<u>ΛΥΣΗ</u>

1.

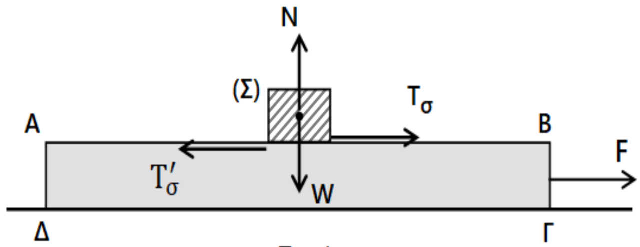
<u>Σώμα Σ:</u> $\Sigma F_\Sigma = m\,\alpha_\Sigma$ ή $T_\sigma = m\,\alpha_\Sigma$ **(1)**

<u>Κιβώτιο:</u> $\Sigma F_K = M\,\alpha_K$ ή $F - T'_\sigma = M\,\alpha_K \xRightarrow{T'_\sigma = T_\sigma} F - T_\sigma = M\,\alpha_K$ **(2)**

Επειδή $\alpha_\Sigma = \alpha_K = \alpha$: $T_\sigma = m\,\alpha$ **(3)**

και $F - T_\sigma = M\,\alpha$ **(4)**

Από (3) , (4) $\Rightarrow \dfrac{F - T_\sigma}{T_\sigma} = \dfrac{M}{m} \Rightarrow$



Σχ. 1

$F.\,m - T_\sigma m = T_\sigma M$ ή

$F.\,m = T_\sigma (M+m)$ ή

$T_\sigma = \dfrac{m}{M+m} F$ **(5)**

$T_\sigma \le T_{\sigma,max} = \mu_\sigma N = \mu_\sigma m g$ **(6)**

Από (5),(6) $\Rightarrow \dfrac{m}{M+m} F \le \mu_\sigma m g$ ή $F \le \mu_\sigma (M+m) g$

$F_{max} = \mu_\sigma (M+m) g$ ή $F_{max} = 6\ N$

2. Για $F = 5\ N$ **($F < F_{max}$)** δεν θα υπάρχει ολίσθηση του Σ πάνω στο κιβώτιο. Θα κινούνται σαν ένα σώμα: Οπότε $W_{T_\sigma} = |T_\sigma|\,|\Delta x|$ Από (5) $T_\sigma = \dfrac{5}{3}\ N$ επομένως $W_{T_\sigma} = \dfrac{10}{3}\ J$ και $W_{T'_\sigma} = -\,|T_\sigma|\,|\Delta x|$ ή $W_{T'_\sigma} = -\dfrac{10}{3}\ J$

Προφανώς $W_{T_\sigma} + W_{T'_\sigma} = 0$ Το συνολικό ενεργειακό αποτέλεσμα των T_σ **και** T'_σ στο σύστημα είναι μηδέν.

Από (1) $\Rightarrow \alpha_\Sigma = \alpha_K = \alpha = \dfrac{5}{3}\ m/s^2$

3. Για $F = 10\ N$ **($F > F_{max}$)** θα έχουμε ολίσθηση του Σ πάνω στο κιβώτιο (προς τα αριστερά ως προς το κιβώτιο)

α. Είναι (κατά μέτρο): $|\mathbf{T}| = |\mathbf{T}'| = \mu N = \mu m g$ ή $|\mathbf{T}| = |\mathbf{T}'|$ $= 2$ N

