ΦΥΣΙΚΗ

Β' Γενικού Λυκείου

Θετικών Σπουδών

Πέμπτη 6 Μαΐου 2021 | Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. β

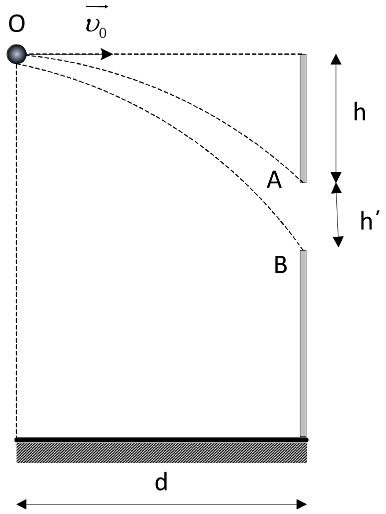
Α2. β

Α3. β

Α4. γ

Α5. **α.** Σ **β.** Λ **γ.** Λ **δ.** Σ **ε.** Λ

ΘΕΜΑ Β



Β1. Σωστή απάντηση: **(α)**

Όταν το σώμα διαγράφει την τροχιά ΟΑ ο χρόνος κίνησης του σώματος μέχρι τον κατακόρυφο τοίχο είναι $t = \frac{d}{\upsilon_0}$ (1). Ισχύει η σχέση:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \overset{(1)}{\Rightarrow} h = \frac{1}{2}g\left(\frac{d}{\upsilon_0}\right)^2 \Rightarrow h = \frac{gd^2}{2\upsilon_0^2} \; (2)$$

Συνεργαζόμενοι Εκπαιδευτικοί-Φροντιστές

Όταν το σώμα διαγράφει την τροχιά ΟΒ ο χρόνος κίνησης του σώματος μέχρι τον κατακόρυφο τοίχο είναι $t=\frac{d}{\upsilon_0'}$ (3). Ισχύει η σχέση:

$$h+h'=\frac{1}{2}gt'^2 \overset{(3)}{\Rightarrow} h+h'=\frac{1}{2}g\left(\frac{d}{\upsilon_0'}\right)^2 \Rightarrow h+0,44h=\frac{gd^2}{2\upsilon_0'^2} \Rightarrow 1,44h=\frac{gd^2}{2\upsilon_0'^2} \quad (4)$$

Διαιρούμε κατά μέλη τις σχέσεις (2) και (4) και έχουμε:

$$\frac{h}{1,44h}=\frac{\upsilon_0'^2}{\upsilon_o^2} \Rightarrow \frac{1}{1,44}=\frac{\upsilon_0'^2}{\upsilon_o^2} \Rightarrow \upsilon_0'^2=\frac{\upsilon_o^2}{1,44} \Rightarrow \upsilon_0'=\frac{\upsilon_0}{1,2} \Rightarrow \upsilon_0'=\frac{5}{6}\upsilon_0 .$$

Β2. Σωστή απάντηση: **(α)**

Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας στο συντηρητικό βαρυτικό πεδίο της γης προκύπτει ότι η ελάχιστη ταχύτητα διαφυγής από ύψος h πάνω από την επιφάνεια της γης ισούται με:

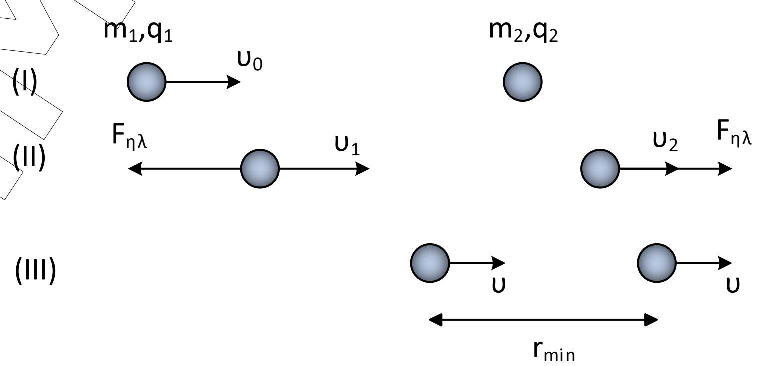
$$\upsilon_\delta=\sqrt{\frac{2GM_\Gamma}{R_\Gamma+h}} \quad (1).$$

Για την ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της γης ισχύει: $g_0=\frac{GM_\Gamma}{R_\Gamma^2} \Rightarrow GM_\Gamma=g_0\cdot R_\Gamma^2$ (2).

