2020 | Μάιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

ΦΥΣΙΚΗ

Β' Γενικού Λυκείου

Θετικών Σπουδών

Σάββατο 30 Μαΐου 2020 | Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ,

Α2. γ,

Α3. β,

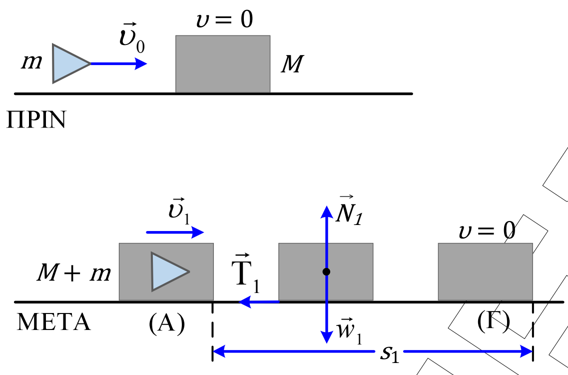
Α4. α.

Α5. α. Λ, β. Λ, γ. Σ, δ. Λ, ε. Σ.

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση είναι η **α**.

Έστω $\vec{\upsilon}_1$ η ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.



(Σχήμα 1)

Από την Α.Δ.Ο για το σύστημα των δύο σωμάτων κατά την κρούση, έχουμε:

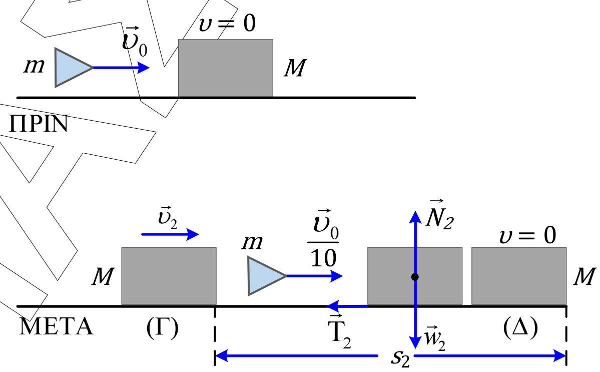
$$m\upsilon_0 = (M+m)\upsilon_1 \ \text{ή} \ m\upsilon_0 = 10m\,\upsilon_1 \ \text{ή} \ \upsilon_1 = \frac{\upsilon_0}{10} \qquad (1).$$

Από το Θ.Μ.Κ.Ε για την κίνηση του συσσωματώματος μετά την κρούση (θέσεις $A \to \Gamma$ στο σχήμα 1) έχουμε:

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{T_1} \ \text{ή} \ 0 - \frac{1}{2}(M+m)\upsilon_1^2 = -Ts_1 \ \text{ή} \ \frac{1}{2}(M+m)\upsilon_1^2 = \mu N_1 s_1 \ \text{ή}$$

$$\frac{1}{2}(M+m)\upsilon_1^2 = \mu(M+m)gs_1 \ \text{ή} \ s_1 = \frac{\upsilon_1^2}{2\mu g} \qquad (2).$$

Έστω $\vec{\upsilon}_2$ η ταχύτητα του κιβωτίου αμέσως μετά την κρούση, στην περίπτωση που το βλήμα διαπερνά το κιβώτιο.



(Σχήμα 2)

Από την Α.Δ.Ο για το σύστημα των δύο σωμάτων κατά την κρούση, έχουμε:

$$\vec{p}_{o\lambda(\pi\rho\iota\nu)} = \vec{p}_{o\lambda(\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha})} \ \text{ή} \ m\upsilon_0 = M\,\upsilon_2 + \frac{m\,\upsilon_0}{10} \ \text{ή} \ m\,\upsilon_0 = 9m\,\upsilon_2 + \frac{m\,\upsilon_0}{10} \ \text{ή} \ 9m\,\upsilon_2 = \frac{9m\,\upsilon_0}{10}$$

$$\text{ή} \ \upsilon_2 = \frac{\upsilon_0}{10} \qquad (3).$$

Από το Θ.Μ.Κ.Ε για την κίνηση του κιβωτίου μετά την κρούση (θέσεις $\Gamma \to \Delta$ στο σχήμα 2) έχουμε:

$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_{T_2} \text{ ή } 0 - \frac{1}{2}M\upsilon_2^2 = -\mu N_2 s_2 \text{ ή } \frac{1}{2}M\upsilon_2^2 = \mu M g s_2 \text{ ή } s_2 = \frac{\upsilon_2^2}{2\mu g} \qquad (4).$$

Με διαίρεση κατά μέλη των σχέσεων (2) και (4), προκύπτει:

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{\upsilon_1^2}{\upsilon_2^2}, \text{ ή λόγω των σχέσεων (2) και (3): } \frac{s_1}{s_2} = 1.$$

Β2. Σωστή απάντηση είναι η **β**.

