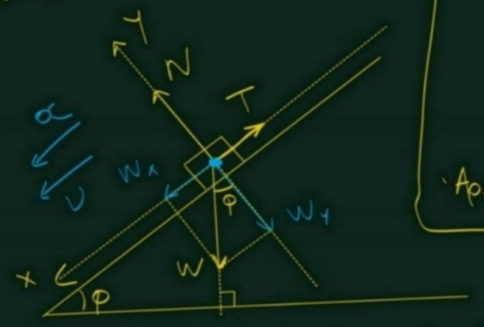
Ασκ. 13 σελ. 158.

α) Στο σώμα ασκούνται τρεις δυνάμεις.



Η τριβή Τ από το κεκλιμένο επίπεδο
Η κάθετη δύναμη N από το κεκλ. επίπεδο
Το βάρος W από τη Γη.

β) $T = \mu N$

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = W_y \Rightarrow$

$N = W \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow$

$N = mg \cdot \sigma\upsilon\nu 30^\circ \Rightarrow$

$N = 1 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow N = 5\sqrt{3}\ N$

Άρα: $T = \mu N = \frac{\sqrt{3}}{6} \cdot 5\sqrt{3} \Rightarrow$

$T = \frac{3}{6} \cdot 5 \Rightarrow$

$T = 2,5N$

γ) $W_x = W \cdot \eta\mu\varphi \Rightarrow$

$W_x = mg \cdot \eta\mu\varphi \Rightarrow$

$W_x = 1 \cdot 10 \cdot \eta\mu 30^\circ \Rightarrow$

$W_x = 10 \cdot \frac{1}{2} = 5N$

$\Sigma F_x = ma \Rightarrow$

$W_x - T = ma \Rightarrow$

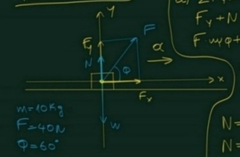
$5 - 2,5 = 1 \cdot a \Rightarrow$

$a = 2,5\ m/s^2$

$S = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow$

$S = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot 1^2 \Rightarrow S = 1,25\ m$

Aw 22 str 159



$m = 10\,kg$

$F = 40\,N$

$\varphi = 60°$

$\sqrt{3} \simeq 1{,}7$

a) $\sum F_y = 0 \Rightarrow$

$F_y + N - W = 0 \Rightarrow$

$F \sin\varphi + N - mg = 0 \Rightarrow$

$40 \sin 60° + N - 10 \cdot 10 = 0 \Rightarrow$

$40 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + N - 100 = 0 \Rightarrow$

$N = 100 - 20\sqrt{3} \Rightarrow$

$N = 100 - 20 \cdot 1{,}7 \Rightarrow$

$N = 66\,N$

b) $\sum F_x = ma \Rightarrow F_x = ma \Rightarrow$

$F \cos\varphi = ma \Rightarrow$

$40 \cos 60° = 10\,a \Rightarrow$

$40 \cdot \frac{1}{2} = 10 \cdot a \Rightarrow$

$20 = 10\,a \Rightarrow$

$a = 2\,m/s^2$

c)

$0 \to 1 \to 2 \to 3 \to 4 \to 5$

$1^s \quad 2^s \quad 3^s \quad 4^s \quad 5^s$

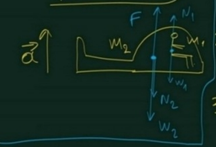
$S(t) = \frac{1}{2} a t^2$

$S(4) = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4^2 = 16\,m$

$S(5) = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 5^2 = 25\,m$

Aw. $S = S(5) - S(4) = 25 - 16 = 9\,m$

Ασκ. 8 σελ. 158:



Ελιγμός:

1) Βάρος $\vec{W_2}$ από τη Γη.

2) $\vec{N_2}$ από τον άνθρωπο στο ελιγμός (αντίδραση της $\vec{N_1}$, οπότε $\vec{N_2} = -\vec{N_1}$)

3) Λυγωτική δύναμη $\vec{F}$ από τη γυναίκα.

α) Τρόπος:

1) Βάρος $\vec{W_1}$ από Γη.

2) Κάθετη δύναμη $\vec{N_1}$ από κάθισμα ελιγμού.

β) Για τον άνθρωπο.

