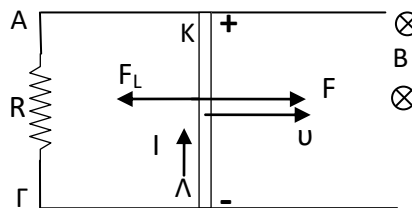


Ασκήσεις επαγωγής με κίνηση ράβδου - Τυπολόγιο

A. $v = \text{σταθερή}$



Κίνηση: Ευθ. ομαλή

$$x = vt$$

Δυνάμεις:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F = F_L = BIL = B \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} L = B \frac{BvL}{R_{\text{ολ}}} L = \frac{B^2 v L^2}{R_{\text{ολ}}} = \text{σταθερές}$$

Έργα – ενέργειες (ΑΔΕ):

$$W_F = Fx = |W_{F_L}| = F_L x = Q_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}} t \quad \quad \quad K = \text{σταθερή}$$

Ισχύες – ρυθμοί ενέργειας (μέτρα):

$$P_F = Fv = |P_{F_L}| = F_L v = P_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}} = \text{σταθερές}$$

Ρυθμοί μεταβολής:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \alpha = 0$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \Sigma F = 0$$

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma F \cdot v = 0$$

Μαγνητική Ροή:

$$\Phi = B\Delta S = BL\Delta x = BLvt$$

Επαγωγική τάση:

$$E_{\text{επ}} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = BL \frac{\Delta x}{\Delta t} = BvL = \text{σταθερή}$$

Επαγωγικό ρεύμα:

$$I = \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{BvL}{R_{\text{ολ}}} = \text{σταθερό}$$

Φορτίο:

$$q = It = \frac{\Delta \Phi}{R_{\text{ολ}}}$$

Τριβή (αν υπάρχει):

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F = F_L + T \quad \quad Q_T = |W_T| = |-Tx| = Tx$$

ΑΔΕ (αρχή διατήρ. ενέργ.):

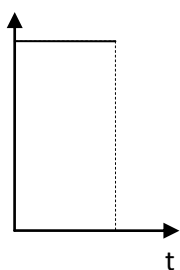
$$W_F = |W_{F_L}| + |W_T| = Q_R + Q_T = Q_{\text{ολ}}$$

Διαφορές δυναμικού:

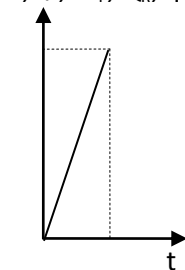
$$V_{A\Gamma} = IR = V_{K\Lambda} = E_{\text{επ}} - IR_{K\Lambda} = \text{σταθερές}$$

Διαγράμματα:

$v, E_{\text{επ}}, I, F, F_L, P, K, V_{A\Gamma}, V_{K\Lambda}$



x, Φ, W_F, Q_R, q



$x = vt$ σταθερή κλίση η v

$\Phi = BvLt$ σταθερή κλίση η $E_{\text{επ}}$

$W_F = Fvt$ σταθερή κλίση η P_F

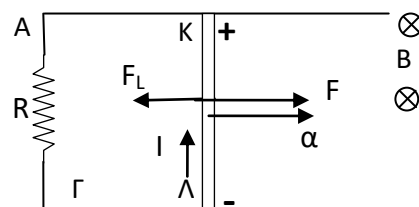
$Q_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}} t$ σταθερή κλίση η $P_{R_{\text{ολ}}}$

$q = It$ σταθερή κλίση το I

Παναγιώτης Μπετσάκος

B1. $\alpha = \text{σταθερή} (v_0 = 0)$

Κίνηση: Ευθ. ομαλά επιταχ. $v = \alpha t$ $x = \frac{1}{2} \alpha t^2$



Δυνάμεις:

$$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F - F_L = m\alpha \Rightarrow F = F_L + m\alpha = BIL + m\alpha = B \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} L + m\alpha = \frac{B^2 v L^2}{R_{\text{ολ}}} + m\alpha = \frac{B^2 \alpha L^2}{R_{\text{ολ}}} t + m\alpha$$

Έργα – ενέργειες (Θ.Μ.Κ.Ε.): $K_{\text{τελ}} = W_F + W_{F_L}$ $|W_{F_L}| = Q_{R_{\text{ολ}}}$

Ισχύες – ρυθμοί ενέργειας (μέτρα): $P_F = Fv$ $|P_{F_L}| = F_L v = P_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}}$ (στιγμιαία)

Ρυθμοί μεταβολής: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \alpha = \text{σταθ.}$ $\frac{\Delta P}{\Delta t} = \Sigma F = \text{σταθ.}$ $\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma F \cdot v = m\alpha v = m\alpha^2 t$ (αυξ.)

Μαγνητική Ροή: $\Phi = B\Delta S = BL\Delta x = BL \frac{1}{2} \alpha t^2$

Επαγωγική τάση: $E_{\text{επ}} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = BL \frac{\Delta x}{\Delta t} = BvL = BL\alpha t$

Επαγωγικό ρεύμα: $I = \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{BvL}{R_{\text{ολ}}} = \frac{BL\alpha}{R_{\text{ολ}}} t$

Φορτίο: $q = \frac{\Delta \Phi}{R_{\text{ολ}}}$ ή με το εμβαδό στο διάγραμμα $I-t$

Τριβή (αν υπάρχει): $\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F - F_L - T = m\alpha$ $Q_T = |W_T| = |-Tx| = Tx$