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει:

$$\upsilon_\delta=\sqrt{\frac{2g_0R_\Gamma^2}{R_\Gamma+h}}=\sqrt{\frac{2g_0R_\Gamma^2}{R_\Gamma+\frac{R_\Gamma}{2}}}=\sqrt{\frac{2g_0R_\Gamma^2}{\frac{3R_\Gamma}{2}}} \Rightarrow \upsilon_\delta=\sqrt{\frac{4g_0R_\Gamma}{3}}$$

Β3. Σωστή απάντηση: **(α)**



Αρχικά τα δύο φορτία βρίσκονται εκτός αλληλεπίδρασης και η δυναμική ηλεκτρική ενέργεια του συστήματος είναι μηδενική. Όταν αλληλεπιδρούν ασκούνται σε αυτά αντίθετες δυνάμεις με μέτρο $F_{ηλ}$ οπότε το φορτίο μάζας m_1 επιβραδύνεται, ενώ το φορτίο μάζας m_2 επιταχύνεται. Για όσο χρονικό διάστημα η ταχύτητα του πρώτου είναι μεγαλύτερη από του δεύτερου, τα φορτία πλησιάζουν. Η μεταξύ τους απόσταση γίνεται ελάχιστη όταν στιγμιαία αποκτούν ίσου μέτρου ταχύτητες. Επειδή το σύστημα είναι μονωμένο ισχύει κατά τη διάρκεια του φαινομένου η αρχή διατήρησης της ορμής.

$$\overrightarrow{p_{(I)}} = \overrightarrow{p_{(III)}} \Rightarrow m_1 \upsilon_0 = m_1 \upsilon + m_2 \upsilon \Rightarrow m_1 \upsilon_0 = m_1 \upsilon + 2m_1 \upsilon \Rightarrow \upsilon = \frac{\upsilon_0}{3} \quad (1)$$

Επειδή η δύναμη αλληλεπίδρασης είναι συντηρητική ισχύει κατά τη διάρκεια του φαινομένου η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.

$$K_{(I)} + U_{(I)} = K_{(III)} + U_{(III)} \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 \upsilon_0^2 = \frac{1}{2} m_1 \upsilon_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \upsilon_2^2 + K_{ηλ} \frac{q_1 q_2}{r_{\min}} \overset{(1)}{\Rightarrow}$$

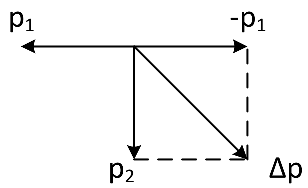
$$\frac{1}{2} m_1 \upsilon_0^2 = \frac{1}{2} m_1 \frac{\upsilon_0^2}{9} + \frac{1}{2} 2m_1 \frac{\upsilon_0^2}{9} + K_{ηλ} \frac{q_1 q_2}{r_{\min}} \Rightarrow \frac{1}{3} m_1 \upsilon_0^2 = K_{ηλ} \frac{q_1 q_2}{r_{\min}} \Rightarrow r_{\min} = \frac{3K_{ηλ} q_1 q_2}{m_1 \upsilon_0^2}$$

Β4. **Β4.1** Σωστή απάντηση: **(α)**

Αφού το σώμα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση το μέτρο της ταχύτητας παραμένει σταθερό. Άρα $\Delta\left|\vec{\upsilon}\right| = 0$

Β4.2 Σωστή απάντηση: **(β)**

Το μέτρο της ορμής παραμένει σταθερό, αλλά η κατεύθυνση του διανύσματος μεταβάλλεται. $\left|\vec{p_1}\right| = \left|\vec{p_2}\right| = \left|\vec{p}\right| = m\upsilon = 3\ \frac{Kg \cdot m}{s}$ Η μεταβολή ορμής είναι αφαίρεση διανυσμάτων.