$\Sigma F_1 = m_1 a \Rightarrow$

$N_1 - W_1 = m_1 \alpha \Rightarrow$

$N_1 - m_1 g = m_1 \alpha$ (1)

Για το ελιγμό

$\Sigma F_2 = m_2 \alpha \Rightarrow$

$F - N_2 - W_2 = m_2 \alpha \Rightarrow$

$F - N_2 - m_2 g = m_2 \alpha$ (2)

Κατά μέτρο $N_1 = N_2$

Προσθέτουμε τις (1) και (2):

$\cancel{N_1} - m_1 g + F - \cancel{N_2} - m_2 g = m_1 \alpha + m_2 \alpha \Rightarrow$

$F - (m_1 + m_2) g = (m_1 + m_2) \alpha \Rightarrow F = (m_1 + m_2)(g + \alpha)$

Άρα: $F = (1920+80) \cdot (10+2) \Rightarrow$

$F = 2000 \cdot 12 \Rightarrow$

$F = 24000\,N$

γ) Για τον άνθρωπο:

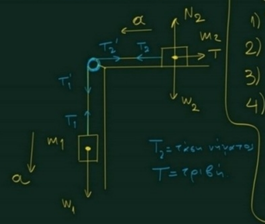
$N_1 - m_1 g = m_1 a \Rightarrow$

$N_1 = m_1 (g+a) \Rightarrow$

$N_1 = 80 \cdot (10+2) \Rightarrow N_1 = 960\,N$

δύναμη από το κάθισμα

Ασκ 12 σελ 158.



α) Το m_2 δέχεται τέσσερις δυνάμεις:

1) T_2 (τάση νήματος)
2) W_2 (βάρος)
3) N_2 (κάθετη δύναμη)
4) $T = \mu N_2$ (τριβή ολίσθησης)

Το m_1 δέχεται δύο δυνάμεις:

1) W_1 (βάρος)
2) T_1 (τάση νήματος)

Η τροχαλία είναι αβάρής, οπότε ισχύει:

$T_1' = T_2'$

Το νήμα είναι αβαρές, οπότε ισχύει:

$T_2 = T_2'$ και

$T_1 = T_1'$

Άρα:

$T_1 = T_2 = T_1' = T_2'$

β) Για το m_1 έχουμε:

$$\Sigma F_1 = m_1 a \Rightarrow m_1 g - T_1 = m_1 a \quad (1)$$

Για το m_2 έχουμε:

$$\Sigma F_{2x} = m_2 a \Rightarrow T_2 - T = m_2 a \quad (2)$$

$$\Sigma F_{2y} = 0 \Rightarrow N_2 = W_2$$

$$T = \mu N_2 \Rightarrow T = \mu m_2 g \quad (3)$$

γ) Προσθέτουμε τις (1) κ (2) και αντικαθιστούμε την T από την (3):

$$m_1 g - \cancel{T_1} + \cancel{T_2} - T = m_1 a + m_2 a \Rightarrow$$

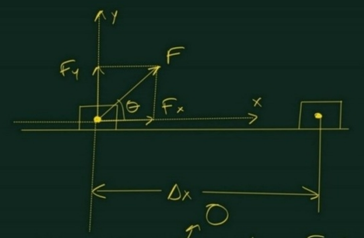
(επειδή $T_1 = T_2$)

$$m_1 g - \mu m_2 g = (m_1 + m_2) a \Rightarrow$$

$$80 - 0{,}25 \cdot 120 = (8+12) a \Rightarrow$$

$$80 - 30 = 20 a \Rightarrow$$

$$\frac{50}{20} = \frac{\cancel{20} a}{\cancel{20}} \Rightarrow a = 2{,}5\, m/s^2$$

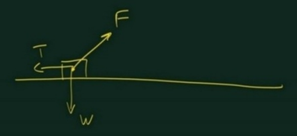


Αν $0 < \theta < 90^\circ$
$\sigma\upsilon\nu\theta > 0$ και $W_F > 0$
Αν $90^\circ < \theta < 180^\circ$
$\sigma\upsilon\nu\theta < 0$ και $W_F < 0$
Αν $\theta = 0^\circ$ τότε $\sigma\upsilon\nu\theta = 1$ και $W_F = F\Delta x$
Αν $\theta = 90^\circ$ " $\sigma\upsilon\nu\theta = 0$ και $W_F = 0$