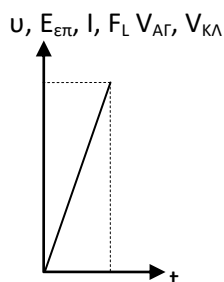
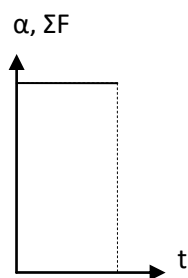
ΑΔΕ (αρχή διατήρ. ενέργ.): $W_F = |W_{F_L}| + |W_T| + K_{\text{τελ}} = Q_R + Q_T + K_{\text{τελ}} = Q_{\text{ολ}} + K_{\text{τελ}}$

Διαφορές δυναμικού: $V_{A\Gamma} = IR = V_{K\Lambda} = E_{\text{επ}} - IR_{K\Lambda}$

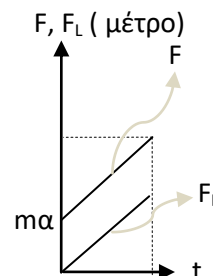
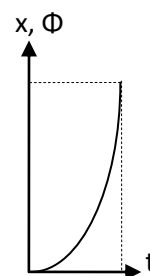
ΠΡΟΣΟΧΗ δεν ισχύουν οι σχέσεις: $W_F = Fx$, $|W_{F_L}| = F_L x$, $Q_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}} t$, $q = It$ ($F, F_L, I \neq \text{σταθ.}$)

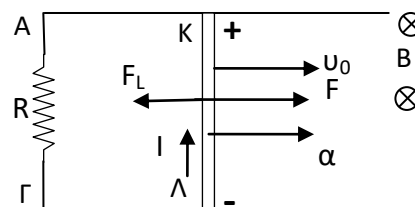
Τα μενέθη: $v, E_{\text{επ}}, I, F, F_L, P_F, P_{F_L}, \frac{\Delta K}{\Delta t}, V_{A\Gamma}, V_{K\Lambda}$ διαρκώς αυξάνονται

Διαγράμματα:



$v = \alpha t$ με εμβαδό το x
 $E_{\text{επ}} = BL\alpha t$ με εμβαδό το $\Delta \Phi$
 $I = \frac{BL\alpha}{R_{\text{ολ}}} t$ με εμβαδό το q





B2. α=σταθερή (ομόρροπη της v_0)

Κίνηση: Ευθ. ομαλά επιταχ. $v = v_0 + \alpha t$ $x = v_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$

Δυνάμεις:

$$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F - F_L = m\alpha \Rightarrow F = F_L + m\alpha = BIL + m\alpha = B \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} L + m\alpha = \frac{B^2 v L^2}{R_{\text{ολ}}} + m\alpha = \frac{B^2 v_0 L^2}{R_{\text{ολ}}} + \frac{B^2 \alpha L^2}{R_{\text{ολ}}} t + m\alpha$$

Έργα – ενέργειες (Θ.Μ.Κ.Ε.): $K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_F + W_{F_L}$ $|W_{F_L}| = Q_{R_{\text{ολ}}}$

Ισχύες – ρυθμοί ενέργειας (μέτρα): $P_F = Fv$ $|P_{F_L}| = F_L v = P_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}}$ (στιγμιαία)

Ρυθμοί μεταβολής: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \alpha = \text{σταθ.}$ $\frac{\Delta P}{\Delta t} = \Sigma F = \text{σταθ.}$ $\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma F \cdot v = m\alpha v = m\alpha v_0 + m\alpha^2 t$ (αυξ.)

Μαγνητική Ροή: $\Phi = B\Delta S = BL\Delta x = BL \left(v_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \right)$

Επαγωγική τάση: $E_{\text{επ}} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = BL \frac{\Delta x}{\Delta t} = BvL = Bv_0 L + BL\alpha t$

Επαγωγικό ρεύμα: $I = \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{BvL}{R_{\text{ολ}}} = \frac{Bv_0 L}{R_{\text{ολ}}} + \frac{BL\alpha}{R_{\text{ολ}}} t$

Φορτίο: $q = \frac{\Delta \Phi}{R_{\text{ολ}}}$ ή με το εμβαδό στο διάγραμμα I-t

Τριβή (αν υπάρχει): $\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F - F_L - T = m\alpha$, $Q_T = |W_T| = |T x| = T x$,

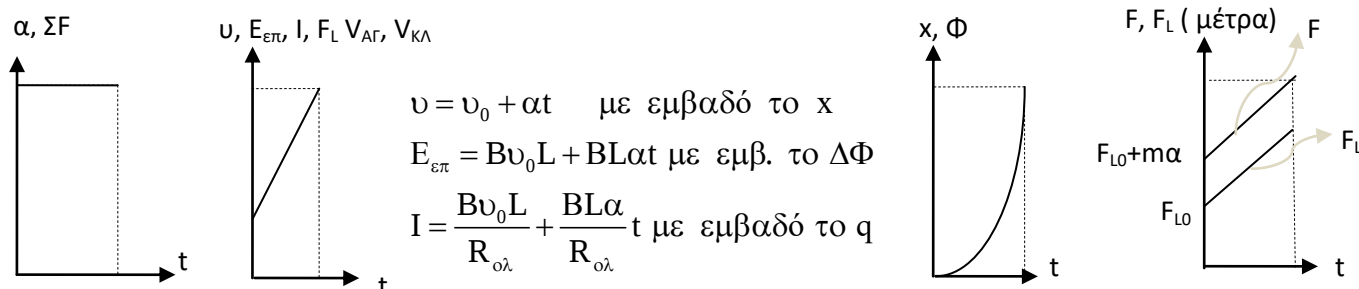
ΑΔΕ (αρχή διατήρ. ενέργ.): $W_F + K_{\text{αρχ}} = |W_{F_L}| + |W_T| + K_{\text{τελ}} = Q_R + Q_T + K_{\text{τελ}} = Q_{\text{ολ}} + K_{\text{τελ}}$

