

ΘΕΜΑ Α

A1. δ

A2. β

A3. α

A4. δ

A5. α) Λάθος

β) Σωστό

γ) Σωστό

δ) Σωστό

ε) Λάθος

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή απάντηση είναι η (γ).

Λόγω της αρχής της διατήρησης ενέργειας ισχύει: $E = E' + K_e \Rightarrow K_e = E - E'$

Για να είναι μέγιστη κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου ($K_e = \max$), θα πρέπει να είναι ελάχιστη η ενέργεια του σκεδαζόμενου φωτονίου ($E' = \min$).

Από την σχέση $E' = \frac{h \cdot c}{\lambda'}$ προκύπτει ότι το λ' πρέπει να είναι μέγιστο ($\lambda' = \max$). Οπότε:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e \cdot c} (1 - \cos \theta) \Rightarrow \lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e \cdot c} (1 - \cos \theta)$$

$$\lambda' = \max \text{ όταν } \theta = 180^\circ. \text{ Οπότε: } \lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e \cdot c} (1 - \cos 180^\circ) \Rightarrow \lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e \cdot c} (1 - (-1)) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda' = \lambda + \frac{2h}{m_e \cdot c} \Rightarrow \lambda' = \frac{h}{m_e \cdot c} + \frac{2h}{m_e \cdot c} \Rightarrow \lambda' = \frac{3h}{m_e \cdot c} \Rightarrow \boxed{\lambda' = 3\lambda}$$

$$\Pi\% = \frac{\Delta E}{E} \cdot 100\% = \frac{E' - E}{E} \cdot 100\% = \frac{\frac{h \cdot c}{\lambda'} - \frac{h \cdot c}{\lambda}}{\frac{h \cdot c}{\lambda}} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}}{\frac{1}{\lambda}} \cdot 100\% = \frac{\lambda - \lambda'}{\lambda' \cdot \lambda} \cdot 100\% \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Pi\% = \frac{\lambda - \lambda'}{\frac{1}{\lambda}} \cdot 100\% = \frac{\lambda - \lambda'}{\lambda'} \cdot 100\% = \frac{\lambda - 3\lambda}{3\lambda} \cdot 100\% = \frac{-2\lambda}{3\lambda} \cdot 100\% = \frac{-2}{3} \cdot 100\% \Rightarrow \boxed{\Pi\% = -\frac{200}{3}\%}$$

B2. Σωστή απάντηση είναι η (γ).

Θα πρέπει: $\tau_{T_N} \geq \tau_{B_x} + \tau_{B_y} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{T_N \cdot d \geq B_x \cdot d + B_y \cdot \ell} \quad (1)$$

Όπου:

- $d = R - h \Rightarrow d = R - 0,4 \cdot R \Rightarrow d = 0,6 \cdot R$

- $\ell = \sqrt{R^2 - d^2} \Rightarrow \ell = \sqrt{R^2 - (0,6 \cdot R)^2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \ell = \sqrt{R^2 - 0,36 \cdot R^2} \Rightarrow \ell = \sqrt{0,64 \cdot R^2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \ell = 0,8 \cdot R$

- $B_x = B \cdot \eta\mu\varphi \Rightarrow B_x = 0,6 \cdot B$

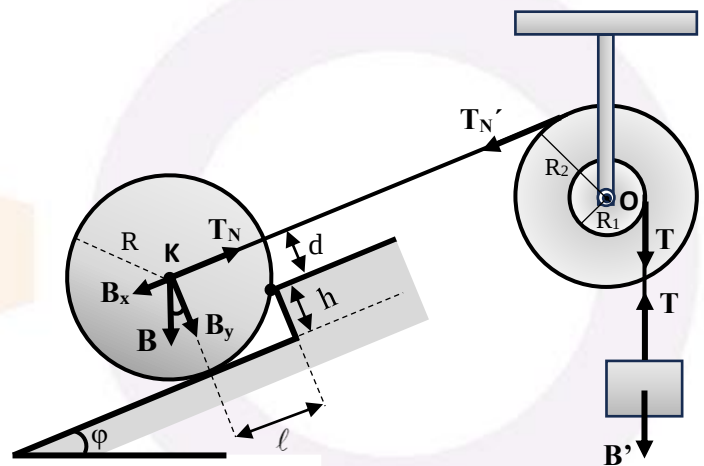
- $B_y = B \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow B_y = 0,8 \cdot B$