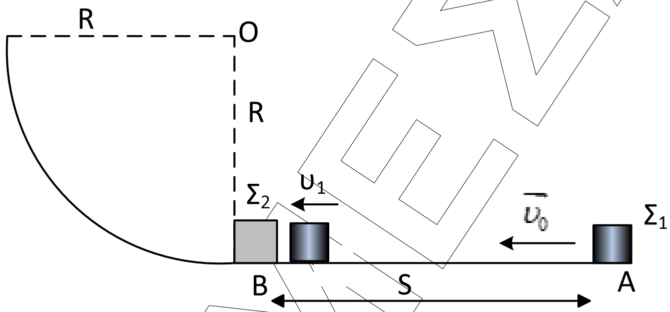


$\Delta\vec{p} = \vec{p_2} - \vec{p_1} \Rightarrow \Delta\vec{p} = \vec{p_2} + (-\vec{p_1})$ Η διανυσματική σχέση παίρνει την αλγεβρική μορφή:

$$\left|\Delta\vec{p}\right| = \sqrt{p_2^2 + (-p_1^2)} \Rightarrow \left|\Delta\vec{p}\right| = \sqrt{p^2 + p^2} = \sqrt{2p^2} \Rightarrow \left|\Delta\vec{p}\right| = p\sqrt{2} \Rightarrow \left|\Delta\vec{p}\right| = 3\sqrt{2}\ \frac{Kg \cdot m}{s}$$

ΘΕΜΑ Γ

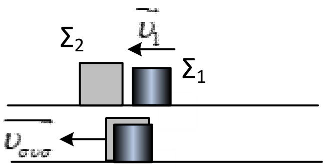
Γ1. Εφαρμόζουμε το θεώρημα έργου – ενέργειας από την αρχική θέση του σώματος $Σ_1$ μέχρι τη στιγμή της σύγκρουσης με το σώμα $Σ_2$



$$K_{1,(τελ)} - K_{1,(αρχ)} = W_T + W_W + W_N \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 υ_1^2 - \frac{1}{2} m_1 υ_0^2 = -μ m_1 g S + 0 + 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow υ_1 = \sqrt{υ_0^2 - 2μgS} \Rightarrow υ_1 = \sqrt{36 - 2\cdot 0{,}5 \cdot 10 \cdot 1{,}1}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \Rightarrow υ_1 = 5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Γ2. Κατά τη διάρκεια της κρούσης το σύστημα είναι μονωμένο και συνεπώς η ορμή διατηρείται. Αν $υ_{συσ}$ το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση ισχύει:



$$\overrightarrow{p_{πριν}} = \overrightarrow{p_{μετά}} \Rightarrow m_1 υ_1 = (m_1 + m_2) υ_κ \Rightarrow υ_{συσ} = 1\frac{m}{s}$$

Για τις μεταβολές ορμής των σωμάτων έχουμε:

$$Δ\overrightarrow{p_1} = \overrightarrow{p_{1,μετά}} - \overrightarrow{p_{1,πριν}} \Rightarrow Δ\overrightarrow{p_1} = m_1 \overrightarrow{υ_{συσ}} - m_1 \overrightarrow{υ_1} \Rightarrow Δp_1 = -4\ \mathrm{Kg \cdot m/s}$$

$$Δ\overrightarrow{p_2} = \overrightarrow{p_{2,μετά}} - \overrightarrow{p_{2,πριν}} \Rightarrow Δ\overrightarrow{p_2} = m_2 \overrightarrow{υ_{συσ}} \Rightarrow Δp_2 = 4\ \mathrm{Kg \cdot m/s}$$

Παρατηρούμε ότι $Δ\overrightarrow{p_1} = -Δ\overrightarrow{p_2}$, δηλαδή οι μεταβολές της ορμής των σωμάτων είναι αντίθετες. Προφανώς το αποτέλεσμα μπορεί να γενικευθεί σε κάθε κρούση δύο σωμάτων, αν το σύστημά τους είναι μονωμένο, αφού εκφράζει την αρχή διατήρησης της ορμής.

Γ3.

Α΄ΤΡΟΠΟΣ

Υπολογίζουμε ξεχωριστά την απώλεια λόγω τριβών και στη συνέχεια λόγω της κρούσης και τις αθροίζουμε:

$$Q_T = |W_T| = μ m_1 g S = 5{,}5 J$$

Συνεργαζόμενοι Εκπαιδευτικοί-Φροντιστές
εγγύηση ποιότητας Keystone Software & Consulting

$$Q_{κρούσης} = \frac{1}{2}m_1 υ_1^2 - \frac{1}{2}(m_1+m_2)υ_{συσ}^2 = 10J$$

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_{κρούσης} = 15{,}5J$$

Β΄ ΤΡΟΠΟΣ

Αφαιρούμε από την αρχική μηχανική (κινητική) ενέργεια του σώματος Σ1 την μηχανική (κινητική) ενέργεια του συσσωματώματος:

$$Q_{ολ} = \frac{1}{2}m_1 υ_0^2 - \frac{1}{2}(m_1+m_2)υ_{συσ}^2 = 15{,}5J$$

Γ4. **i)** Η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση ισούται με $K_{συς}$ = 2,5J. Η δυναμική ενέργεια του συσσωματώματος, αν έφτανε σε ύψος R, θα ήταν $U = (m_1 + m_2)gR$ = 12,5J. Συνεπώς το συσσωμάτωμα δεν έχει την απαραίτητη ενέργεια για να ανέλθει σε ύψος R. Δηλαδή το τελικό ύψος h είναι μικρότερο του R ώστε να ισχύει η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.

ii) Ισχύει:

$$K_{συσ(B)} = U_{συσ(Γ)} = (m_1+m_2)gh \Rightarrow h = 0{,}05m$$

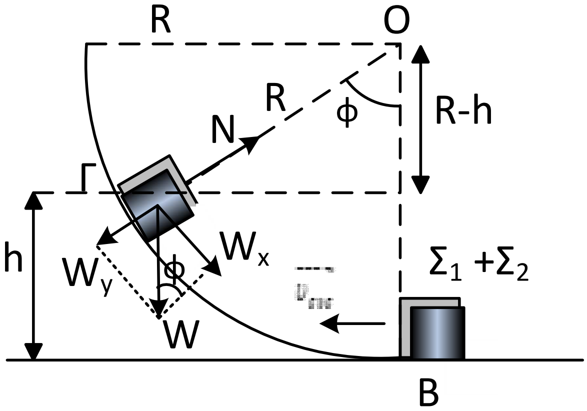
Από το σχήμα προκύπτει:

$$συνφ = \frac{R-h}{R} = 0{,}8.$$

Στο ανώτερο σημείο Γ αφού η ταχύτητα είναι μηδενική:

$$N - W_y = F_{κεντρομόλος} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = (m_1+m_2)gσυνφ = 40N$$



iii) Αφού η κεντρομόλος δύναμη είναι μηδενική, η συνισταμένη δύναμη είναι η εφαπτομενική συνιστώσα του βάρους (W_x). Αυτή προφανώς ισούται με τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του συσσωματώματος.

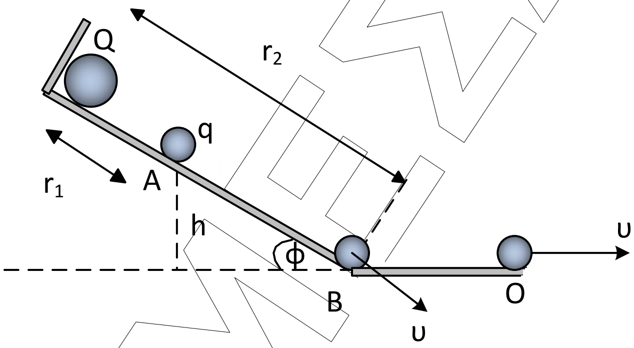
$$\frac{Δp}{Δt} = ΣF_x = (m_1+m_2)gημφ.$$

Αφού $συν^2φ + ημ^2φ = 1 \Rightarrow ημφ = 0{,}6 \left(φ < \frac{π}{2}\right)$.

Τελικά $\frac{Δp}{Δt} = 50 \cdot 0{,}6 = 30\frac{Kg \cdot m}{s^2}(N)$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας για την αλληλεπίδραση των φορτίων Q και q κατά τη διάρκεια της κίνησης του φορτίου q πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο.



$$K_A + U_A = K_B + U_B \Rightarrow 0 + K_{\eta\lambda}\frac{Q\cdot q}{r_1} + mgh = \frac{1}{2}m\upsilon^2 + K_{\eta\lambda}\frac{Q\cdot q}{r_2} \Rightarrow$$

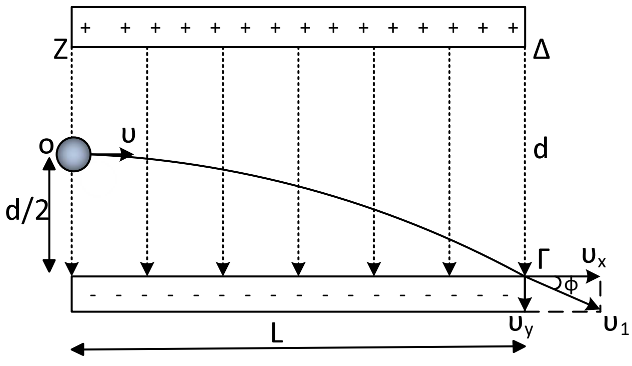
$$K_{\eta\lambda}Qq(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}) + mgh = \frac{1}{2}m\upsilon^2 \Rightarrow \upsilon = \sqrt{\frac{2K_{\eta\lambda}Qq}{m}(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}) + 2g(r_2 - r_1)\eta\mu\varphi} \Rightarrow$$

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2\cdot 9\cdot 10^9\cdot 2\cdot 10^{-8}\cdot 4\cdot 10^{-6}}{4\cdot 10^{-6}}(\frac{1}{5} - \frac{1}{10}) + 2\cdot 10\cdot 5\cdot 0{,}28} \Rightarrow \upsilon = \sqrt{36\cdot 10\cdot 0{,}1 + 28} \Rightarrow \upsilon = 8\frac{m}{s}$$

Αφού δεν υπάρχει απώλεια ενέργειας στη μετάβαση στο οριζόντιο επίπεδο και αυτό είναι λείο, η ταχύτητα υ = 8m/s είναι εκείνη με την οποία το φορτίο εισέρχεται στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο (θέση Ο).

Δ2. Ο χρόνος κίνησης του σωματίου στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο ισούται με $t = \frac{L}{\upsilon_0} = \frac{0{,}16}{8}s \Rightarrow t = 0{,}02s$.

Αφού το σωμάτιο εξέρχεται εφαπτομενικά από το άκρο του κάτω οπλισμού η απόκλισή του είναι: $y = \frac{d}{2} = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow d = \frac{E\cdot q}{m}t^2 = 300\cdot 4\cdot 10^{-4}m \Rightarrow d = 0{,}12m$.