Η περίοδος του ωροδείκτη είναι T_h = 12 h και η περίοδος του λεπτοδείκτη είναι T_λ = 1 h. Για να συναντηθούν ξανά για πρώτη φορά οι δύο δείκτες, θα πρέπει τα τόξα που διαγράφουν να διαφέρουν κατά $\Delta\varphi = 2\pi$ rad. Έστω Δt ο χρόνος που περνά μέχρι να ξανασυναντηθούν. Ισχύει:

$$\Delta\varphi = \varphi_\lambda - \varphi_h \text{ ή } \Delta\varphi = \omega_\lambda \Delta t - \omega_h \Delta t \text{ ή } \Delta\varphi = \frac{2\pi}{T_\lambda}\Delta t - \frac{2\pi}{T_h}\Delta t \text{ ή } \Delta\varphi = 2\pi\left(\frac{1}{T_\lambda} - \frac{1}{T_h}\right)\Delta t \text{ ή}$$

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{T_h - T_\lambda}{T_\lambda \cdot T_h}\Delta t \text{ ή } \Delta t = \frac{T_\lambda \cdot T_h \cdot \Delta\varphi}{2\pi(T_h - T_\lambda)} \text{ ή } \Delta t = \frac{12}{11}\text{ h}.$$

Β3. Σωστή απάντηση είναι η **γ**.

Ισχύει:

$$\upsilon_{εν(B)} = 2\upsilon_{εν(A)} \text{ ή } \sqrt{\frac{3kT_B}{m}} = 2\sqrt{\frac{3kT_A}{m}} \text{ ή } T_B = 4T_A \qquad (1).$$

Το ζητούμενο πηλίκο των μέσων κινητικών ενεργειών των μορίων του αερίου στις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας Α και Β αντίστοιχα, είναι:

$$\frac{\bar{K}_B}{\bar{K}_A} = \frac{\frac{3}{2}kT_B}{\frac{3}{2}kT_A} \text{ ή } \frac{\bar{K}_B}{\bar{K}_A} = \frac{T_B}{T_A}, \text{ ή λόγω της σχέσης (1): } \frac{\bar{K}_B}{\bar{K}_A} = 4.$$

Β4. Σωστή απάντηση είναι η γ.

Τα μέτρα των γραμμικών ταχυτήτων στα σημεία της περιφέρειας των δύο τροχαλιών είναι ίσα. Συνεπώς, ισχύει:

$$\upsilon_1 = \upsilon_2 \text{ ή } 2\pi R_1 f_1 = 2\pi R_2 f_2 \text{ ή } 2f_1 = f_2 \text{ ή } \frac{N_2}{t} = 2\frac{N_1}{t} \text{ ή } N_2 = 2N_1.$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από το νόμο του Boyle για την ισόθερμη μεταβολή ΑΒ έχουμε:

$$p_A V_A = p_B V_B \text{ ή } p_B = \frac{p_A V_A}{V_B} \text{ ή } p_B = \frac{p_A V_A}{\frac{V_A}{2}} \text{ ή } p_B = 2p_A \text{ ή } p_B = 8\cdot 10^5 \frac{N}{m^2}.$$

Επειδή η μεταβολή ΑΒ είναι ισόθερμη ισχύει:

$$T_B = T_A \text{ ή } T_B = 300K.$$

Επειδή η μεταβολή ΒΓ είναι ισοβαρής ισχύει:

$$p_\Gamma = p_B \text{ ή } p_\Gamma = 8\cdot 10^5 \frac{N}{m^2}.$$

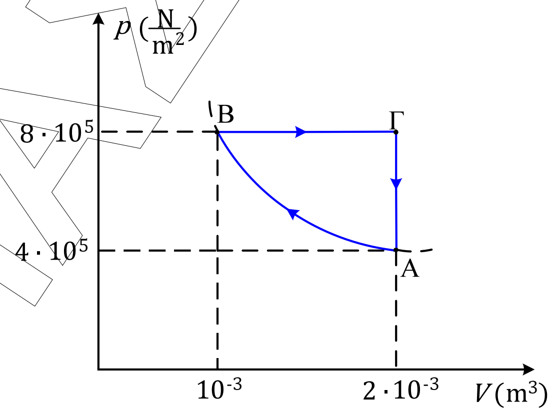
Επειδή η μεταβολή ΓΑ είναι ισόχωρη ισχύει:

$$V_\Gamma = V_A \text{ ή } V_\Gamma = 2\cdot 10^{-3}\, m^3.$$

Από το νόμο του Gay – Lussac για την ισόβαρη μεταβολή ΒΓ έχουμε:

$$\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_\Gamma}{T_\Gamma} \text{ ή } T_\Gamma = \frac{V_\Gamma \cdot T_B}{V_B} \text{ ή } T_\Gamma = 2T_B \text{ ή } T_\Gamma = 600K.$$

Γ2.



Γ3. Το έργο W_{AB} στην ισόθερμη μεταβολή ΑΒ υπολογίζεται από τον τύπο:

$$W_{AB} = p_A V_A \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right) \text{ ή } W_{AB} = 8 \cdot 10^2 \ln\frac{1}{2} \text{ ή } W_{AB} = -560\,J.$$

Το έργο στην ισόβαρη μεταβολή ΒΓ είναι:

$$W_{B\Gamma} = p_B (V_\Gamma - V_B) \text{ ή } W_{B\Gamma} = 800\,J.$$

Το έργο στην ισόχωρη μεταβολή ΓΑ είναι:

$$W_{\Gamma A} = 0.$$

Συνεπώς το συνολικό έργο σε κάθε κύκλο της θερμικής μηχανής είναι:

$$W_{o\lambda} = W_{AB} + W_{B\Gamma} + W_{\Gamma A} \text{ ή } W_{o\lambda} = 240\,J.$$

Γ4. Το αέριο απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον, σε κάθε κύκλο, στη μεταβολή ΒΓ. Συνεπώς ισχύει:

$$Q_h = Q_{B\Gamma} \text{ ή } Q_h = \Delta U_{B\Gamma} + W_{B\Gamma} \quad (1).$$

Ισχύει:

$$\Delta U_{B\Gamma} = \frac{3}{2} nR(T_\Gamma - T_B) \text{ ή } \Delta U_{B\Gamma} = \frac{3}{2}(p_\Gamma V_\Gamma - p_B V_B) \text{ ή } \Delta U_{B\Gamma} = 1200\,J.$$

Συνεπώς, με αντικατάσταση των τιμών στη σχέση (1) προκύπτει ότι: $Q_{B\Gamma} = 2000\,J$.

Ο συντελεστής απόδοσης θερμικής μηχανής είναι:

$$e = \frac{W_{o\lambda}}{Q_h} \text{ ή } e = \frac{240}{2000} \text{ ή } e = 0{,}12.$$

Γ5. Ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής Carnot υπολογίζεται από τον τύπο:

$$e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} \text{ ή } e_c = 1 - \frac{T_A}{T_\Gamma} \text{ ή } e_c = 0{,}5.$$

Το έργο W_{AB} που παράγεται κατά την ισόθερμη εκτόνωση σε κάθε κύκλο λειτουργίας της μηχανής Carnot είναι ίσο με το ποσό θερμότητας Q_h που απορροφά από τη θερμή δεξαμενή σε κάθε κύκλο. Ισχύει:

$$e_c = \frac{W_{o\lambda}}{Q_h} \text{ ή } Q_h = \frac{W_{o\lambda}}{e_c} \text{ ή } W_{AB} = \frac{W_{o\lambda}}{e_c} \text{ ή } W_{AB} = 1000\,J.$$

ΘΕΜΑ Δ

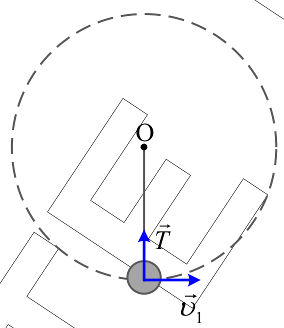
Δ1. **i.** Έστω $υ_1$ το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του σώματος $Σ_1$. Ισχύει:

$$υ_1 = 2πlf \text{ ή } υ_1 = 30\frac{m}{s}.$$

Έστω $α_K$ το μέτρο της κεντρομόλου επιτάχυνσης του σώματος $Σ_1$. Ισχύει:

$$α_K = \frac{υ_1^2}{l} \text{ ή } α_K = 4.500\frac{m}{s^2}.$$

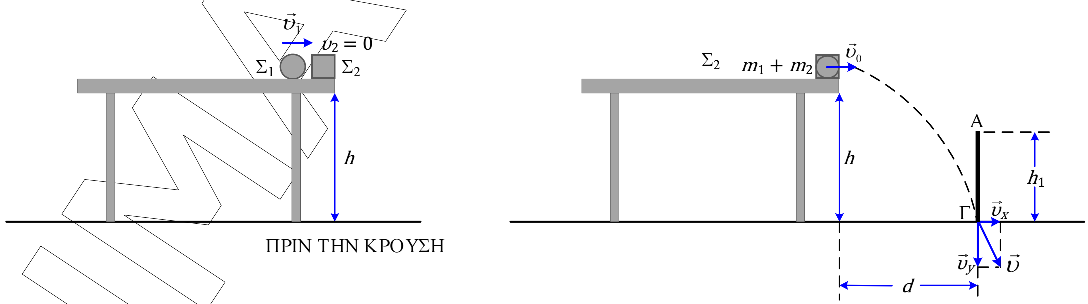
ii. Η τάση $\vec{T}$ του νήματος που δέχεται το σώμα $Σ_1$ δρα ως κεντρομόλος δύναμη.



Συνεπώς, ισχύει:

$$T = F_K \text{ ή } T = mα_K \text{ ή } T = 900\,N.$$

Δ2. **i.** Έστω $υ_0$ το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.



Από την Α.Δ.Ο για το σύστημα των σωμάτων $Σ_1$ και $Σ_2$ κατά την κρούση έχουμε:

$\vec{p}_{ολ(πριν)} = \vec{p}_{ολ(μετά)}$, ή θεωρώντας ως θετική τη φορά προς τα δεξιά:

$$mυ_1 = (m_1 + m_2)υ_0 \text{ ή } υ_0 = 3\frac{m}{s}.$$

Το ποσό θερμότητας Q_K που παράχθηκε εξαιτίας της κρούσης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$Q_K = K_{ολ(πριν)} - K_{ολ(μετά)} \text{ ή } Q_K = \frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2 - \frac{1}{2}(m_1+m_2)\upsilon_0^2 \text{ ή } Q_K = 81\,J.$$

ii. Η μεταβολή της ορμής του σώματος Σ_1 εξαιτίας της κρούσης είναι:

$\Delta\vec{p}_1 = \vec{p}_{τελ(1)} - \vec{p}_{αρχ(1)}$, ή θεωρώντας ως θετική τη φορά προς τα δεξιά:

$$\Delta p_1 = m_1\upsilon_0 - m_1\upsilon_1 \text{ ή } \Delta p_1 = -5{,}4\,kg\frac{m}{s} \text{ ή } |\Delta p_1| = 5{,}4\,kg\frac{m}{s}.$$

Δ3. **i.** Η ταχύτητα $\vec{\upsilon}$ με την οποία πέφτει το συσσωμάτωμα στο έδαφος αναλύεται σε δύο συνιστώσες $\vec{\upsilon}_x$ (οριζόντια συνιστώσα) και $\vec{\upsilon}_y$ (κατακόρυφη συνιστώσα), όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Ισχύει:

$$\upsilon_x = \upsilon_0 \text{ ή } \upsilon_x = 3\frac{m}{s}.$$

Το μέτρο της ταχύτητας $\vec{\upsilon}$ υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\upsilon = \sqrt{\upsilon_x^2 + \upsilon_y^2} \text{ ή } \upsilon^2 = \upsilon_x^2 + \upsilon_y^2 \text{ ή } \upsilon_y^2 = \upsilon^2 - \upsilon_x^2 \text{ ή } \upsilon_y = \sqrt{\upsilon^2 - \upsilon_x^2} \text{ ή } \upsilon_y = 4\frac{m}{s}.$$

Ισχύει:

$$\upsilon_y = gt \text{ ή } t = \frac{\upsilon_y}{g} \text{ ή } t = 0{,}4\,s.$$

Το ύψος h του τραπεζιού υπολογίζεται από τον τύπο:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \text{ ή } h = 0{,}8\,m.$$