- Η τροχαλία ισορροπεί: $\Sigma\tau_o = 0 \Rightarrow \tau_{T'_N} + \tau_{T'} = 0 \Rightarrow T'_N \cdot R_2 = T' \cdot R_1$
 $\xRightarrow{T_N = T'_N, T = T' = B'} T_N \cdot R_2 = B' \cdot R_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow T_N \cdot R_2 = B' \cdot \frac{R_2}{3} \Rightarrow T_N = \frac{B'}{3}$

Οπότε από (1): $T_N \cdot d \geq B_x \cdot d + B_y \cdot \ell \Rightarrow \frac{B'}{3} \cdot 0,6 \cdot R \geq 0,6 \cdot B \cdot 0,6 \cdot R + 0,8 \cdot B \cdot 0,8 \cdot R \Rightarrow$

$$\Rightarrow 0,2 \cdot B' \geq 0,36 \cdot B + 0,64 \cdot B \Rightarrow 0,2 \cdot B' \geq B \Rightarrow B' \geq \frac{B}{0,2} \Rightarrow \boxed{B' \geq 5B}$$

Το ελάχιστο βάρος B' ώστε ο τροχός να υπερπηδήσει το σκαλοπάτι είναι: $\boxed{B' = 5B}$



B3. Σωστή απάντηση είναι η (β).

Στη θέση Α ισχύει: $r_1 - r_2 = N\lambda \Rightarrow 2\alpha - d = N\lambda$

Πρώτη ενισχυτική συμβολή προκύπτει για $N=1$, οπότε είναι $2\alpha - d = \lambda \Rightarrow \boxed{d = 2\alpha - \lambda} \quad (1)$

Στη θέση Α' ισχύει: $r_1 - r_2 = (2N+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 2\beta - d = (2N+1)\frac{\lambda}{2}$

Τρίτη ακυρωτική συμβολή προκύπτει για $N=2$, οπότε είναι $2\beta - d = (2 \cdot 2 + 1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow 2\beta - d = \frac{5\lambda}{2} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} 2\beta - 2\alpha + \lambda = \frac{5\lambda}{2} \Rightarrow 2\beta - 2\alpha = \frac{5\lambda}{2} - \lambda \Rightarrow 2(\beta - \alpha) = \frac{3\lambda}{2} \Rightarrow \boxed{(\beta - \alpha) = \frac{3\lambda}{4}}$$

ΘΕΜΑ Γ

$$\text{Γ1. } K_{\text{καθ}} = h \cdot f - \varphi \stackrel{f=f_0}{K_{\text{καθ}}=0} \Rightarrow 0 = h \cdot f_0 - \varphi_A \Rightarrow \varphi_A = 6,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Γ2. } K_{\text{καθ}} = P \cdot c - \varphi \Rightarrow P = \frac{K_{\text{καθ}} + \varphi}{c} \Rightarrow P = \frac{18 \cdot 10^{-19} + 6,6 \cdot 10^{-19}}{3 \cdot 10^8} \Rightarrow P = 8,2 \cdot 10^{-27} \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Γ3. Η ταχύτητα των εξερχόμενων φωτοηλεκτρονίων από την κάθοδο:

$$K_{\text{καθ}} = \frac{1}{2} m_e u^2 \Rightarrow u = \sqrt{\frac{2 \cdot K_{\text{καθ}}}{m_e}} \Rightarrow u = \sqrt{\frac{2 \cdot 18 \cdot 10^{-19}}{9 \cdot 10^{-31}}} \Rightarrow u = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Στην οριζόντια διεύθυνση η ταχύτητα του σωματιδίου είναι σταθερή ($u = u_x$):

$$L = u_x \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{L}{u_x} \Rightarrow \Delta t = \frac{2 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^6} \Rightarrow \Delta t = 10^{-7} \text{ s}$$

Η κίνηση του σωματιδίου κατά την κατακόρυφη διεύθυνση είναι επιταχυνόμενη με επιτάχυνση:

$$\alpha = \frac{F_{\eta\lambda}}{m_e} \Rightarrow \alpha = \frac{E \cdot |e|}{m_e} \Rightarrow \alpha = \frac{\frac{180}{1,6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9 \cdot 10^{-31}} \Rightarrow \alpha = 2 \cdot 10^{13} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{και } u_y = \alpha \cdot \Delta t \Rightarrow u_y = 2 \cdot 10^{13} \cdot 10^{-7} \Rightarrow u_y = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Οπότε: } u_1 = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} \Rightarrow u_1 = 2\sqrt{2} \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ με } \varepsilon\varphi\theta = \frac{u_x}{u_y} \Rightarrow \varepsilon\varphi\theta = 1 \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

$$y = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \Delta t^2 \Rightarrow y = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{13} \cdot 10^{-14} \Rightarrow y = 1 \cdot 10^{-1} \text{ m} \Rightarrow y = 10 \text{ cm}$$

