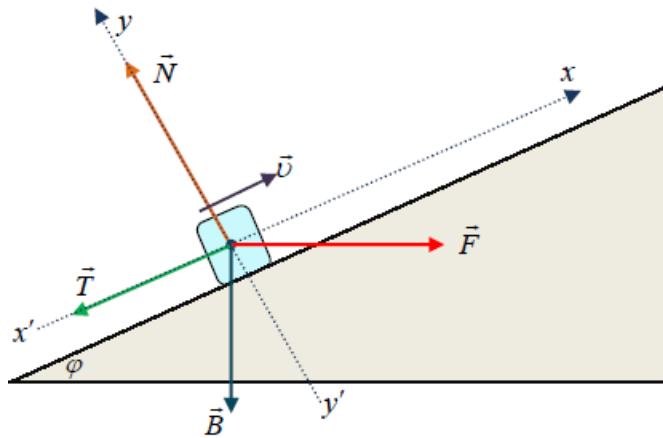


ΕΡΓΟ – ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΘΜΚΕ ΑΣΚΗΣΗ 3

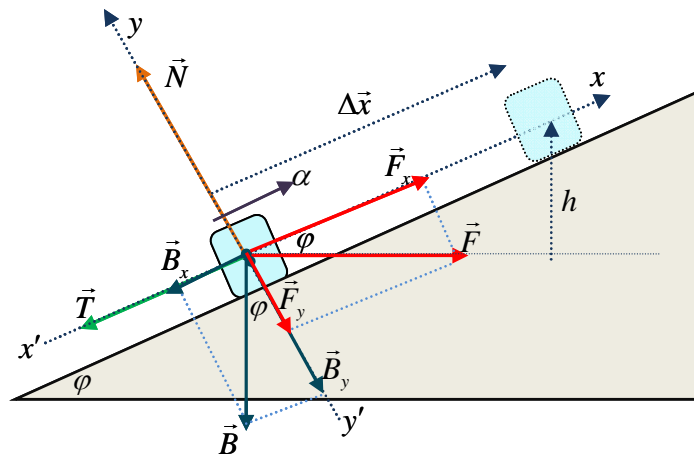
Ένα σώμα μάζας $M = 10\text{Kg}$ κινείται ευθύγραμμα ομαλά με ταχύτητα $v = 1\text{ m/s}$, πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης φ και παρουσιάζει με αυτό συντελεστή τριβής $\mu = 0,5$. Ένας άνθρωπος ασκεί στο σώμα σταθερή οριζόντια δύναμη \vec{F} και το σώμα ανέρχεται με σταθερή επιτάχυνση $a = 2\text{m/s}^2$. Αν το σώμα κινείται για χρόνο $\Delta t = 4\text{s}$ να βρείτε:



- α)** το συνολικό έργο όλων των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα.
- β)** τη μεταβολή στην δυναμική βαρυτική ενέργεια του σώματος.
- γ)** τη χημική ενέργεια που δαπάνησε ο άνθρωπος ασκώντας στο σώμα τη δύναμη \vec{F} .
- δ)** τη θερμική ενέργεια που αναπτύχθηκε λόγω τριβής.
- ε)** τις ενεργειακές μετατροπές που πραγματοποιούνται.

Δίδονται $g = 10\text{m/s}^2$, $\eta\mu\varphi = 0,6$ και $\sigma\upsilon\eta\varphi = 0,8$.

Απάντηση:



α) Για τον άξονα της κίνησης $x'x$ έχω: $\Sigma F_x = M\alpha \rightarrow \Sigma F_x = 20 \text{ N}$.

Στον άξονα $y'y$ το σώμα ισορροπεί, άρα $\Sigma F_y = 0$.

Οπότε η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα είναι η $\Sigma F_x = 20 \text{ N}$.

Σε χρόνο $\Delta t = 4 \text{ s}$, το σώμα μετατοπίζεται κατά

$$\Delta x = v \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \alpha \cdot \Delta t^2 = 1 \cdot 4 + 16 \rightarrow \Delta x = 20 \text{ m}.$$

Εφαρμόζω ΘΜΚΕ για το σώμα από τη θέση που ασκείται η F ($x=0$) μέχρι τη θέση όπου $\Delta x=20\text{m}$:

$$\Delta K = W_{\Sigma F} = W_{\Sigma F_x} = \Sigma F_x \cdot \Delta x = 20 \cdot 20 \Rightarrow \boxed{W_{\Sigma F} = 400 \text{ J}}$$