Διαφορές δυναμικού: $V_{A\Gamma} = IR = V_{K\Lambda} = E_{\text{επ}} - IR_{K\Lambda}$

ΠΡΟΣΟΧΗ δεν ισχύουν οι σχέσεις: $W_F = Fx$, $|W_{F_L}| = F_L x$, $Q_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}} t$, $q = It$ ($F, F_L, I \neq \text{σταθ.}$)

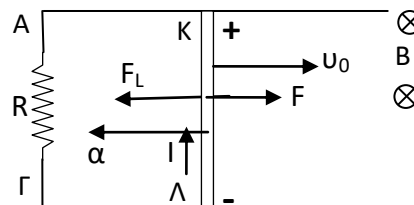
Τα μενέθη: $v, E_{\text{επ}}, I, F, F_L, P_F, P_{F_L}, P_R, \frac{\Delta K}{\Delta t}, V_{A\Gamma}, V_{K\Lambda}$ διαρκώς αυξάνονται

Διαγράμματα:



B3. α =σταθερή (αντίρροπη της u_0 , α : μέτρο)

Κίνηση: Ευθ. ομαλά επιβραδ. $v = v_0 - \alpha t$ $x = v_0 t - \frac{1}{2} \alpha t^2$



Δυνάμεις: $\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F_L \pm F = m\alpha$

Έργα – ενέργειες (Θ.Μ.Κ.Ε.): $K_{\text{τελ.}} - K_{\text{αρχ.}} = W_F + W_{F_L}$ $|W_{F_L}| = Q_{R_{\text{ολ}}}$

Ισχύες – ρυθμοί ενέργειας (μέτρα): $P_F = Fv$ $|P_{F_L}| = F_L v = P_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}}$ (στιγμιαία)

Ρυθμοί μεταβολής: $\left| \frac{\Delta P}{\Delta t} \right| = \Sigma F = \text{σταθ.}$ $\left| \frac{\Delta K}{\Delta t} \right| = \Sigma F \cdot v = m\alpha v = m\alpha v_0 - m\alpha^2 t$ (μειώνεται)

Μαγνητική Ροή: $\Phi = B\Delta S = BL\Delta x = BL \left(v_0 t - \frac{1}{2} \alpha t^2 \right)$

Επαγωγική τάση: $E_{\text{επ}} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = BL \frac{\Delta x}{\Delta t} = Bv_0 L - BL\alpha t$

Επαγωγικό ρεύμα: $I = \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{Bv_0 L}{R_{\text{ολ}}} - \frac{BL\alpha}{R_{\text{ολ}}} t$

Φορτίο: $q = \frac{\Delta \Phi}{R_{\text{ολ}}}$ ή με το εμβαδό στο διάγραμμα I - t

Τριβή (αν υπάρχει): $\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F_L \pm F - T = m\alpha$ $Q_T = |W_T| = |T x| = T x$

ΑΔΕ (αρχή διατήρ. ενέργ.): $W_F + K_{\text{αρχ.}} = |W_{F_L}| + |W_T| + K_{\text{τελ.}} = Q_R + Q_T + K_{\text{τελ.}} = Q_{\text{ολ}} + K_{\text{τελ.}}$

Διαφορές δυναμικού: $V_{A\Gamma} = IR = V_{K\Lambda} = E_{\text{επ}} - IR_{K\Lambda}$

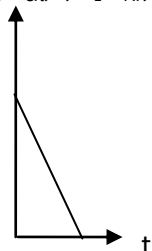
ΠΡΟΣΟΧΗ δεν ισχύουν οι σχέσεις: $W_F = Fx$, $|W_{F_L}| = F_L x$, $Q_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}} t$, $q = It$ ($F, F_L, I \neq \text{σταθ.}$)

Τα μεγέθη: v , $E_{\text{επ}}$, I , F_L , P_{F_L} , P_R , $V_{A\Gamma}$, $V_{K\Lambda}$ διαρκώς μειώνονται μέχρι να μηδενιστούν ταυτόχρονα.

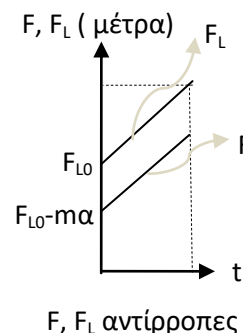
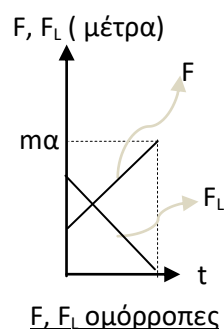
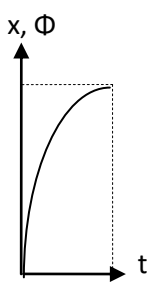
Μετά το σταμάτημα, αν συνεχίσει να ασκείται η F , η άσκηση συνεχίζεται με B1 είδος.

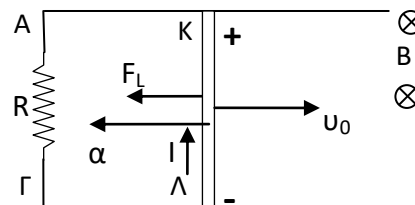
Διαγράμματα:

v , $E_{\text{επ}}$, I , F_L , $V_{A\Gamma}$, $V_{K\Lambda}$

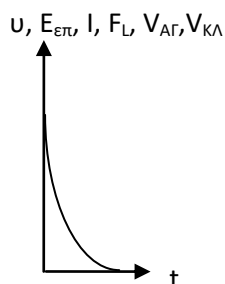


$v = v_0 - \alpha t$ με εμβαδό το x
 $E_{\text{επ}} = Bv_0 L - BL\alpha t$ με εμβ. το $\Delta \Phi$
 $I = \frac{Bv_0 L}{R_{\text{ολ}}} - \frac{BL\alpha}{R_{\text{ολ}}} t$ με εμβαδό το q



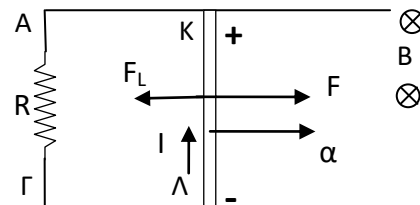
Γ. εκτόξευση με v_0 , χωρίς δύναμηΚίνηση: επιβραδυνόμενη με όλο και μικρότερο μέτρο επιτάχυνσηςΔυνάμεις: $\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F_L = m\alpha$ (α : μέτρο)Έργα – ενέργειες (Θ.Μ.Κ.Ε.): $K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_{F_L}$ $|W_{F_L}| = Q_{R_{\text{ολ}}}$ Ισχύες – ρυθμοί ενέργειας (μέτρα): $|P_{F_L}| = F_L v = P_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}}$ (στιγμιαία)Ρυθμοί μεταβολής: $\frac{\Delta P}{\Delta t} = -F_L$ $\frac{\Delta K}{\Delta t} = -F_L \cdot v$ (μειώνονται)Μαγνητική Ροή: $\Phi = B\Delta S = BL\Delta x$ Επαγωγική τάση: $E_{\text{επ}} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = BL \frac{\Delta x}{\Delta t} = BvL$ Επαγωγικό ρεύμα: $I = \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{BvL}{R_{\text{ολ}}}$ Φορτίο: $q = \frac{\Delta \Phi}{R_{\text{ολ}}}$ Τριβή (αν υπάρχει): $\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F_L + T = m\alpha$ $Q_T = |W_T| = |-Tx| = Tx$ ΑΔΕ (αρχή διατήρ. ενέργ.): $K_{\text{αρχ}} = |W_{F_L}| + |W_T| + K_{\text{τελ}} = Q_R + Q_T + K_{\text{τελ}} = Q_{\text{ολ}} + K_{\text{τελ}}$ όταν $v = 0$ και $K_{\text{τελ}} = 0$ είναι $K_{\text{αρχ}} = |W_{F_L}| + |W_T| = Q_R + Q_T = Q_{\text{ολ}}$ Διαφορές δυναμικού: $V_{A\Gamma} = IR = V_{K\Lambda} = E_{\text{επ}} - IR_{K\Lambda}$ **ΠΡΟΣΟΧΗ** δεν ισχύουν οι σχέσεις στην μη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση:

$$v = v_0 - \alpha t, \quad x = v_0 t - \frac{1}{2} \alpha t^2, \quad W_F = Fx, \quad |W_{F_L}| = F_L x, \quad Q_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}} t, \quad q = It \quad (\alpha, F, F_L, I \neq \text{σταθ.})$$

Τα μεγέθη: $v, \alpha, E_{\text{επ}}, I, F_L, P_{F_L}, P_R, V_{A\Gamma}, V_{K\Lambda}$ διαρκώς μειώνονται μέχρι να μηδενιστούν ταυτόχρονα.Διαγράμματα:

Παναγιώτης Μπετσάκος

Δ1. με σταθερή δύναμη ομόρροπη της u_0 , ή χωρίς u_0
(καταλήγει σε Α είδος με σταθερή ταχύτητα)



Κίνηση: Αν $F_{L,0} < F$ **επιταχυνόμενη** με όλο και μικρότερη επιτάχυνση μέχρι να αποκτήσει σταθερή ταχύτητα (οριακή). Αν $F_{L,0} > F$ **επιβραδυνόμενη** με όλο και μικρότερο μέτρο επιτάχυνσης μέχρι να αποκτήσει σταθερή ταχύτητα (οριακή).

Δυνάμεις: $\Sigma F = ma \Rightarrow F - F_L = ma$ μέχρι $\Sigma F = 0 \Rightarrow F = F_L = BIL = B \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{ολ}} L = \frac{B^2 u_{ορ} L^2}{R_{ολ}}$

Έργα – ενέργειες (Θ.Μ.Κ.Ε.): $K_{τελ} - K_{αρχ} = W_F + W_{F_L}$ $W_F = Fx$ $|W_{F_L}| = Q_{R_{ολ}}$

Ισχύες – ρυθμοί ενέργειας (μέτρα): $P_F = Fv$ $|P_{F_L}| = F_L v = P_{R_{ολ}} = I^2 R_{ολ}$ (στιγμιαία)

Ρυθμοί μεταβολής: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \alpha$ $\frac{\Delta P}{\Delta t} = \Sigma F$ (μειώνεται) $\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma F \cdot v$ (μηδέν, αυξάν., μηδέν)

Μαγνητική Ροή: $\Phi = B\Delta S = BL\Delta x$ Επαγωγική τάση: $E_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = BL \frac{\Delta x}{\Delta t} = BuL$

Επαγωγικό ρεύμα: $I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{ολ}} = \frac{BuL}{R_{ολ}}$ Φορτίο: $q = \frac{\Delta \Phi}{R_{ολ}}$