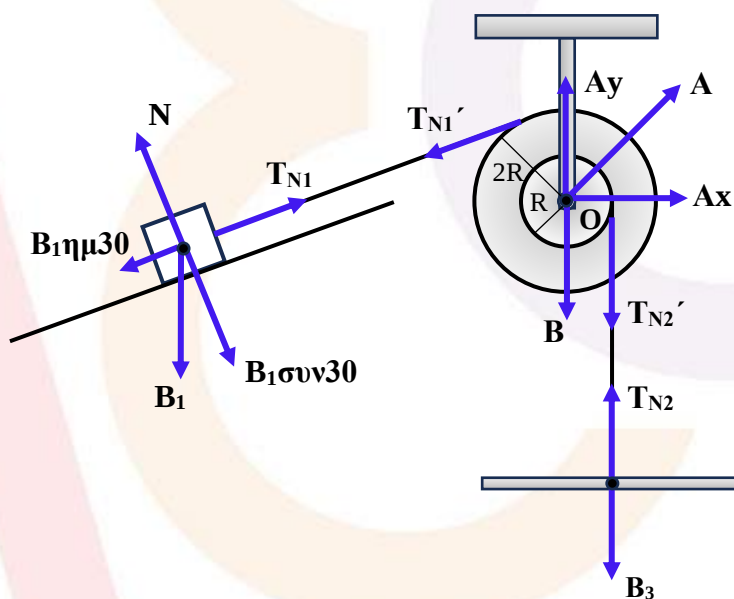
$$\Gamma 4. T = \frac{2\pi \cdot m_e}{B \cdot |e|} \Rightarrow T = \frac{2\pi \cdot 9 \cdot 10^{-31}}{\frac{\pi}{8} \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow T = 9 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\text{Το βήμα της έλικας: } \beta = T \cdot u_{1,x} \Rightarrow \beta = T \cdot u_1 \cdot \sin \frac{\pi}{4} \Rightarrow \beta = 9 \cdot 10^{-8} \cdot 2\sqrt{2} \cdot 10^6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \beta = 18 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\Gamma 5. N = \frac{x}{\beta} \Rightarrow N = \frac{1,8}{0,18} \Rightarrow N = 10$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



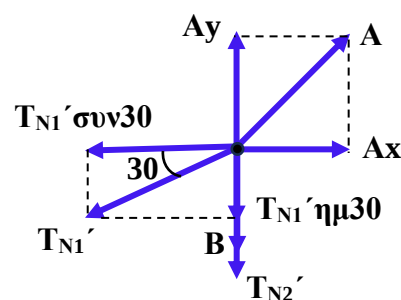
$$\text{Για το σώμα } m_1: \Sigma F_x = 0 \Rightarrow m_1 \cdot g \cdot \eta\mu 30 = T_{N1} \Rightarrow \boxed{T_{N1} = 15 \text{ N} = T_{N1}'}$$

$$\Sigma \tau_O = 0 \Rightarrow T_{N1}' \cdot 2R = T_{N2}' \cdot R \Rightarrow \boxed{T_{N2}' = 30 \text{ N} = T_{N1}'}$$

$$\text{Για το σώμα } m_2: \Sigma F_y = 0 \Rightarrow T_{N2}' = m_3 \cdot g \Rightarrow \boxed{m_3 = 3 \text{ kg}}$$

$$\text{Για την τροχαλία: } \Sigma F_x = 0 \Rightarrow A_x = T_{N1}' \cdot \sigma\upsilon\nu 30 = 7,5\sqrt{3} \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow A_y = M \cdot g + T_{N2}' + T_{N1}' \cdot \eta\mu 30 = 57,5 \text{ N}$$



$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{3.306,25 + 168,75} = \sqrt{3475} \approx 59\text{N}$$

Δ2. $V_{\text{EN}} = \frac{V}{\sqrt{2}} = 10\text{V}$ και $V_{\Lambda} = V_{\text{EN}} = 10\text{V}$

$$E_{\text{H}\Lambda} = I_{\text{EN}}^2 \cdot R_{\Lambda} \cdot t = \frac{V_{\text{EN}}^2}{R_{\Lambda}} \cdot t \Rightarrow R_{\Lambda} = \frac{V_{\text{EN}}^2 \cdot t}{E_{\text{H}\Lambda}} = \frac{100 \cdot 60}{1200} \Rightarrow \boxed{R_{\Lambda} = 5\Omega}$$

$$I_{\text{EN}} = \frac{V_{\text{EN}}}{R} = \frac{10}{5} \Rightarrow \boxed{I_{\text{EN}} = 2\text{A}}$$

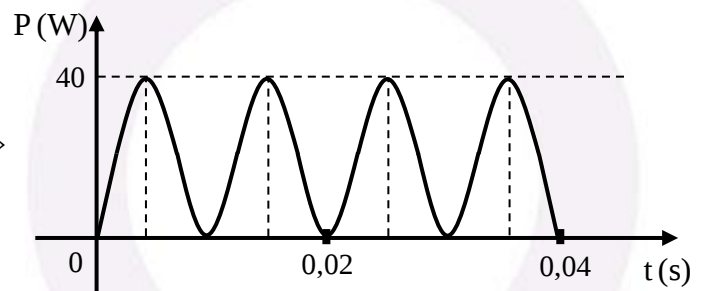
$$P_{\Lambda} = V_{\text{EN}} \cdot I_{\text{EN}} \Rightarrow \boxed{P_{\Lambda} = 20\text{W}}$$

$$\text{και } I = I_{\text{EN}} \cdot \sqrt{2} \Rightarrow \boxed{I = 2\sqrt{2}\text{A}}$$

$$P = u \cdot i = V \cdot I \cdot \eta \mu^2 (\omega t) = 10\sqrt{2} \cdot 2\sqrt{2} \cdot \eta \mu^2 (100\pi t) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = 40 \cdot \eta \mu^2 (100\pi t) \text{ (S.I.)}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f_p = 50\text{Hz}, T_p = \frac{1}{f_p} = 0,02\text{sec}$$



Δ3. Η ράβδος αρχικά εκτελεί ελεύθερη πτώση: $u = g \cdot t \Rightarrow u = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$E_{\text{ΕΠ},1} = B \cdot u_1 \cdot l = 30\text{V}, I_1 = \frac{E_{\text{ΕΠ},1}}{R_2 + R_{\Lambda}} = \frac{30}{6} = 5\text{A}$$

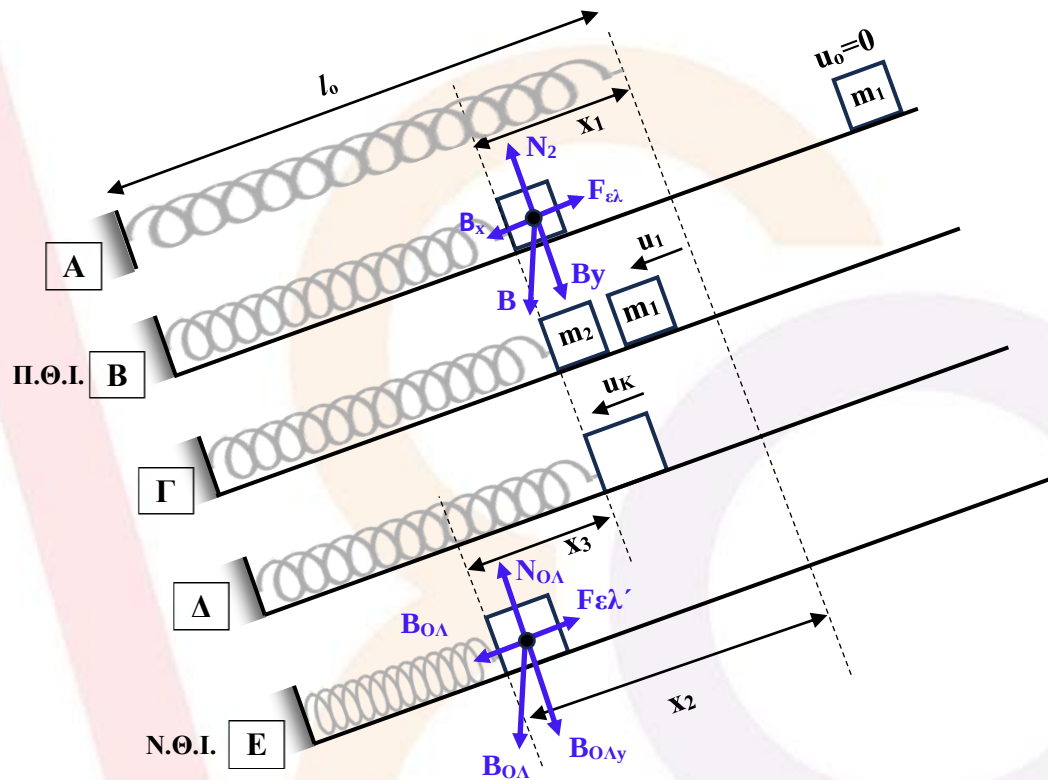
$F_{L,1} = B \cdot I_1 \cdot \ell = 1 \cdot 5 \cdot 3 = 15\text{N}$ και $B_3 = m_3 \cdot g = 30\text{N}$. Οπότε η ράβδος επιταχύνεται (όχι ομαλά) μέχρι να αποκτήσει u_{op} .

Για την οριακή ταχύτητα: $\Sigma F = 0 \Rightarrow B \cdot I_{\text{op}} \cdot \ell = m_3 \cdot g \Rightarrow I_{\text{op}} = 10\text{A}$

$$I_{\text{op}} = \frac{B \cdot u_{\text{op}} \cdot \ell}{R_1 + R_{\Lambda}} \Rightarrow u_{\text{op}} = \frac{10 \cdot 6}{3} \Rightarrow u_{\text{op}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Όταν $u = u_{\text{op}} \Rightarrow (I_{\text{op}} = 10\text{A}) > (I_1 = I_{\text{EN}} = 2\text{A})$, οπότε υπερλειτουργεί με κίνδυνο να καεί.

Δ4.



(Ε) Θ.Ι. για το συσσωμάτωμα: $(m_1 + m_2) \cdot g \cdot \eta\mu 30 = k \cdot x_2$ (1)

Σε μια τυχαία θέση απομάκρυνσης x από την Θ.Ι.: $\Sigma F = -F'_{ελ} + (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \eta\mu 30 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Sigma F = -k \cdot (x_2 + x) + (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \eta\mu 30 \Rightarrow \Sigma F = -k \cdot x_2 - k \cdot x + (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \eta\mu 30 \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \boxed{\Sigma F = -k \cdot x}$

Αφού είναι της μορφής $\Sigma F = -D \cdot x$, το σώμα εκτελεί α.α.τ. με $D = k = 50 \frac{N}{m}$

(Β) Θ.Ι. για το m_2 : $m_2 \cdot g \cdot \eta\mu 30 = k \cdot x_1 \Rightarrow x_1 = 0,1m$

(Ε) Θ.Ι. για το $(m_1 + m_2)$: $(m_1 + m_2) \cdot g \cdot \eta\mu 30 = k \cdot x_2 \Rightarrow x_2 = 0,4m$

Οπότε: $x_3 = x_2 - x_1 = 0,3m$

$$\Theta.M.K.E (B) \rightarrow (\Gamma) \text{ για το } m_1: \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot u_1^2 - 0 = m_1 \cdot g \cdot \eta \mu 30^\circ \cdot S \Rightarrow u_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \eta \mu 30^\circ \cdot S} \Rightarrow \boxed{u_1 = 4 \frac{m}{s}}$$

$$A.A.O. (\Gamma) \rightarrow (\Delta): m_1 \cdot u_1 = (m_1 + m_2) \cdot u_K \Rightarrow \boxed{u_K = 3 \frac{m}{s}}$$

$$(\Delta) A.A.E.T.: \frac{1}{2} \cdot k \cdot x_3^2 + \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) \cdot u_K^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot A^2 \Rightarrow \boxed{A = 0,9m}$$

$$\Delta 5. K_{\tau\alpha\lambda} = 8U_{\tau\alpha\lambda}$$

A.A.E.T.:

$$K_{\tau\alpha\lambda} + U_{\tau\alpha\lambda} = E_{O\Lambda} \Rightarrow 9U_{\tau\alpha\lambda} = E_{O\Lambda} \Rightarrow 9 \cdot \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot A^2 \Rightarrow x^2 = \frac{A^2}{9} \Rightarrow x' = \pm \frac{A}{3} \Rightarrow \boxed{x' = \pm 0,3m}$$

Έχει περάσει την $\Theta.I.$, οπότε $x' = -0,3m$ και αφού είναι η δεύτερη φορά, θα είναι σε φάση ανόδου.

$$\frac{dP}{dt} = \Sigma F = -Dx = -50 \cdot (-0,3) \Rightarrow \frac{dP}{dt} = 15 N$$

$$A.A.E.T.: \frac{1}{2} \cdot D \cdot x'^2 + \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) \cdot u'^2 = \frac{1}{2} \cdot D \cdot A^2 \Rightarrow u' = \sqrt{\frac{D}{m_1 + m_2} (A^2 - x'^2)} =$$

$$= \sqrt{\frac{50}{4} \left(\frac{81}{100} - \frac{9}{100} \right)} = \sqrt{\frac{50}{4} \frac{72}{100}} = \sqrt{9} \Rightarrow \boxed{u' = 3 \frac{m}{s}}$$

$$\text{Οπότε } \frac{dK}{dt} = \Sigma F \cdot u = 45 \frac{J}{s}$$