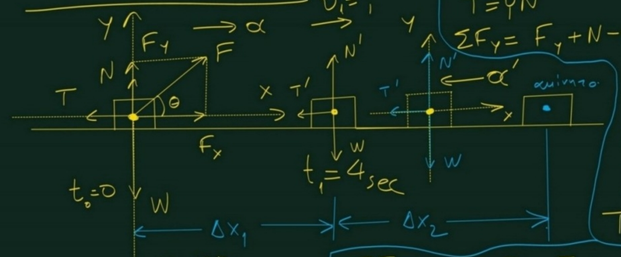
$$W_F = W_{F_x} + \cancelto{0}{W_{F_y}} = W_{F_x} = F_x\,\Delta x = F\cdot\sigma\upsilon\nu\theta\cdot\Delta x \Rightarrow$$

$$\boxed{W_F = F\cdot\Delta x\cdot\sigma\upsilon\nu\theta}$$

$W_{F_y} = 0$ επειδή $\vec{F_y} \perp \Delta\vec{x}$
(οι δυνάμεις που είναι κάθετες στη μετατόπιση δεν παράγουν έργο).


F
T
W

Παράδειγμα άσκησης.



$F=100N$ $m=10kg$

$ημθ=0,6$ $μ=0,2$

$συνθ=0,8$

α) Να βρεθεί η επιτάχυνση

$T=μN$

$ΣF_y = F_y + N - W = 0 \Rightarrow N = W - F_y \Rightarrow$

$N = mg - F\cdot ημθ \Rightarrow$

$N = 100 - 10\cdot 0,6 \Rightarrow$

$N = 40N$

$T = 0,2\cdot 40 = 8N$

$ΣF_x = ma \Rightarrow F_x - T = ma \Rightarrow$

$F\cdot συνθ - T = ma \Rightarrow 100\cdot 0,8 - 8 = 10a \Rightarrow$

$80 - 8 = 10a \Rightarrow a = 7,2 m/s^2$

β) Να βρεθεί η υ_1 την $t_1 = 4sec$.

$\upsilon_1 = a t_1 = 7,2 \cdot 4 = 27,8\ m/s$.

γ) Να βρεθεί η μετατόπιση Δx_1

$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 7,2 \cdot 4^2 = 3,6 \cdot 16\ m$

δ) Τη στιγμή $t_1 = 4sec$ καταργείται η δύναμη F οπότε το σώμα επιβραδύνεται λόγω της τριβής T' (που είναι διαφορετική από την T)

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N' - mg = 0 \Rightarrow N' = mg$.

$T' = \mu N' = \mu mg$.

$\Sigma F_x = T' = ma' \Rightarrow$

$\mu mg = ma' \Rightarrow a' = \mu g$

(επιβραδύνση)

$\Delta x_2 = \frac{\upsilon_1^2}{2a'} = \frac{27,8^2}{2\mu g} =$

$= \frac{27,8^2}{2 \cdot 0,2 \cdot 10} = \frac{27,8^2}{4}\ m$

Αλλά αυτό θέλει απόδειξη.

δ) Να βρεθεί η απόσταση Δx_2 που θα διανύσει το σώμα μέχρι να σταματήσει.

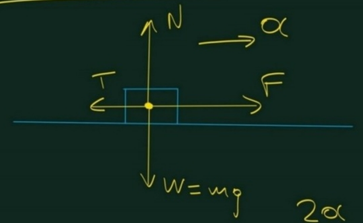
$$v = v_1 - a' t \Rightarrow$$

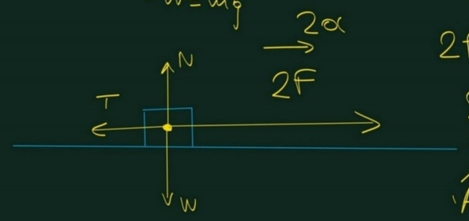
$$0 = v_1 - a' t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_1}{a'}$$

$$\Delta x_2 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a' t_2^2 = v_1 \cdot \frac{v_1}{a'} - \frac{1}{2} a' \cdot \frac{v_1^2}{a'^2} \Rightarrow$$

$$\Delta x_2 = \frac{v_1^2}{a'} - \frac{v_1^2}{2a'} = \frac{v_1^2}{2a'} = \dots$$

Εφ. 30 σελ. 153.





Η τριβή είναι ίδια.

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N - W = 0 \Rightarrow N = mg$.

$T = \mu N \Rightarrow T = \mu mg$.