Τριβή (αν υπάρχει): $\Sigma F = ma \Rightarrow F - F_L - T = ma$ $Q_T = |W_T| = |-Tx| = Tx$

ΑΔΕ (αρχή διατήρ. ενέργ.): $W_F + K_{αρχ} = |W_{F_L}| + |W_T| + K_{τελ} = Q_R + Q_T + K_{τελ} = Q_{ολ} + K_{τελ}$

Διαφορές δυναμικού: $V_{ΑΓ} = IR = V_{ΚΛ} = E_{\varepsilon\pi} - IR_{ΚΛ}$

ΠΡΟΣΟΧΗ δεν ισχύουν οι σχέσεις στην μη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση:

$$v = v_0 + at, \quad x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2, \quad |W_{F_L}| = F_L x, \quad Q_{R_{ολ}} = I^2 R_{ολ} t, \quad q = It \quad (\alpha, F, F_L, I \neq \text{σταθ.})$$

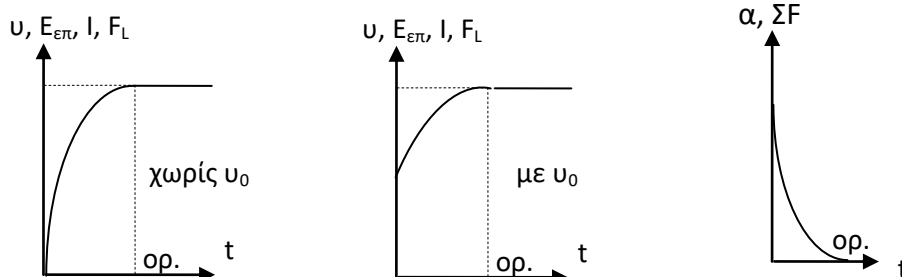
και ισχύουν οι σχέσεις τελικά στην ομαλή κίνηση με την $u_{ορ}$:

$$x = v_{ορ} t, \quad \Sigma F = 0 \Rightarrow F = F_L \quad W_F = |W_{F_L}| = F_L x = Q_{R_{ολ}} = I^2 R_{ολ} t, \quad q = It$$

Τα μεγέθη: $v, E_{\varepsilon\pi}, I, F_L, P_{F_L}, P_R, V_{ΑΓ}, V_{ΚΛ}$ διαρκώς αυξάνονται μέχρι μια μέγιστη τιμή,

ενώ τα μεγέθη $\alpha, \Sigma F, \frac{\Delta P}{\Delta t}$ διαρκώς μειώνονται μέχρι να μηδενιστούν.

Διαγράμματα:

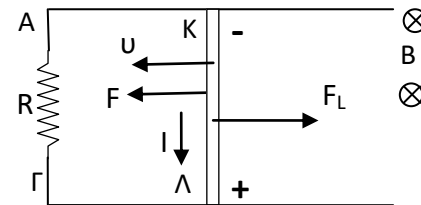
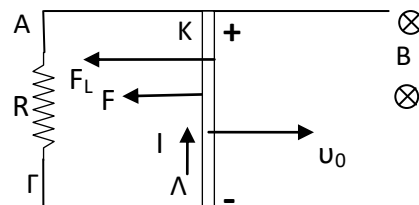


Παναγιώτης Μπετσάκος

Δ2. με σταθερή δύναμη F αντίρροπη της u_0

(καταλήγει σε Δ1 και μετά σε Α είδος με σταθερή ταχύτητα)

Κίνηση: επιβραδυνόμενη με όλο και μικρότερο μέτρο επιτάχυνσης μέχρι να σταματήσει και μετά επιταχυνόμενη προς την αντίθετη φορά, με όλο και μικρότερη επιτάχυνση μέχρι να αποκτήσει σταθερή ταχύτητα (οριακή). Υπάρχει αλλαγή της φοράς της δύναμης Laplace.



Δυνάμεις: (α : μέτρο)

$\Sigma F = m\alpha_1 \Rightarrow F + F_L = m\alpha_1$ στην επιβραδυνόμενη μέχρι να σταματήσει και

μετά επιταχυνόμενη

$\Sigma F = m\alpha_2 \Rightarrow F - F_L = m\alpha_2$ μέχρι την οριακή ταχύτητα (Ε.Ο.Κ.)

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F = F_L = BIL = B \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} L = \frac{B^2 u_{\text{ορ}} L^2}{R_{\text{ολ}}}$$

Έργα – ενέργειες (Θ.Μ.Κ.Ε.):

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_F + W_{F_L}$$

$$W_F = Fx$$

$$|W_{F_L}| = Q_{R_{\text{ολ}}}$$

Ισχύες – ρυθμοί ενέργειας (μέτρα):

$$P_F = Fv,$$

$$|P_{F_L}| = F_L v = P_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}} \quad (\text{στιγμιαία})$$

Ρυθμοί μεταβολής:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \alpha$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \Sigma F$$

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma F \cdot v$$

(στιγμιαία)

Μαγνητική Ροή:

$$\Phi = B\Delta S = BL\Delta x$$

Επαγωγική τάση:

$$E_{\text{επ}} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = BL \frac{\Delta x}{\Delta t} = BvL$$

Επαγωγικό ρεύμα:

$$I = \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{BvL}{R_{\text{ολ}}}$$

Φορτίο:

$$q = \frac{\Delta \Phi}{R_{\text{ολ}}}$$

Τριβή (αν υπάρχει):

$$Q_T = |W_T| = |-Tx| = Tx,$$

ΑΔΕ (αρχή διατήρ. ενέργ.):

$$W_F + K_{\text{αρχ}} = |W_{F_L}| + |W_T| + K_{\text{τελ}} = Q_R + Q_T + K_{\text{τελ}} = Q_{\text{ολ}} + K_{\text{τελ}}$$

Διαφορές δυναμικού:

$$V_{A\Gamma} = IR = V_{K\Lambda} = E_{\text{επ}} - IR_{K\Lambda}$$

ΠΡΟΣΟΧΗ δεν ισχύουν οι σχέσεις στην μη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση:

$$v = v_0 \pm \alpha t, \quad x = v_0 t \pm \frac{1}{2} \alpha t^2, \quad |W_{F_L}| = F_L x, \quad Q_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}} t, \quad q = It \quad (\alpha, F, F_L, I \neq \text{σταθ.})$$

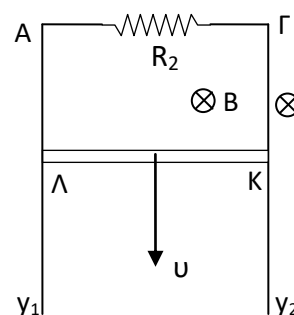
και ισχύουν οι σχέσεις τελικά στην ομαλή κίνηση με την $u_{\text{ορ}}$:

$$x = v_{\text{ορ}} t, \quad \Sigma F = 0 \Rightarrow F = F_L, \quad W_F = |W_{F_L}| = F_L x = Q_{R_{\text{ολ}}} = I^2 R_{\text{ολ}} t, \quad q = It$$

Τα μέτρα των μεγεθών: $v, E_{\text{επ}}, I, F_L, P_{F_L}, P_R, V_{A\Gamma}, V_{K\Lambda}$ στην πρώτη κίνηση (επιβραδυνόμενη) διαρκώς μειώνονται, στην δεύτερη (επιταχυνόμενη) αυξάνονται μέχρι μια μέγιστη τιμή, που μετά μένει σταθερή (ομαλή κίνηση).

Ασκήσεις επαγωγής με κατακόρυφη κίνηση ράβδου

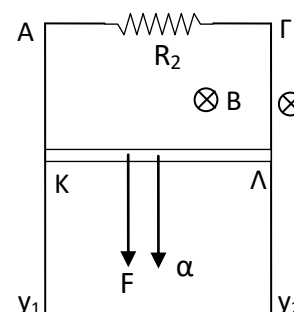
A. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους $L=0,5\text{ m}$, μάζας $m=0,1\text{ kg}$, έχει ωμική αντίσταση $R_1=1\Omega$ και κινείται προς τα κάτω, με σταθερή ταχύτητα u , πάνω στους κατακόρυφους αγωγίμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς $A\gamma_1$ και $\Gamma\gamma_2$. Στο χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{ T}$, κάθετο στη ράβδο ΚΛ, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τα άκρα Α, Γ συνδέονται με αντίσταση $R_2=1\Omega$.



Να υπολογίσετε:

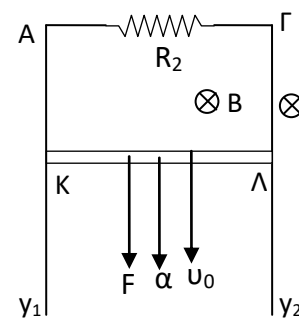
- A)** την επαγωγική τάση που θα αναπτυχθεί στη ράβδο ΚΛ. (2V)
- B)** το έργο του βάρους της ράβδου και την συνολική θερμική ενέργεια στις δύο αντιστάσεις σε χρονικό διάστημα $\Delta t=10\text{ s}$. (20J, 20J)
- Γ)** τη συνολική θερμική ισχύ στις αντιστάσεις και την ισχύ της δύναμης Laplace. (2W, 2W)
- Δ)** τη διαφορά δυναμικού $V_{\Gamma A}$, στα άκρα της αντίστασης R_2 . (1V)
- Ε)** το ρυθμό μεταβολής της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας τη χρονική στιγμή $t_1=10\text{ s}$. (-2J/s, 0)
- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{ m/s}^2$.

B1. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους $L=0,5\text{ m}$, μάζας $m=1\text{ kg}$, έχει ωμική αντίσταση $R_1=1\Omega$ και συγκρατείται ακίνητη πάνω στους κατακόρυφους αγωγίμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς $A\gamma_1$ και $\Gamma\gamma_2$. Στο χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , κάθετο στη ράβδο ΚΛ, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τα άκρα Α, Γ συνδέονται με αντίσταση $R_2=4\Omega$. Τη χρονική στιγμή $t=0$, ασκώντας κατάλληλη εξωτερική δύναμη F προς τα κάτω, η ράβδος αρχίζει να κινείται χωρίς τριβές, με σταθερή επιτάχυνση $\alpha=12\text{ m/s}^2$, προς τα κάτω. Τη χρονική στιγμή $t_1=5\text{ s}$ η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση R_2 είναι $I=12\text{ A}$. Να υπολογίσετε:



- A)** την ένταση B του ομογενούς μαγνητικού πεδίου. (2T)
- B)** τη σχέση που δίνει την δύναμη F σε συνάρτηση με το χρόνο και να την παραστήσετε σε διάγραμμα για χρονικό διάστημα $\Delta t=10\text{ s}$. ($2,4t+2$)
- Γ)** τη διαφορά δυναμικού στη ράβδο ΛΚ τη χρονική στιγμή t_1 . (48V)
- Δ)** το φορτίο που πέρασε μέσα από την αντίσταση R_2 σε χρονικό διάστημα $\Delta t=10\text{ s}$. (120C)
- Ε)** το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας τη χρονική στιγμή t_2 , που η δύναμη Laplace ισούται με 4N. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{ m/s}^2$. (240J/s)

B2. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους $L=0,5\text{ m}$, μάζας $m=0,2\text{ kg}$, έχει ωμική αντίσταση $R_1=0,1\Omega$ και συγκρατείται ακίνητη πάνω στους κατακόρυφους, αγωγίμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς $A\gamma_1$ και $\Gamma\gamma_2$. Στο χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{ T}$, κάθετο στη ράβδο ΚΛ, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τα άκρα Α, Γ συνδέονται με αντίσταση $R_2=0,4\Omega$. Τη χρονική στιγμή $t=0$, εκτοξεύεται η ράβδος ΚΛ προς τα κάτω με αρχική ταχύτητα $u_0=2\text{ m/s}$, δεχόμενη ταυτόχρονα κατάλληλη ομόρροπη δύναμη F , ώστε να κινείται χωρίς τριβές, με σταθερή επιτάχυνση $a=2\text{ m/s}^2$. Αν τη χρονική στιγμή t_1 , η μετατόπιση του αγωγού είναι $y=8\text{ m}$, να υπολογίσετε:



A) την επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στη ράβδο ΛΚ, τη χρονική στιγμή t_1 . (6V)

B) τη δύναμη Laplace τη χρονική στιγμή t_1 . (12N)

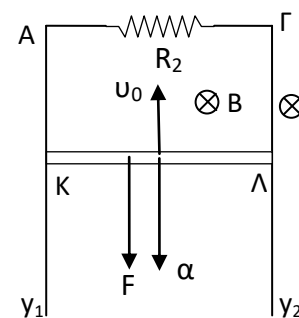
Γ) τη σχέση που δίνει τη δύναμη F σε συνάρτηση με το χρόνο και να την παραστήσετε σε διάγραμμα για χρονικό διάστημα $\Delta t=2\text{ s}$. ($4t+2,4$)

Δ) το ρυθμό που η δύναμη F προσφέρει ενέργεια στον αγωγό τη χρονική στιγμή t_1 . (62,4J/s)

Ε) το έργο της δύναμης F μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 , αν η θερμική ενέργεια που εκλύθηκε από τις αντιστάσεις μέχρι εκείνη τη στιγμή είναι $Q=208/3\text{ J}$. (848/15)J

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{ m/s}^2$.

B3. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους $L=0,5\text{ m}$, μάζας $m=0,2\text{ kg}$, έχει ωμική αντίσταση $R_1=10\Omega$ και συγκρατείται ακίνητη πάνω στους κατακόρυφους, αγωγίμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς $A\gamma_1$ και $\Gamma\gamma_2$. Στο χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{ T}$, κάθετο στη ράβδο ΚΛ, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τα άκρα Α, Γ συνδέονται με αντίσταση $R_2=30\Omega$. Τη χρονική στιγμή $t=0$, εκτοξεύεται η ράβδος ΚΛ προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα $u_0=80\text{ m/s}$ δεχόμενη ταυτόχρονα κατάλληλη αντίρροπη δύναμη F , ώστε να κινείται ευθύγραμμα ομαλά επιβραδυνόμενα, χωρίς τριβές, με σταθερή αρνητική επιτάχυνση μέτρου α . Αν τη χρονική στιγμή $t_1=4\text{ s}$ ο αγωγός σταματάει στιγμιαία, να υπολογίσετε:



A) το μέτρο της αρνητικής επιτάχυνσης α . (20 m/s^2)

B) το μέτρο της δύναμης F την χρονική στιγμή t_2 , που η ταχύτητα της ράβδου ανεβαίνοντας, υποδιπλασιάζεται. (1N)

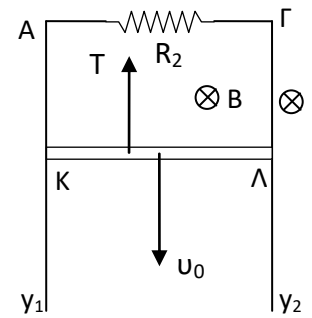
Γ) το έργο του βάρους μέχρι η ράβδος να σταματήσει στιγμιαία. (-320J)

Δ) το έργο της δύναμης F μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 , αν η θερμική ενέργεια που εκλύθηκε από την αντίσταση R_2 ως εκείνη τη στιγμή είναι $Q_{R2}=160\text{ J}$. (-320/3J)

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{ m/s}^2$.

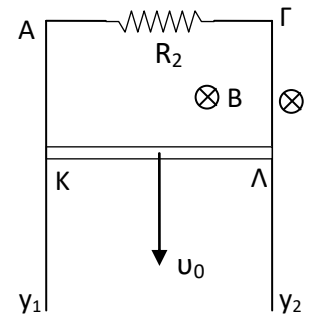
Παναγιώτης Μπετσάκος

Γ. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους $L=0,5\text{ m}$, μάζας $m=0,2\text{ kg}$, έχει ωμική αντίσταση $R_1=1\Omega$ και συγκρατείται ακίνητη πάνω στους κατακόρυφους, αγώγιμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς $A\gamma_1$ και $\Gamma\gamma_2$. Στο χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{ T}$, κάθετο στη ράβδο ΚΛ, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τα άκρα Α, Γ συνδέονται με αντίσταση $R_2=4\Omega$. Τη χρονική στιγμή $t=0$, εκτοξεύεται η ράβδος ΚΛ προς τα κάτω με αρχική ταχύτητα $u_0=2\text{ m/s}$ δεχόμενη συνολική τριβή από τους δύο οδηγούς $T=2\text{ N}$. Να υπολογίσετε:



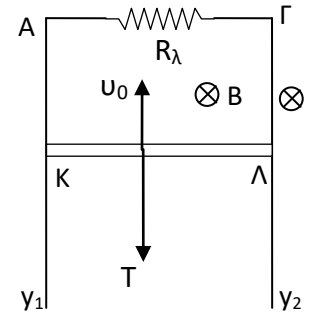
- Α)** τη χρονική στιγμή $t=0$ το ρυθμό μεταβολής της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας. $(-0,8\text{ J/s}, -4\text{ J/s})$
- Β)** τη θερμική ενέργεια που εκλύθηκε στις αντιστάσεις μέχρι τη στιγμή που η ράβδος θα σταματήσει. $(0,4\text{ J})$
- Γ)** την θερμική ισχύ στην αντίσταση R_2 όταν η δύναμη Laplace γίνει μισή της μέγιστης τιμής της. $(0,16\text{ W})$
- Δ)** την επιτάχυνση της ράβδου τη χρονική στιγμή που η επαγωγική τάση είναι $E_{\text{επ}}=1\text{ V}$. (-1 m/s^2)
- Ε)** την ταχύτητα της ράβδου τη χρονική στιγμή που ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας λόγω τριβής, P_T , γίνει δεκαπλάσιος από το ρυθμό παραγωγής θερμότητας στις αντιστάσεις, $P_{\text{ρολ}}$. (1 m/s)
- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{ m/s}^2$.

Δ1. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους $L=0,5\text{ m}$, μάζας $m=0,5\text{ kg}$, έχει ωμική αντίσταση $R_1=1\Omega$ και συγκρατείται ακίνητη πάνω στους κατακόρυφους, αγώγιμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς $A\gamma_1$ και $\Gamma\gamma_2$. Στο χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{ T}$, κάθετο στη ράβδο ΚΛ, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τα άκρα Α, Γ συνδέονται με αντίσταση $R_2=1\Omega$. Τη χρονική στιγμή $t=0$, εκτοξεύεται η ράβδος ΚΛ προς τα κάτω με αρχική ταχύτητα $u_0=2\text{ m/s}$ και κινείται χωρίς τριβές,. Αν μετά από μετατόπιση $y=10\text{ m}$, ο αγωγός αρχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα να υπολογίσετε:



- Α)** την επιτάχυνση της ράβδου τη χρονική στιγμή $t=0$. (8 m/s^2)
- Β)** τη σταθερή (οριακή) ταχύτητα u , που θα αποκτήσει τελικά ο αγωγός. (10 m/s)
- Γ)** τη θερμική ενέργεια που εκλύθηκε από τις αντιστάσεις μέχρι τη στιγμή που η ράβδος αποκτάει την οριακή ταχύτητα. (26 J)
- Δ)** το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας τη χρονική στιγμή t_1 , που η δύναμη Laplace ισούται με 4 N . (8 J/s)
- Ε)** το φορτίο που θα περάσει από την αντίσταση R_2 σε χρονικό διάστημα τεσσάρων δευτερολέπτων, αφού η ράβδος αρχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα. (20 C)
- Δίνεται $g=10\text{ m/s}^2$.

Δ2. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους $L=0,5\text{ m}$, μάζας $m=0,6\text{ kg}$, έχει ωμική αντίσταση $R_1=1\Omega$ και συγκρατείται ακίνητη πάνω στους κατακόρυφους, αγωγίσιμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς $A\gamma_1$ και $\Gamma\gamma_2$. Στο χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{ T}$, κάθετο στη ράβδο ΚΛ, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τα άκρα Α, Γ συνδέονται με λαμπτήρα αντίστασης R_λ και χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας $100\text{ W}/20\text{ V}$. Τη χρονική στιγμή $t=0$, εκτοξεύεται η ράβδος ΚΛ προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα $u_0=10\text{ m/s}$. Κατά τη διάρκεια όλης της κίνησής της η ράβδος δέχεται συνολική τριβή από τους δύο οδηγούς $T=1\text{ N}$. Μετά από μετατόπιση $y=3\text{ m}$, ο αγωγός σταματάει στιγμιαία.



Να υπολογίσετε:

- A)** τη θερμική ισχύ στο λαμπτήρα τη χρονική στιγμή $t=0$. (16W)
- B)** την επιτάχυνση της ράβδου τη χρονική στιγμή $t=0$. (-15 m/s^2)
- Γ)** τη συνολική θερμική ενέργεια που εκλύθηκε μέχρι τη στιγμή που η ράβδος θα σταματήσει στιγμιαία. (12J)
- Δ)** τη σταθερή (οριακή) ταχύτητα u_{op} , που θα αποκτήσει τελικά ο αγωγός και να ελέγξετε αν η διάταξη είναι κατάλληλη για να δουλεύει ο λαμπτήρας κανονικά. (25m/s, ναι)
- Αν τη χρονική στιγμή που η ράβδος περνάει από την θέση που βρισκόταν τη χρονική στιγμή $t=0$, με ταχύτητα $u=u_{op}/5$, να υπολογίσετε για κείνη τη στιγμή:
- Ε)** τη διαφορά δυναμικού στη ράβδο ΚΛ. (4V)
- ΣΤ)** το ρυθμό μεταβολής της ορμής της ράβδου. (4N)
- Ζ)** τη συνολική θερμική ενέργεια που εκλύθηκε στις αντιστάσεις. (16,5J)
- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{ m/s}^2$.