Δ3. Το μέτρο της ταχύτητα εξόδου από το πεδίο ισούται με:

$$\upsilon_1 = \sqrt{\upsilon_x^2 + \upsilon_y^2} \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{\upsilon_x^2 + (\alpha t)^2} \Rightarrow \upsilon_1 = \sqrt{8^2 + (300 \cdot 0{,}02)^2} \Rightarrow \upsilon_1 = 10\frac{m}{s}$$

Δ4. Η διαφορά της δυναμικής ενέργειας ισούται με το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου, αφού το πεδίο είναι συντηρητικό.

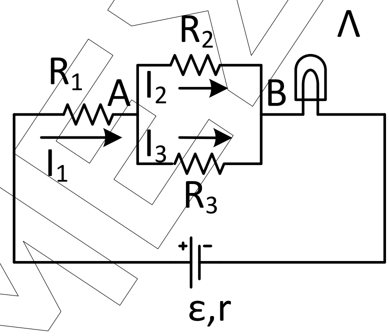
$$-\Delta U = W_{F_{\eta\lambda}} = F_{\eta\lambda} \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow -\Delta U = E \cdot q \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow -\Delta U = 300 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}06 J \Rightarrow -\Delta U = 72 \cdot 10^{-6} J$$

ΕΙΜΑΣΤΕ ΜΕΣΑ

εγγύηση ποιότητας Keystone Software & Consulting

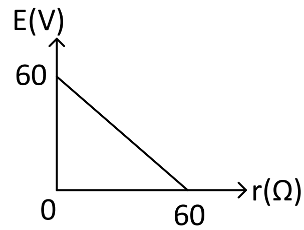
ΘΕΜΑ Δ (Εναλλακτικό)

Δ1. Ισχύει: $I_2R_2 = I_3R_3 \Rightarrow I_3 = 2A$. Από τον 1ο κανόνα του Kirchhoff στον κόμβο Α έχουμε: $I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_1 = 6A$. Η ισχύς που προσφέρει η πηγή σε όλο το κλειστό κύκλωμα δίνεται από τη σχέση: $P = \varepsilon \cdot I_1 \Rightarrow \varepsilon = \dfrac{360}{6}V \Rightarrow \varepsilon = 60V$.



Η τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης είναι: $I_{\beta\rho\alpha\chi} = \dfrac{\varepsilon}{r} \Rightarrow I_{\beta\rho\alpha\chi} = 60A$.

Η χαρακτηριστική καμπύλη της πηγής φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



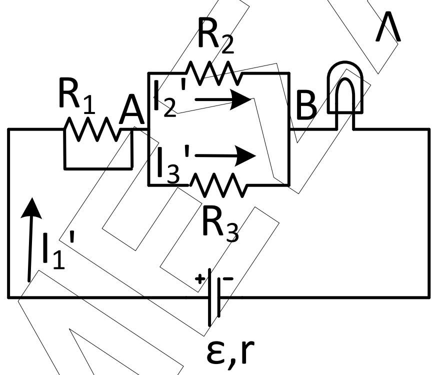
Δ2. Η ολική αντίσταση του κυκλώματος ισούται με: $R_{o\lambda} = \dfrac{\varepsilon}{I_1} = 10\Omega$. Όμως:

$R_{o\lambda} = R_1 + \dfrac{R_2R_3}{R_2+R_3} + R_\Lambda + r \Rightarrow 10 = 4 + 2 + R_\Lambda + 1 \Rightarrow R_\Lambda = 3\Omega$. Αφού ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει ισούται με $I_K = 6A$. Η τάση κανονικής λειτουργίας του λαμπτήρα είναι: $V_K = I_K \cdot R_\Lambda \Rightarrow V_K = 18V$ και η ισχύς κανονικής λειτουργίας είναι: $P_K = \dfrac{V_K^2}{R_\Lambda} = \dfrac{18^2}{3}W \Rightarrow P_K = 108W$.