Άρα: $F - T = ma$ (1η περίπτωση)

$2F - T = m \cdot 2a$ (2η ")

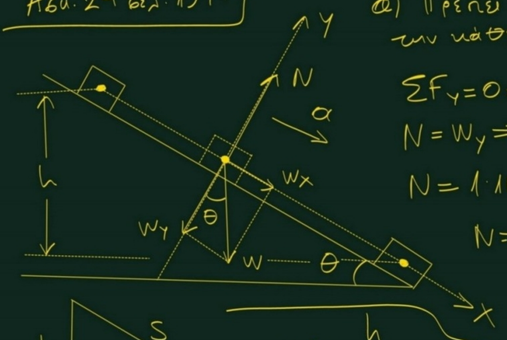
$2F - T = 2ma \Rightarrow$

$2F - T = 2(F - T) \Rightarrow$

$\cancel{2F} - T = \cancel{2F} - 2T \Rightarrow 2T - T = 0 \Rightarrow T = 0$

Άρα δεν υπάρχει τριβή.

Ασκ. 24 σελ. 159.



α) Πρέπει να βρούμε την κάθετη δύναμη N.

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N - W_y = 0 \Rightarrow$

$N = W_y \Rightarrow N = mg \cdot \sigma\upsilon\nu\theta \Rightarrow$

$N = 1 \cdot 10 \cdot \sigma\upsilon\nu 30^\circ \Rightarrow$

$N = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow$

$N = 5\sqrt{3}\,N.$

β) $\Sigma F_x = ma \Rightarrow$

$W_x = ma \Rightarrow$

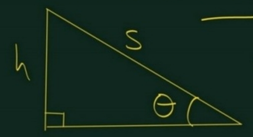
$W \cdot \eta\mu\theta = ma \Rightarrow$

$\cancel{m} \cdot g \cdot \eta\mu\theta = \cancel{m}a \Rightarrow$

$a = g \cdot \eta\mu\theta \Rightarrow$

$a = 10 \cdot \eta\mu 30^\circ \Rightarrow$

$a = 5\,m/s^2$



$\eta\mu\theta = \frac{h}{S} \Rightarrow$

$S = \frac{h}{\eta\mu\theta} \Rightarrow S = \frac{5}{\eta\mu 30^\circ} \Rightarrow S = \frac{5}{\frac{1}{2}} \Rightarrow S = 10\,m$

γ) $S = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow$

$10 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot t^2 \Rightarrow$

$20 = 5t^2 \Rightarrow t^2 = 4 \Rightarrow$

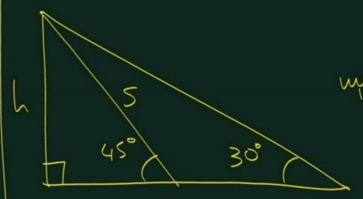
$t = 2 sec$

$U = at \Rightarrow$

$U = 5 \cdot 2 \Rightarrow$

$U = 10 m/s$

δ) Να ξαναγίνουν όλοι οι παραπάνω υπολογισμοί για το ίδιο ύψος $h = 5m$ αλλά για $\theta = 45°$



$\Sigma F_x = ma \Rightarrow$

$mg \cdot \eta\mu\theta = ma \Rightarrow$

$a = g \cdot \eta\mu\theta = 10 \cdot \eta\mu 45° \Rightarrow$

$a = 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow a = 5\sqrt{2} m/s^2$

$\eta\mu 45° = \frac{h}{S} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{5}{S} \Rightarrow$

$S = \frac{5}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = \frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{2}^2} = 5\sqrt{2} m.$

$S = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow \cancel{5\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \cdot \cancel{5\sqrt{2}} \cdot t^2 \Rightarrow t^2 = 2 \Rightarrow t = \sqrt{2} sec$

$U = at = 5\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \Rightarrow U = 10 m/s$ ίδια (αφού: $mgh = \frac{1}{2} m U^2 \Rightarrow U = \sqrt{2gh}$)

Κινητική ενέργεια:

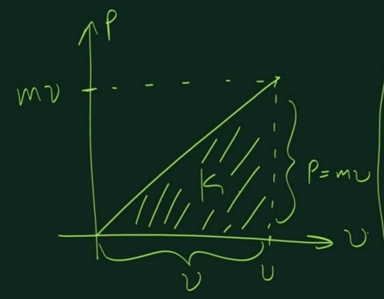
$$K = \frac{1}{2} m\upsilon^2$$

Ορμή:

$$p = m\upsilon$$

Η κινητική ενέργεια είναι η συσσωρευμένη ορμή ενός σώματος.

$$K = \frac{1}{2} m\upsilon^2 = \frac{1}{2} m\upsilon \cdot \upsilon = \frac{1}{2} p \cdot \upsilon$$



K = εμβαδό τριγώνου

$$K = \frac{1}{2} m\upsilon \cdot \upsilon = \frac{1}{2} m\upsilon^2$$

ΘΜΚΕ

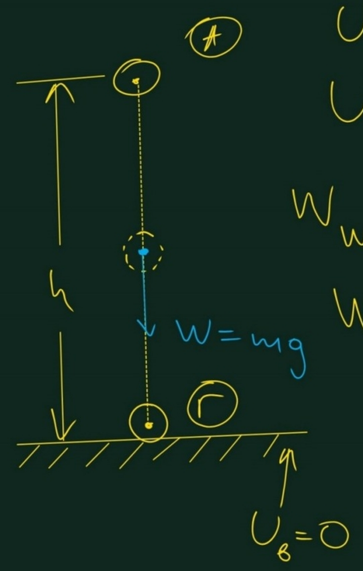
$$\Delta K = \Sigma W = W_{\Sigma F}$$

μεταβολή κινητικής ενέργειας

άθροισμα έργων δυνάμεων

έργο συνισταμένης

Δυναμική ενέργεια βάρους



$U_A = mgh$

$U_\Gamma = 0$

$W_{w(A\to\Gamma)} = U_A - U_\Gamma \Rightarrow$

$W_{w(A\to\Gamma)} = mgh$

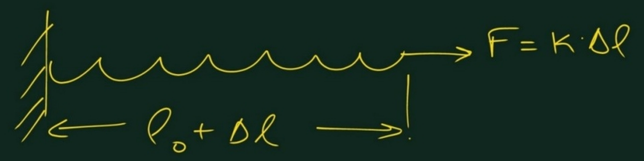
Γενικά το έργο μιας διατηρητικής δύναμης πεδίου, είναι ίσο με τη διαφορά της αρχικής μείον την τελική δυναμική ενέργεια.

$$W_{F(\alpha\rho\chi\to\tau\varepsilon\lambda)} = U_{\alpha\rho\chi} - U_{\tau\varepsilon\lambda}.$$

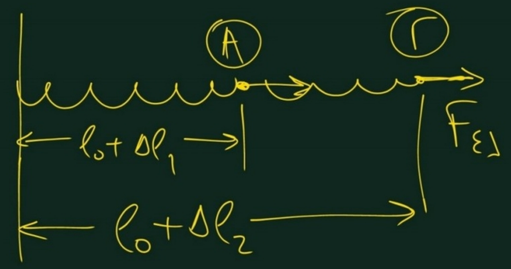
F = δύναμη βάρους, ελατηρίου, ηλεκτρική κ.λ.π

ή $W_{F\,\pi\varepsilon\delta(A\to\Gamma)} = U_A - U_\Gamma$

Δυναμική ενέργεια ελατηρίου



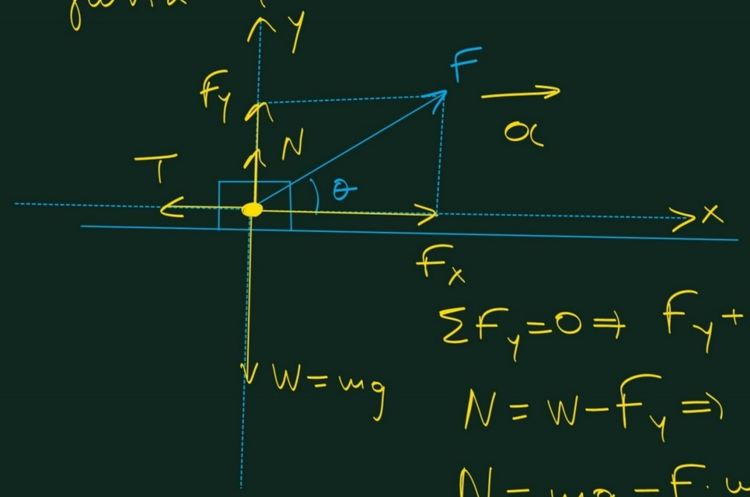
$U_{ελ} = \frac{1}{2} k \cdot \Delta l^2$ l_0 = φυσικό μήκος



$$W_{F_{ελ}(A \to Γ)} = U_{ελ,A} - U_{ελ,Γ} =$$

$$= \frac{1}{2} k \cdot \Delta l_1^2 - \frac{1}{2} k \cdot \Delta l_2^2$$

Αν η δύναμη σχηματίζει γωνία προς τα πάνω έχουμε:



$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_y + N = W \Rightarrow$

$N = W - F_y \Rightarrow$

$N = mg - F\cdot\eta\mu\theta$

$T = \mu N = \mu mg - \mu F\cdot\eta\mu\theta$

$\Sigma F_x = ma \Rightarrow F_x - T = ma \Rightarrow$

$F\cdot\sigma\upsilon\nu\theta - (\mu mg - \mu F\cdot\eta\mu\theta) = ma \Rightarrow$

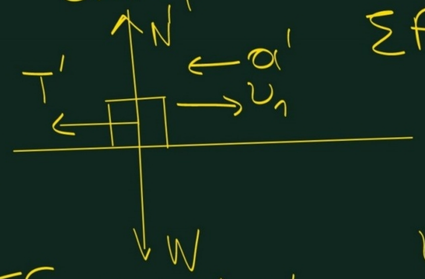
$F\cdot\sigma\upsilon\nu\theta - \mu mg + \mu F\cdot\eta\mu\theta = ma \Rightarrow$

$F\cdot(\sigma\upsilon\nu\theta + \mu\cdot\eta\mu\theta) - \mu mg = ma.$

$\Rightarrow a = \ldots$

$$S = \frac{\upsilon_1^2}{2a'}$$

Αν καταργηθεί η F έχουμε επιβράδυνση α'



$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N' = W$

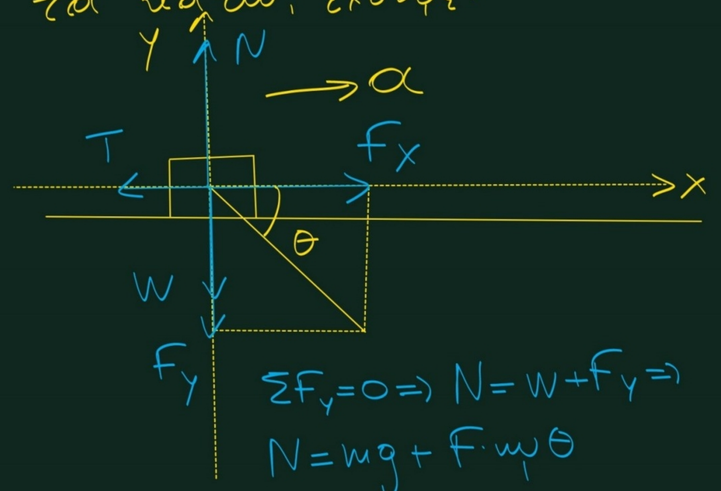
$\Sigma F_x = ma' \Rightarrow$

$T' = ma' \Rightarrow$

$\mu N' = ma' \Rightarrow$

$\mu mg = ma' \Rightarrow a' = \mu g$

Αν η δύναμη είναι υπό γωνία προς τα κάτω, έχουμε:



$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = W + F_y \Rightarrow$

$N = mg + F \cdot \eta\mu\theta$

$T = \mu N = \mu mg + \mu F \cdot \eta\mu\theta$

$\Sigma F_x = m\alpha \Rightarrow F_x - T = m\alpha \Rightarrow$

$F \cdot \sigma\upsilon\nu\theta - (\mu mg + \mu F \cdot \eta\mu\theta) = m\alpha \Rightarrow$

$F \cdot \sigma\upsilon\nu\theta - \mu mg - \mu F \cdot \eta\mu\theta = m\alpha \Rightarrow$

$F(\sigma\upsilon\nu\theta - \mu\eta\mu\theta) - \mu mg = m\alpha \Rightarrow \alpha = \dots$

Αν καταργηθεί η F έχουμε την ίδια επιβράδυνση $\alpha' = \mu g$.

$\upsilon_1 = \alpha t_1$

$S = \upsilon_1 t_2 - \frac{1}{2}\alpha' t_2^2 \Rightarrow S = \upsilon_1 \cdot \frac{\upsilon_1}{\alpha'} - \frac{1}{2}\alpha' \cdot \frac{\upsilon_1^2}{\alpha'^2} \Rightarrow$

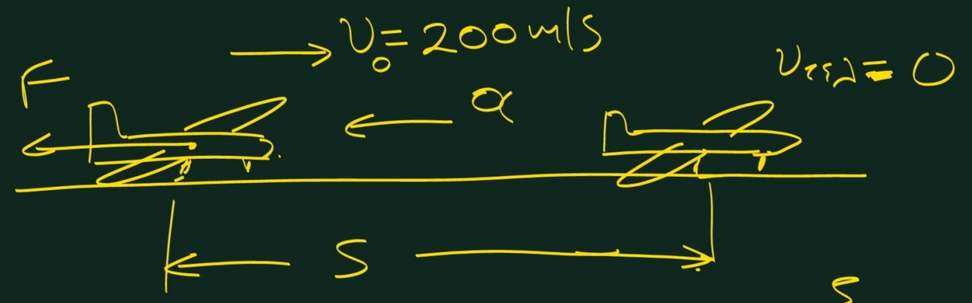
$0 = \upsilon_1 - \alpha' t_2 \Rightarrow$ $\quad S = \frac{\upsilon_1^2}{\alpha'} - \frac{1}{2}\frac{\upsilon_1^2}{\alpha'} = \frac{\upsilon_1^2}{2\alpha'}.$

$t_2 = \frac{\upsilon_1}{\alpha'}$

Δραστηριότητα σελ. 168.

β) $m = 3{,}5 \cdot 10^5\ kg$.

$F = 1{,}75 \cdot 10^6\ N$



$F = m\alpha \Rightarrow 1{,}75 \cdot 10^6 = 3{,}5 \cdot 10^5\ \alpha \Rightarrow$

$\alpha = \frac{1{,}75 \cdot 10^6}{3{,}5 \cdot 10^5} = \frac{1{,}75 \cdot 10}{3{,}5} = \frac{17{,}5}{3{,}5} = 5\ m/s^2$

$S = \frac{\upsilon_0^2}{2\alpha} = \frac{200^2}{2 \cdot 5} = \frac{40.00\cancel{0}}{1\cancel{0}} =$

$S = 4.000\ m$.

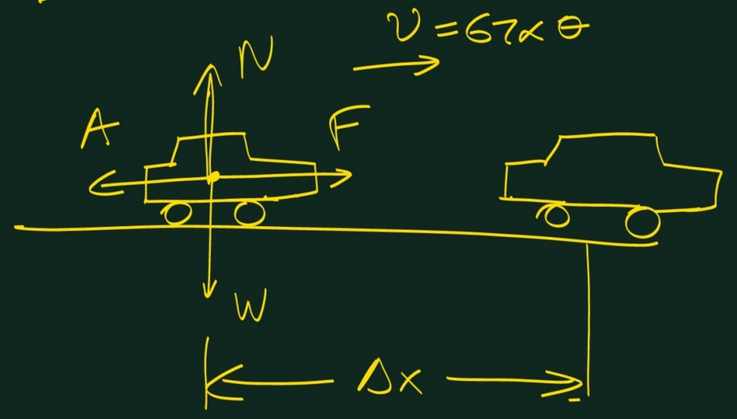
$\upsilon = \upsilon_0 - \alpha t \Rightarrow 0 = \upsilon_0 - \alpha t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{\upsilon_0}{\alpha}$

$S = \upsilon_0 t_1 - \frac{1}{2}\alpha t_1^2 =$

$= \upsilon_0 \cdot \frac{\upsilon_0}{\alpha} - \frac{1}{2}\cancel{\alpha} \cdot \frac{\upsilon_0^2}{\alpha^{\cancel{2}}} =$

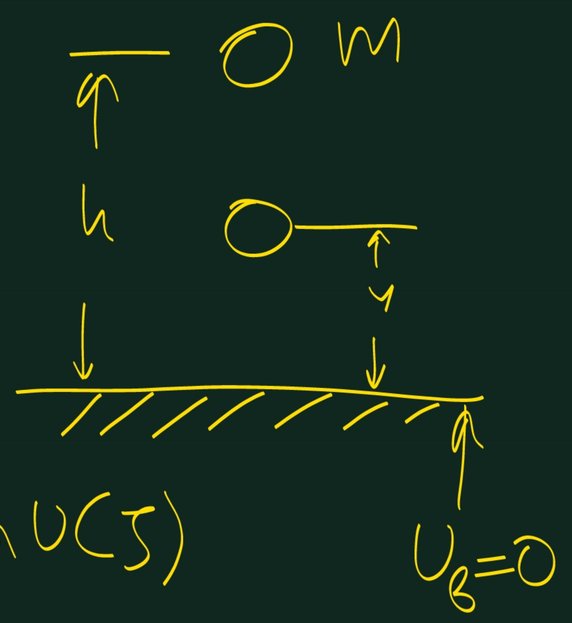
$= \frac{\upsilon_0^2}{\alpha} - \frac{\upsilon_0^2}{2\alpha} = \frac{\upsilon_0^2}{2\alpha}$

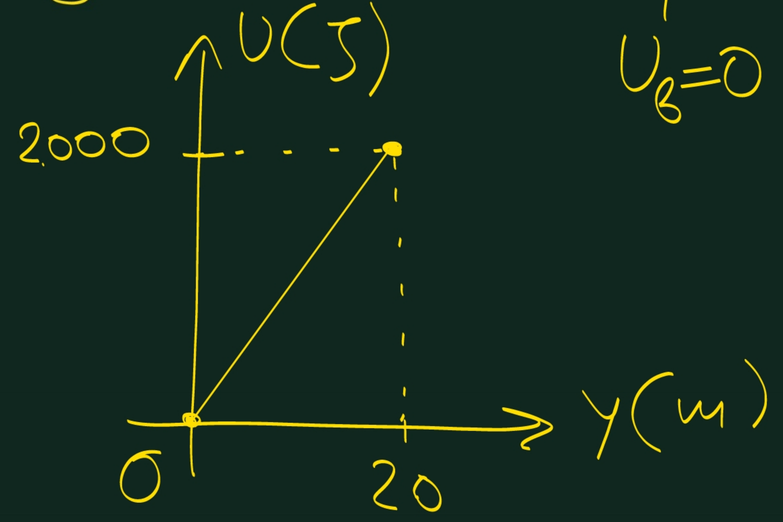
Ασκ. 1 σελ. 193.



$$W_A = -A \cdot \Delta x = -6000\ J$$

Ασκ. 2 σελ. 193





A. Σε ύψος h:

$$U(h) = mgh \Rightarrow$$

$$U(h) = 10 \cdot 10 \cdot 20 \Rightarrow$$

$$U(h) = 2000\ \text{Joule}.$$

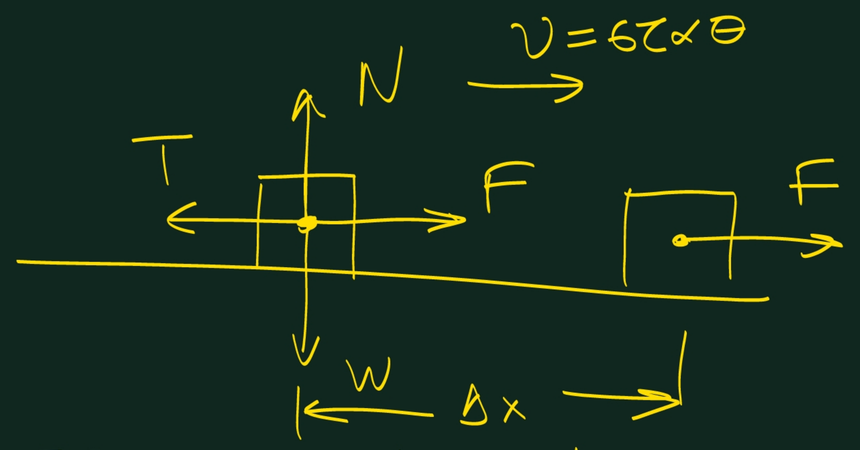
B. Σε ύψος y:

$$U(y) = mgy \Rightarrow$$

$$U(y) = 100\,y$$

$$0 \le y \le 20\ m$$

Ασκ. 9 σελ. 193



$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = W = mg.$

$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F = T$

$T = \mu N = \mu mg.$

$W_F = F \cdot \Delta x$

Άρα: $F = \mu mg.$