Το βεληνεκές της οριζόντιας βολής είναι ίσο με την αρχική οριζόντια απόσταση d του σώματος Σ_2 από τη ράβδο ΑΓ. Συνεπώς, είναι:

$$d = \upsilon_0 t \text{ ή } d = 1{,}2\,m.$$

ii. Ισχύει ότι:

$$\left|\frac{\Delta p}{\Delta t}\right| = |\Sigma F| \text{ ή } \left|\frac{\Delta p}{\Delta t}\right| = w_{συσσωμ.} \text{ ή } \left|\frac{\Delta p}{\Delta t}\right| = (m_1+m_2)g \text{ ή } \left|\frac{\Delta p}{\Delta t}\right| = 20\,kg\frac{m}{s^2}.$$

Δ4. Η ελάχιστη ταχύτητα $\vec{\upsilon}_0'$ που πρέπει να έχει το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση του σώματος $Σ_1$ με το σώμα $Σ_2$, είναι αυτή για την οποία το συσσωμάτωμα περνά εφαπτομενικά από το πάνω άκρο Α της ράβδου ΑΓ. Η κατακόρυφη μετατόπιση του συσσωματώματος τη χρονική στιγμή t_1 κατά την οποία διέρχεται από το άκρο Α της ράβδου είναι:

$$y = h - h_1 \text{ ή } y = 0{,}45\,\text{m}.$$

Ισχύει ότι:

$$y = \frac{1}{2} g t_1^2 \text{ ή } t_1 = 0{,}3\,\text{s}.$$

Η οριζόντια μετατόπιση του συσσωματώματος μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 είναι ίση με d. Ισχύει:

$$d = \upsilon_0' t_1 \text{ ή } \upsilon_0' = 4\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Το μέτρο της ελάχιστης ταχύτητας $\vec{\upsilon}_1'$ που πρέπει να έχει το σώμα $Σ_1$ πριν από την κρούση προκύπτει από την Α.Δ.Ο για το σύστημα των σωμάτων $Σ_1$ και $Σ_2$ κατά την κρούση. Συνεπώς, είναι:

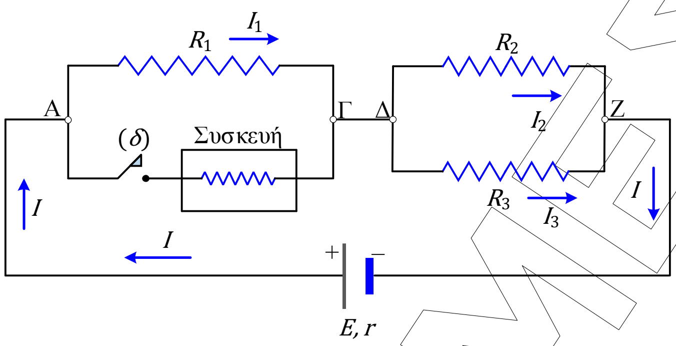
$$\vec{p}_{ολ(πριν)} = \vec{p}_{ολ(μετά)} \text{ ή } m_1 \upsilon_1' = (m_1 + m_2)\upsilon_0' \text{ ή } \upsilon_1' = 40\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Συνεπώς, η ελάχιστη συχνότητα περιστροφής f' του σώματος $Σ_1$, πριν κοπεί το νήμα προκύπτει από τον τύπο:

$$\upsilon_1' = 2\pi l f' \text{ ή } f' = \frac{\upsilon_1'}{2\pi l} \text{ ή } f' = \frac{100}{\pi}\text{Hz}.$$

ΘΕΜΑ Γ (ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ)

Γ1.



Οι αντιστάσεις R_2 και R_3 είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους παράλληλα. Έστω $R_{2,3}$ η ισοδύναμη αντίσταση του συστήματος τους. Ισχύει:

$$\frac{1}{R_{2,3}}=\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3} \text{ ή } R_{2,3}=\frac{R_2 \cdot R_3}{R_2+R_3} \text{ ή } R_{2,3}=2\Omega.$$

Η $R_{2,3}$ είναι συνδεδεμένη σε σειρά με την R_1. Συνεπώς, η ισοδύναμη αντίσταση $R_{εξ}$ του εξωτερικού τμήματος του κυκλώματος, είναι:

$$R_{εξ}=R_1+R_{2,3} \text{ ή } R_{εξ}=8\Omega.$$

Η ισοδύναμη αντίσταση $R_{ολ}$ ολόκληρου του κυκλώματος είναι:

$$R_{ολ}=R_{εξ}+r \text{ ή } R_{ολ}=10\Omega.$$

Γ2. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή υπολογίζεται από τον τύπο:

$$I=\frac{E}{R_{ολ}} \text{ ή } I=6A.$$

Η πολική τάση της πηγής υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V_π=E-I\cdot r \text{ ή } V_π=48V.$$

