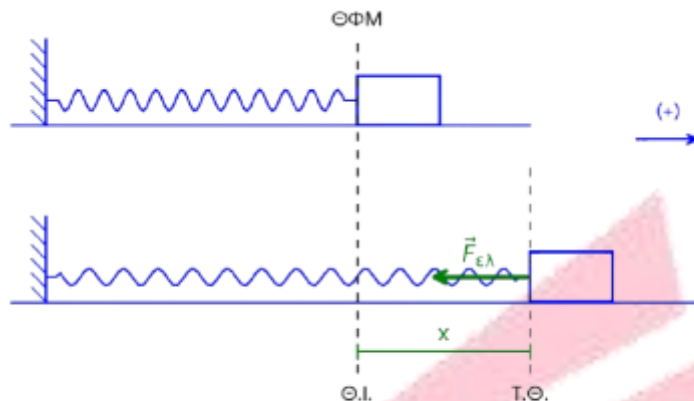
Το σώμα Σ1 ισορροπεί.

$$\Sigma \vec{F}_x = 0, F_{\epsilon\lambda} - T' = 0 \Rightarrow F_{\epsilon\lambda} = T' \Rightarrow F_{\epsilon\lambda} = 2 \text{ N}.$$

$$\text{Όμως } F_{\epsilon\lambda} = k \cdot \Delta l_0 \Rightarrow \Delta l_0 = \frac{F_{\epsilon\lambda}}{k} = \frac{2}{8} \Rightarrow \Delta l_0 = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ m}.$$

Η επιμήκυνση Δl_0 του ελατηρίου είναι ίση 0,25 m.

Δ2.



Έστω μια τυχαία θέση (Τ.Θ.) στην οποία θα βρεθεί το σώμα Σ1 κάποια στιγμή κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής του. Θα ισχύει $\Sigma F = -F_{ελ} \Rightarrow \Sigma F = -k \cdot x$.

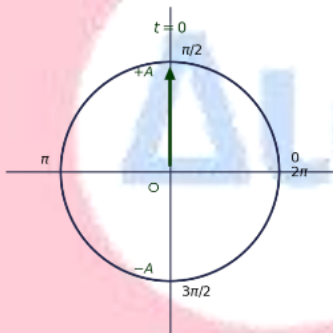
Παρατηρούμε ότι η συνισταμένη δύναμη είναι ανάλογη της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας και αντίθετης φοράς. Επομένως η κίνηση είναι αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς τη σταθερά k του ελατηρίου.

Δηλαδή $D = k = 8 \text{ N/m}$.

Το σώμα Σ1 τη χρονική στιγμή $t=0$ έχει μηδενική ταχύτητα. Επομένως βρίσκεται σε ακραία θέση της ταλάντωσης του. Αυτό σημαίνει ότι το πλάτος της ταλάντωσης είναι ίσο με την επιμήκυνση του ελατηρίου. Δηλαδή $A = \Delta l_0 = 0,25 \text{ m}$.

Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{8}{0,5}} \Rightarrow \omega = 4 \text{ rad/s}.$$



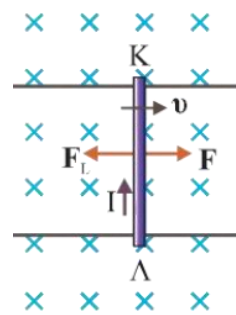
Τη χρονική στιγμή $t = 0$, το σώμα Σ1 έχει απομάκρυνση $x = +A$. Άρα η αρχική φάση της ταλάντωσης είναι $\phi_0 = \pi/2 \text{ rad}$.

Η σχέση που δίνει την απομάκρυνση x της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα σε συνάρτηση με τον χρόνο είναι

$$x = A\eta\mu\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow x = 0,25\eta\mu\left(4t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (S.I.)}$$

Δ3.

α. Ο αγωγός ΚΛ κινείται μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο B μένοντας σε επαφή με τους ακίνητους αγωγούς ΘΔ και ΙΖ. Λόγω του φαινομένου της επαγωγής ο αγωγός ΚΛ συμπεριφέρεται ως πηγή και, επειδή το κύκλωμα είναι κλειστό, διαρρέεται από ρεύμα. Ο αγωγός δέχεται από το μαγνητικό πεδίο δύναμη Laplace. Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz η φορά του ρεύματος πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αντιστέκεται στην αιτία που το προκάλεσε, δηλαδή στην κίνηση του αγωγού ΚΛ. Το ρεύμα πρέπει να έχει τέτοια φορά ώστε η



δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό να αντιτίθεται στην κίνησή του. Δηλαδή έχει φορά από το άκρο Λ προς το άκρο Κ.

β. Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα του αγωγού ΚΛ, σύμφωνα με τον νόμο της επαγωγής (νόμος του Faraday) είναι

$$\mathcal{E}_{\text{επ}} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(B \cdot A)}{dt} = \frac{B \cdot dA}{dt} = \frac{B \cdot d(x \cdot L)}{dt} = B \cdot L \frac{dx}{dt} = B \cdot L \cdot u \quad \text{ή} \quad \mathcal{E}_{\text{επ}} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{u} \cdot \mathbf{L}$$

Δ4.

Για τη συσκευή Σ αντίστασης R_{Σ} , λαμβάνοντας υπόψιν τις ενδείξεις κανονικής λειτουργίας της, η τιμή της αντίστασης είναι

$$P_K = \frac{V_K^2}{R_K} \Rightarrow R_K = \frac{V_K^2}{P_K} = \frac{4^2}{8} \Rightarrow R_K = 2 \, \Omega.$$

Η συσκευή Σ λειτουργεί κανονικά, και από τον νόμο του Ohm, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι

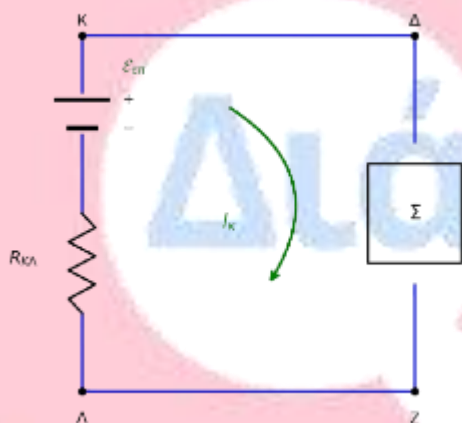
$$I_K = \frac{V_K}{R_K} = \frac{4}{2} \Rightarrow I_K = 2 \, \text{A}.$$

Ο αγωγός ΚΛ κινείται με σταθερή ταχύτητα. Αυτό σημαίνει ότι

$$\Sigma \vec{F}_x = 0, F_L - F = 0 \Rightarrow F_L = F \Rightarrow F_L = 2 \, \text{N}.$$

Η δύναμη Laplace είναι

$$F_L = B \cdot I_K \cdot L \Rightarrow B = \frac{F_L}{I_K \cdot L} = \frac{2}{2 \cdot 1} \Rightarrow B = 1 \, \text{T}.$$



Η τάση στα άκρα του αγωγού είναι

$$V_{\text{ΚΛ}} = \mathcal{E}_{\text{επ}} - I_K \cdot R_{\text{ΚΛ}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{επ}} = V_{\text{ΚΛ}} + I_K \cdot R_{\text{ΚΛ}} = 4 + 2 \cdot 1$$

$$\mathcal{E}_{\text{επ}} = 6 \, \text{V}.$$

$$\mathcal{E}_{\text{επ}} = B \cdot u_{\text{ορ}} \cdot L \Rightarrow u_{\text{ορ}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{επ}}}{B \cdot L}$$

$$u_{\text{ορ}} = \frac{6}{1} \Rightarrow u_{\text{ορ}} = 6 \, \text{m/s}.$$

Η οριακή ταχύτητα $u_{\text{ορ}}$ του αγωγού ΚΛ είναι ίση με $6 \, \text{m/s}$.

Δ5.

Η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος είναι $R_{\text{ολ}} = R_{\text{ΚΛ}} + R_{\Sigma} = 2 + 1 = 3 \, \Omega$.

Ο αγωγός ΚΛ συνεχίζει την κίνησή του υπό την επίδραση της δύναμης F , με την οριακή ταχύτητα που έχει αποκτήσει. Αυτό σημαίνει ότι και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει είναι σταθερή και ίση με $I_K = 2 \, \text{A}$.

Το φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού κατά τη διάρκεια Δt του φαινομένου είναι

$$I_K = \frac{q_{\varepsilon\pi}}{\Delta t} \Rightarrow q_{\varepsilon\pi} = I_K \cdot \Delta t = 2 \cdot 2 \Rightarrow \mathbf{q_{\varepsilon\pi} = 4 \text{ C} .}$$

p.h.y.sics

panos hatzis

Διάδραση