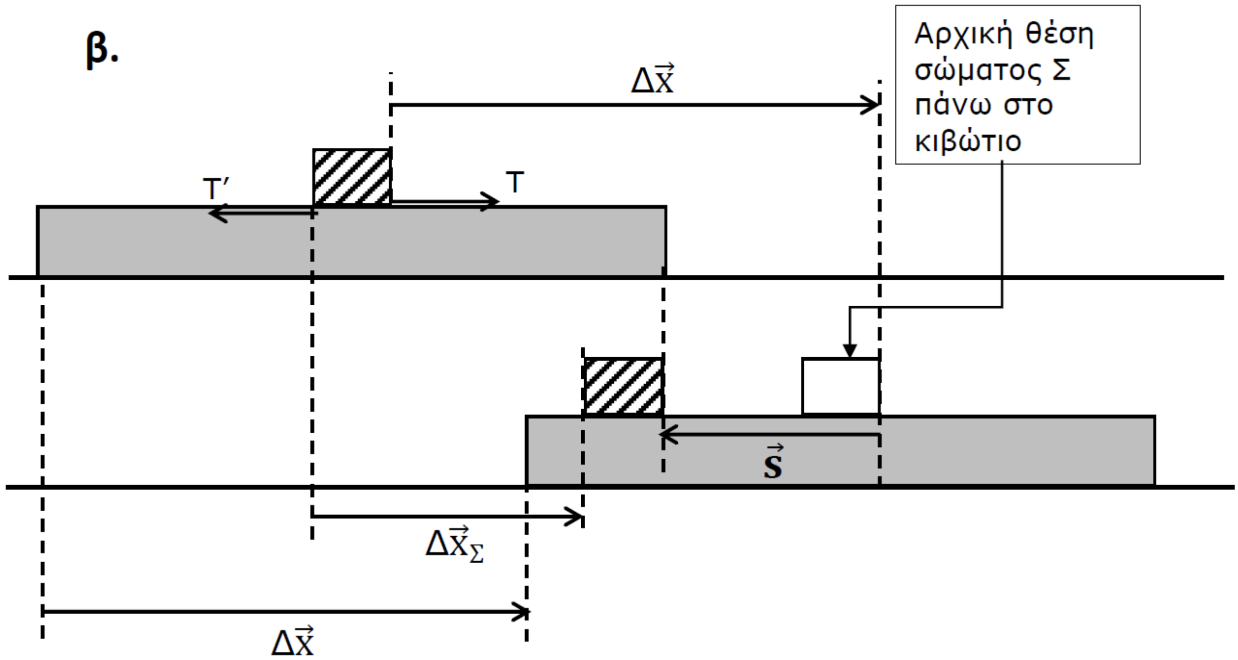
<u>Σώμα Σ</u>: $\Sigma F_\Sigma = m\, \alpha_\Sigma$ ή $T = m\, \alpha_\Sigma \Rightarrow \alpha_\Sigma = 2\ m/s^2$

<u>Κιβώτιο:</u> $F - T' = M\, \alpha_K$ ή $F - T = M\, \alpha_K \Rightarrow \alpha_K = 4\ m/s^2$

$\Delta x = \frac{1}{2} \alpha_K t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2\Delta x}{\alpha_K}}$ ή $t = 1$ sec.

$\Delta X_\Sigma = \frac{1}{2} \alpha_\Sigma t^2$ ή $\Delta X_\Sigma = 1$ m

β.



Σχ. 2

Διανυσματικά $\Delta\vec{x}_\Sigma = \Delta\vec{x} + \vec{S}$

κατά μέτρο: $|\Delta X| = |\Delta X_\Sigma| + |S|$ (6) $\Rightarrow |S| = 1$ m

Θ.Μ.Κ.Ε.:

Σώμα Σ: $\frac{1}{2} m\, \upsilon_\Sigma^2 - 0 = W_T = T\, |\Delta X_\Sigma| = |T|\, (|\Delta X| - |S|)$ **(7)**

Κιβώτιο: $\frac{1}{2} M\, \upsilon_K^2 - 0 = W_F + W_T' = |F|\, |\Delta X| - |T||\Delta X|$ (8)

$(7) + (8):\ \frac{1}{2} M\, \upsilon_K^2 + \frac{1}{2} m\, \upsilon_\Sigma^2 = W_F + W_T + W_{T'} = |F|\, |\Delta X| - |T|\, |S|$

$K_{ολ} = |F|\,|ΔX| - |T|\,|S|$ (**<u>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ</u>: $W_T + W_{T'} = - |T|\,|S|$) (α)**

ή $E_{προσ} = K_{ολ} + |T|\,|S|$ (a) (προφανώς $E_{προσ} = W_F = |F|\,|ΔX|$)

Από Α.Δ.Ε. : $E_{προσ} = K_{ολ} + Q_{θερ}$ (b)

<u>Συμπέρασμα:</u> Από (a) , (b) → $\mathbf{Q_{θερ} = |T|\,|S|}$ **(β)** ή $Q_{θερ} = 2$ J

γ. Από (α) , (β) προκύπτει: $Q_{θερ} = |W_T + W_{T'}| = |T|\,|S|$

<u>Φυσική σημασία του αποτελέσματος:</u>

Θερμότητα εκλύεται καθώς το σώμα Σ μετακινείται πάνω στο κιβώτιο. Δεν έχουν καμία σημασία οι μετατοπίσεις ως προς σύστημα αναφοράς το δάπεδο καθώς αυτό είναι λείο.

Επιπλέον η $\vec{T}$ προσφέρει με το έργο της ενέργεια στο σώμα Σ ($W_T > 0$) . Όμως , η $\vec{T'}$ αφαιρεί με το έργο της ενέργεια από το κιβώτιο ($W_{T'} < 0$) Επειδή $|W_T| < |W_{T'}|$ οι δυνάμεις $\vec{T}$ και $\vec{T'}$ με το συνολικό έργο τους αφαιρούν ενέργεια από το σύστημα κιβώτιο - σώμα Σ ($W_T + W_{T'} < 0$). Η ενέργεια αυτή μεταφέρεται στο περιβάλλον με τη μορφή θερμότητας ($\mathbf{Q_{θερ} = |W_T + W_{T'}| = |T|\,|S|}$).