Γ3. Η τάση $V_{ΑΓ}$ στα άκρα του αντιστάτη R_1 υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V_{ΑΓ}=IR_1 \text{ ή } V_{ΑΓ}=36V.$$

Η τάση $V_{ΔΖ}$ στα άκρα του συστήματος των αντιστατών R_2 και R_3 είναι:

$$V_{ΔΖ}=V_π-V_{ΑΓ} \text{ ή } V_{ΔΖ}=12V.$$

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_2 υπολογίζεται από τον τύπο:

$$I_2=\frac{V_{ΔΖ}}{R_2} \text{ ή } I_2=4A.$$

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_3 υπολογίζεται από τον τύπο:

$$I_3=\frac{V_{ΔΖ}}{R_3} \text{ ή } I_3=2A.$$

Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει ο R_2 είναι:

$$P_{R_2} = I_2^2 R_2 \text{ ή } P_{R_2} = 48\,W.$$

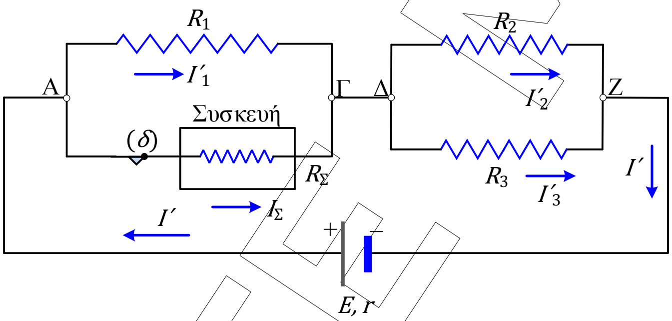
Γ4. Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει το εξωτερικό τμήμα του κυκλώματος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$P_{εξ} = I^2 R_{εξ} \text{ ή } P_{εξ} = 288\,W \text{ ή } P_{εξ} = 0{,}288\,kW.$$

Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει το εξωτερικό τμήμα του κυκλώματος σε χρόνο $\Delta t = 100\,h$, υπολογίζεται από τον τύπο:

$$W = P_{εξ} \cdot \Delta t \text{ ή } W = 0{,}288\,kW \cdot 100\,h \text{ ή } W = 28{,}8\,kWh.$$

Γ5. Μετά το κλείσιμο του διακόπτη, οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν την πηγή και τους αντιστάτες μεταβάλλονται.



Έστω $R_Σ$ η ωμική αντίσταση της συσκευής. Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της συσκευής έχουμε:

$$P_K = \frac{V_K^2}{R_Σ} \text{ ή } R_Σ = 3\,\Omega.$$

Η ισοδύναμη αντίσταση $R_{1Σ}$ του συστήματος των αντιστάσεων R_1 και $R_Σ$ υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\frac{1}{R_{1,Σ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_Σ} \text{ ή } \frac{1}{R_{1,Σ}} = \frac{R_1 \cdot R_Σ}{R_1 + R_Σ} \text{ ή } R_{1,Σ} = 2\,\Omega.$$

Η ισοδύναμη αντίσταση $R_{2,3}$ του συστήματος των αντιστάσεων R_2 και R_3 δεν μεταβάλλεται. Συνεπώς, η ισοδύναμη αντίσταση $R'_{εξ}$ του εξωτερικού τμήματος του κυκλώματος, είναι:

$$R'_{εξ} = R_{1,Σ} + R_{2,3} \text{ ή } R'_{εξ} = 4\,\Omega.$$

Η ισοδύναμη αντίσταση $R'_{ολ}$ ολόκληρου του κυκλώματος είναι:

$$R'_{ολ} = R'_{εξ} + r \text{ ή } R'_{ολ} = 6\,\Omega.$$

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή υπολογίζεται από τον τύπο:

$$I' = \frac{E}{R'_{ολ}} \text{ ή } I' = 10\,A.$$

Η τάση $V_{ΑΓ}$ στα άκρα της θερμικής συσκευής υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V_{ΑΓ} = I' R_{1,Σ} \text{ ή } V_{ΑΓ} = 20\,V.$$

Επειδή $V_{ΑΓ} > V_K$, η συσκευή υπερλειτουργεί.