Esercizio

Un facchino spinge una cassa avente massa $m = 25{,}0\,kg$ per una distanza di 6,0 m lungo un pavimento orizzontale a velocità costante.
Il coefficiente di attrito dinamico fra la cassa ed il pavimento è pari a 0,30.

a) Qual è la forza applicata dal facchino
b) Quanto lavoro è fatto sulla cassa da questa forza
c) Quanto lavoro è fatto sulla cassa dall'attrito
d) Quanto lavoro è fatto dalla forza normale e dalla gravità
e) Quanto è il lavoro totale fatto sulla cassa
f) Rispondere alle domande a÷e nel caso in cui la cassa debba muoversi per la stessa distanza e nelle stesse condizioni lungo un piano inclinato che forma un angolo di 30° verso il basso rispetto all'orizzontale.

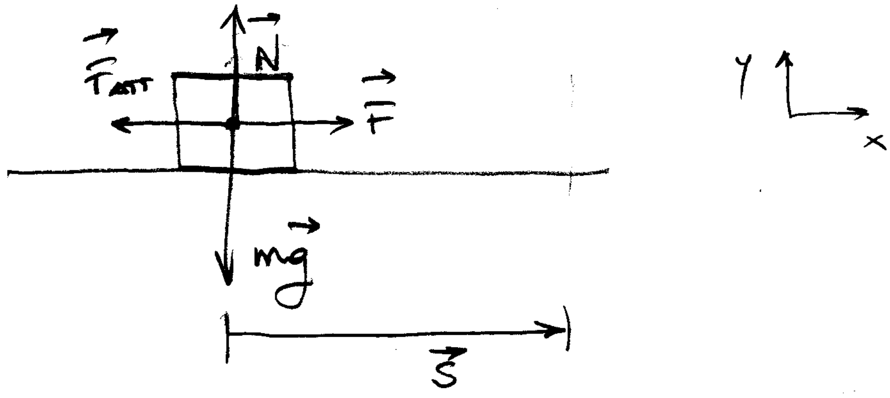
$m = 25{,}0\,kg \qquad S = 6{,}0\,m \qquad \mu_D = 0{,}30 \qquad \alpha = 30°$

Soluzione

Siccome la cassa si muove con velocità

costante allora il sistema è in condizioni di equilibrio e quindi vale la

$$\sum \vec{F} = \emptyset \quad (1)$$



Esplicitando la condizione di equilibrio (1) per due assi del sistema di riferimento si ha

asse x $\quad F - F_{ATT} = 0$

asse y $\quad N - mg = 0$

Inoltre sappiamo che $|\vec{F}_{ATT}| = |\mu_D \vec{N}|$ allora

$$F = F_{ATT} = \mu_D N = \mu_D mg = 0{,}30 \cdot 25{,}0 \cdot 9{,}81 =$$
$$= 73{,}6\ N$$

b) Dalla definizione di lavoro

$$L = \vec{F} \times \vec{S} = F \cdot S = 73{,}6 \cdot 6{,}0 = 442\ J$$

c) $$L_{ATT} = \vec{F}_{ATT} \times \vec{S} = -73{,}6 \cdot 6{,}0 = -442\ J$$

d) $$L_N = \vec{N} \times \vec{S} = 0 \quad \text{perché } \vec{N} \perp \vec{S}$$

$$L_g = m\vec{g} \times \vec{S} = 0 \quad \text{perché } \vec{g} \perp \vec{S}$$

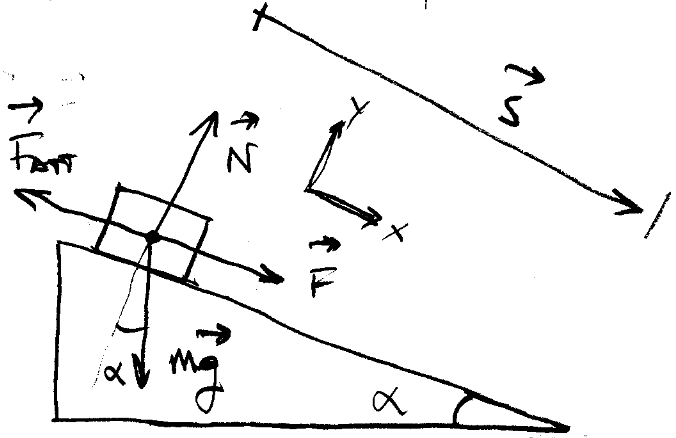
e)

$$L_{TOT} = L + L_{ATT} + L_N + L_g =$$
$$= +442 - 442 = \emptyset$$

È ragionevole siccome

$$L_{TOT} = \Delta T = 0 \quad \text{perché la } v = \text{costante}$$

f)



Anche in questo caso v = costante $\Rightarrow$ condizione di equilibrio

Applichiamo la (1) lungo gli assi x e y

asse x : $F + mg \operatorname{sen}\alpha - F_{att} = 0$

asse y : $N - mg \cos\alpha = 0$

$$F = F_{att} - mg \operatorname{sen}\alpha = \mu_D N - mg \operatorname{sen}\alpha =$$
$$= \mu_D \underbrace{(mg \cos\alpha)}_{\text{dalla } 2^a} - mg \operatorname{sen}\alpha = mg\,(\mu_D \cos\alpha - \operatorname{sen}\alpha) =$$
$$= 25{,}0 \cdot 9{,}81\,(0{,}30 \cdot \cos 30° - \operatorname{sen} 30°) = -58{,}9\,N$$

Il segno meno significa che la forza

è diretta nel verso opposto rispetto al disegno (col quale abbiamo scritto le equazioni)!!! Quindi il facchino deve tenere la cassa e non spingerla per farla avanzare a velocità costante!!

b) $L = \vec{F} \times \vec{S} = -58{,}9 \cdot 6{,}0 = -353{,}4\ J$

c) $L_{ATT} = \vec{T}_{ATT} \cdot \vec{S} = -(\mu_D mg \cos\alpha) \cdot S =$

$= -0{,}30 \cdot 25{,}0 \cdot 9{,}81 \cdot \cos 30° \cdot 6{,}0 = -382{,}3\ J$

d) $L_N = \vec{N} \times \vec{S} = 0$ perché $\vec{N} \perp \vec{S}$

$L_g = m\vec{g} \times \vec{S} = mgS\cos(90° - \alpha) =$

$= 25{,}0 \cdot 9{,}81 \cdot 6{,}0 \cdot \cos(90° - 30°) = 735{,}7\ J$

e)

$L_{TOT} = L + L_{ATT} + L_N + L_g = -353{,}4 - 382{,}3 +$
$+ 735{,}7 = \emptyset$

Ancora giusto visto che $\Delta T = \emptyset$ -
Il lavoro per spostare la cassa è allora fatto dalla forza di gravità mentre quello fatto dalla forza di attrito e dal facchino sono necessari per mantenere la cassa a v costante!!