β) Για την μεταβολή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του σώματος ισχύει:

$$W_B = -\Delta U \Rightarrow \Delta U = -W_B = -(W_{B_x} + W_{B_y}) = -(-B_x \cdot \Delta x) \Rightarrow$$

$$\Delta U = Mg \eta \mu \varphi \Delta x = 10 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 20 \Rightarrow \boxed{\Delta U = 1200 \text{ J}}$$

γ) Πρέπει τώρα να υπολογίσουμε τα μέτρα των δυνάμεων F, N και της τριβής T. Για την κίνηση στον άξονα x'x έχουμε:

$$F_x - B_x - T = Ma \Rightarrow F_x = Ma + Mg\eta\mu\varphi + T \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N - B_y - F_y = 0 \Rightarrow N = Mg\sigma\upsilon\nu\varphi + F\eta\mu\varphi \quad (2)$$

$$\text{Άρα } T = \mu N \xrightarrow{(2)} T = \mu(Mg\sigma\upsilon\nu\varphi + F\eta\mu\varphi) \quad (3)$$

οπότε αντικαθιστώντας τις (2) και (3) στη σχέση (1) έχουμε:

$$F_x = Ma + Mg\eta\mu\varphi + \mu Mg\sigma\upsilon\nu\varphi + \mu F\eta\mu\varphi \Rightarrow$$

$$F\sigma\upsilon\nu\varphi - \mu F\eta\mu\varphi = M(\alpha + g\eta\mu\varphi + \mu g\sigma\upsilon\nu\varphi) \Rightarrow$$

$$F(\sigma\upsilon\nu\varphi - \mu\eta\mu\varphi) = M(\alpha + g\eta\mu\varphi + \mu g\sigma\upsilon\nu\varphi) \Rightarrow F = \frac{M(\alpha + g\eta\mu\varphi + \mu g\sigma\upsilon\nu\varphi)}{(\sigma\upsilon\nu\varphi - \mu\eta\mu\varphi)} \xrightarrow{(SI)}$$

$$F = \frac{10(2 + 6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8)}{(0,8 - 0,5 \cdot 0,6)} = \frac{120}{0,5} \Rightarrow F = 240N \quad \text{οπότε αντικαθιστώντας στην (3) έχουμε:}$$

$$T = 0,5(10 \cdot 8 + 240 \cdot 0,6) \Rightarrow T = 112N.$$

Η χημική ενέργεια που δαπανά ο άνθρωπος, ισούται με το έργο της δύναμης F που ασκεί, στο σώμα.

$$\text{Άρα: } E_{\chi\eta\mu} = W_F = F \cdot \Delta x \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi = 240 \cdot 20 \cdot 0,8 \Rightarrow E_{\chi\eta\mu} = 3840J$$

δ) Η θερμική ενέργεια που αναπτύσσεται λόγω τριβής ισούται με την απόλυτη τιμή του έργου της τριβής, άρα:

$$Q = |W_T| = T \cdot \Delta x = 112 \cdot 20 \Rightarrow Q = 2240J$$

ε) Οι ενεργειακές μετατροπές είναι οι εξής:

➤ Η χημική ενέργεια που χάνει ο άνθρωπος, μεταβιβάζεται στο σώμα μέσω του έργου της δύναμης F.

$$\text{Άρα } E_{\chi\eta\mu} = 3840J$$

➤ Ένα μέρος της $E_{\chi\eta\mu}$, μέσω του έργου της T μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια:

$$\text{Άρα } Q = 2240J$$

➤ Ένα μέρος της $E_{\text{χημ}}$, μέσω του έργου του βάρους μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια:

$$W_B = -\Delta U \Rightarrow \Delta U = -W_{B_x} = -(-B_x \cdot \Delta x) \Rightarrow \Delta U = Mgh_{\text{μφ}} \cdot \Delta x = 10 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 20 \Rightarrow \Delta U = 1200J$$

➤ Ένα μέρος της $E_{\text{χημ}}$, μέσω του έργου της συνισταμένης των δυνάμεων, μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια:

$$W_{\Sigma F_x} = \Delta K \Rightarrow \Delta K = \Sigma F_x \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta K = 20 \cdot 20 \Rightarrow \Delta K = 400J$$

Πράγματι από την *αρχή διατήρησης της ενέργειας* πρέπει να ισχύει:

$$E_{\text{χημ}} = Q + \Delta U + \Delta K \Rightarrow E_{\text{χημ}} = 2240 + 1200 + 400 = 3840J. \text{ Που ισχύει.}$$

ΣΧΗΜΑΤΙΚΑ ΕΧΩ:

