

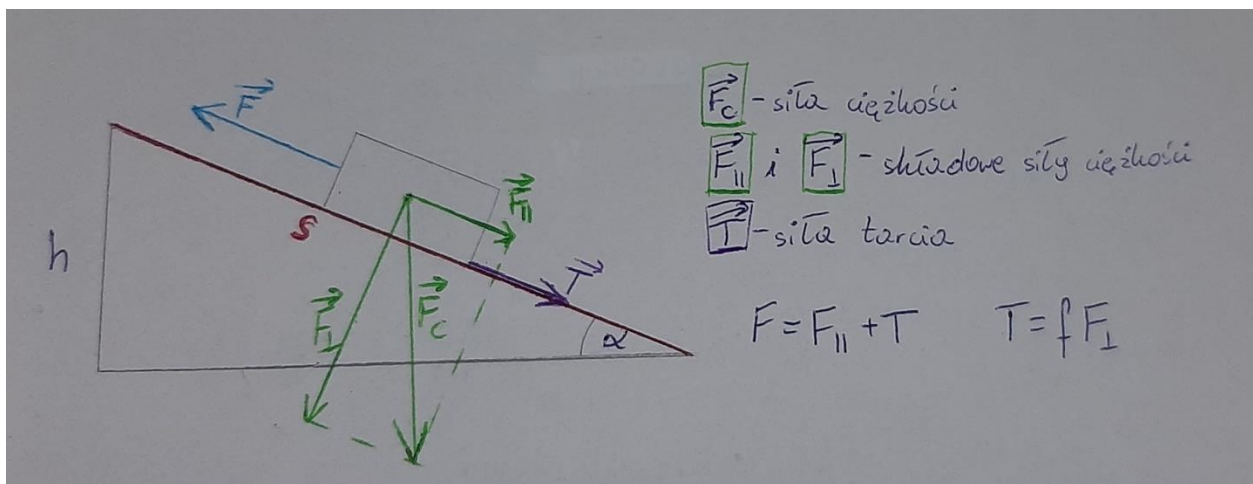
### Zadanie 20.5

Kontener o masie 1,5 tony wciągnięto za pomocą silnika elektrycznego ze stałą szybkością 1,5 m/s po równi pochytej o kącie nachylenia  $15^\circ$ . Kontener połączono z silnikiem nierozciągliwą liną, której masę można pominąć. Współczynnik tarcia kontenera o równie wynosi 0,23. Przyjmij, że  $\sin 15^\circ = 0,26$  i  $\cos 15^\circ = 0,97$ , i oblicz:

- Sprawność silnika, jeśli jego moc jest równa 16 kW,
- Sprawność równi pochytej,
- Sprawność układu.

20.5  
Dane:  $m = 1,5t = 1500kg$     $v = 1,5 \frac{m}{s}$     $\alpha = 15^\circ$     $f = 0,23$     $P = 16kW = 16000W$     $g \approx 10 \frac{m}{s^2}$   
 $\sin 15^\circ = 0,26$   
 $\cos 15^\circ = 0,97$   
Szukane:  $\eta_s = ?$     $\eta_r = ?$     $\eta_u = ?$

a) Silnik będzie wciągał kontener z siłą  $F$ . Rysunek przedstawia siły działające na kontener



Z rysunku możemy zauważyć

$$\sin \alpha = \frac{F_{||}}{F_c} \Rightarrow F_{||} = F_c \sin \alpha$$
$$\cos \alpha = \frac{F_{\perp}}{F_c} \Rightarrow F_{\perp} = F_c \cos \alpha$$

Wartość siły ciężkości wynosi

$$F_c = mg$$

Więc siła z jaką silnik będzie musiał wciągnąć kontener wynosi

$$\begin{aligned} F &= F_{||} + T \\ F &= F_c \sin \alpha + f F_{\perp} \\ F &= F_c \sin \alpha + f F_c \cos \alpha \\ F &= mg \sin \alpha + f mg \cos \alpha \\ F &= mg (\sin \alpha + f \cos \alpha) \end{aligned}$$

Kontener poruszał się ruchem jednostajnym, więc droga jest wyrażona wzorem

$$s = vt$$

Zatem praca silnika wynosi, a energia pobrana jest równa tej pracy

$$\begin{aligned} W &= F \cdot s \\ W &= mg (\sin \alpha + f \cos \alpha) vt \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{pobr}} &= W \\ E_{\text{pobr}} &= mg (\sin \alpha + f \cos \alpha) vt \end{aligned}$$

Energia dostarczona podczas wykonywania pracy ma postać

$$E_{\text{dost}} = Pt$$

Sprawność tego silnika ma wzór

$$\eta_s = \frac{E_{\text{pobr}}}{E_{\text{dost}}}$$
$$\eta_s = \frac{mg(\sin\alpha + f \cos\alpha)Vt}{Pt}$$
$$\eta_s = \frac{mgV(\sin\alpha + f \cos\alpha)}{P}$$

Teraz dane podstawiamy do wzoru

$$\eta_s = \frac{1500 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\sin 15^\circ + 0,23 \cdot \cos 15^\circ)}{16000 \text{ W}}$$
$$\eta_s = \frac{22500 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} (0,26 + 0,23 \cdot 0,97)}{16000 \text{ W}}$$
$$\eta_s = \frac{22500 \text{ W} \cdot (0,26 + 0,2231)}{16000 \text{ W}}$$
$$\eta_s = \frac{22500 \cdot 0,4831}{16000}$$
$$\eta_s = \frac{10869,75}{16000}$$
$$\eta_s \approx 0,6793$$
$$\eta_s \approx 68\%$$

**Odp.: Sprawność silnika wynosi 68%.**

b) Korzystając ze wzoru na sprawność równi pochyłej podstawiamy dane do wzoru

$$\begin{aligned} b) \quad \eta_r &= \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha + f \cos \alpha} \\ \eta_r &= \frac{\sin 15^\circ}{\sin 15^\circ + 0,23 \cdot \cos 15^\circ} \\ \eta_r &= \frac{0,26}{0,26 + 0,23 \cdot 0,97} \\ \eta_r &= \frac{0,26}{0,26 + 0,2231} \\ \eta_r &= \frac{0,26}{0,4831} \\ \eta_r &\approx 0,5381 \\ \eta_r &\approx 54\% \end{aligned}$$

Odp.: Sprawność równi pochyłej wynosi 54%.

c) Sprawność układu jest iloczynem sprawności silnika i sprawności równi pochyłej

$$\begin{aligned} \eta_u &= \eta_s \cdot \eta_r \\ \eta_u &= 68\% \cdot 54\% \\ \eta_u &= 0,68 \cdot 0,54 \\ \eta_u &= 0,3672 \\ \eta_u &\approx 37\% \end{aligned}$$

Odp.: Sprawność układu wynosi około 37%.