Δ3. Η πολική τάση δίνεται από τη σχέση: $V_\pi = \varepsilon - I_1 \cdot r \Rightarrow V_\pi = 54V$. Ο ρυθμός που παρέχει ενέργεια στο εξωτερικό κύκλωμα ισούται με: $P_{\varepsilon\xi} = V_\pi \cdot I_1 \Rightarrow P_{\varepsilon\xi} = 324W$.

Δ4. Ο λαμπτήρας όταν λειτουργεί κανονικά καταναλώνει ισχύ P = 108W = 0,108KW. Στη διάρκεια μιας ημέρας η δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας είναι W = P·t = 0,108KW·24h = 2,592KWh. Το κόστος υπολογίζεται αν πολλαπλασιάσουμε την δαπανώμενη ενέργεια επί την τιμή της μιας κιλοβατώρας. Δηλαδή: 2,592 KWh·0,09 €/KWh = 0,23 €.

Δ5. Όταν συνδέσουμε τα άκρα του αντιστάτη με αντίσταση R_1 με αγωγό αμελητέας αντίστασης, το ρεύμα διέρχεται μέσα από τον αγωγό και όχι από τον αντιστάτη. Ακολουθεί την «εύκολη οδό», οπότε ο αντιστάτης ουσιαστικά αφαιρείται από το κύκλωμα (βραχυκύκλωμα αντίστασης).



i) Η νέα τιμή του ρεύματος στο κύκλωμα διαμορφώνεται σε:

$I_1' = \frac{\varepsilon}{R_{o\lambda}'} = \frac{\varepsilon}{R_{2,3} + R_\Lambda + r} \Rightarrow I_1' = \frac{60}{2+3+1} A \Rightarrow I_1' = 10A$ Η θερμική ισχύς στο λαμπτήρα ισούται με: $P_\Lambda = I_1'^2 \cdot R_\Lambda = 300W$. Άρα:

$\Delta P_\Lambda = P_\Lambda - P_K = (300-108)W \Rightarrow \Delta P_\Lambda = 192W$

Είναι προφανές ότι ο λαμπτήρας διαρρέεται από ρεύμα μεγαλύτερης έντασης από αυτό για το οποίο λειτουργεί κανονικά, δαπανάει περισσότερη ισχύ και υπερλειτουργεί με κίνδυνο να καταστραφεί.

ii) Η νέα πολική τάση ισούται με: $V_\pi' = \varepsilon - I_1' r \Rightarrow V_\pi' = 50V$ Το ποσοστό μεταβολής της πολικής τάσης είναι: $\frac{V_\pi' - V_\pi}{V_\pi} 100\% = \frac{50-54}{54} 100\% = 7{,}4\%$

iii) Ο ρυθμός μεταβολής του φορτίου ισούται με την ένταση του ρεύματος. Από τον 1ο κανόνα του Kirchhoff στον κόμβο A έχουμε: $I_1' = I_2' + I_3' \Rightarrow I_2' + I_3' = 10A$. Όμως $I_2' R_2 = I_3' R_3 \Rightarrow I_2' = 2I_3'$. Από τις δύο προηγούμενες σχέσεις προκύπτει: $I_3' = \frac{\Delta q_3}{\Delta t} = \frac{10}{3} A$.

Ο ρυθμός μεταβολής ενέργειας σε θερμική ισούται με τη θερμική ισχύ στον αντιστάτη. $\frac{\Delta Q_3}{\Delta t} = P_3' = I_3'^2 \cdot R_3 = (\frac{10}{3})^2 6 \Rightarrow \frac{\Delta Q_3}{\Delta t} = P_3' = \frac{200}{3} W$. Η θερμική ισχύς στο αντιστάτη R_3 στο αρχικό κύκλωμα ήταν: $P_3 = I_3^2 R_3 = 24W$.

Το ποσοστό μεταβολής είναι: $\frac{P_3' - P_3}{P_3} 100\% = \frac{\frac{200}{3} - 24}{24} 100\% = 177{,}7\%$.