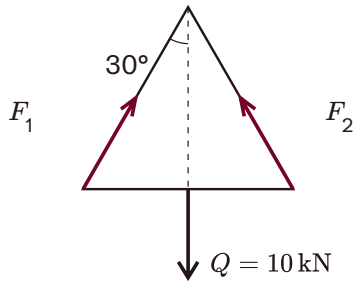
Równowaga i geometria mas

równowaga sił $$\sum_k \vec{F}_k = \vec{0}$$

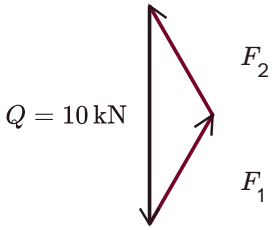
Układ odniesienia inercjalny; wszystkie siły zewnętrzne.

Cięgna i obciążenie statyczne



$F_1 = F_2$; kąt liczony do pionu

Konstrukcja graficzna w skali



Zamknięty trójkąt sił

$F_1 = F_2 \approx 5{,}774\,\mathrm{kN}$

Dwa symetryczne zawiesia: trójkąt sił — legenda

konstrukcja graficzna	czynność
skala sił	np. 1 cm odpowiada 1 kN
wektor ciężaru	narysuj pionowo 10 cm w dół
kierunki cięgien	przez końce wektora poprowadź proste równoległe do cięgien
zamknięcie trójkąta	z odcinków odczytaj jednakowe siły około 5,77 kN

Dwa symetryczne zawiesia: trójkąt sił. Dwa jednakowe cięgna, obciążenie statyczne Q = 10 kN i kąt każdego cięgna do pionu 30°. Składowe poziome znoszą się; suma pionowych równoważy ciężar. Siła jednego cięgna wynosi Q/(2 cos 30°) ≈ 5,774 kN. Nie jest to dobór dopuszczalnego obciążenia zawiesia. F_1 i F_2 oznaczają siły cięgien; ich składowe wchodzą do sum sił F_x i F_y we wzorach równowagi.

równowaga momentów $$\sum_k \vec{M}_k = \vec{0}$$

Momenty wszystkich sił i par względem jednego punktu.

moment siły $$M = rF\sin\theta$$

Wartość momentu dla 0 ≤ theta ≤ pi.

środek masy układu dyskretnego $$x_C = \frac{\sum_k m_k x_k}{\sum_k m_k}$$

Masy nieujemne, suma mas dodatnia.

granica tarcia statycznego $$f \le \mu_s N$$

Wartości sił nieujemne; równość dopiero na granicy poślizgu.

tarcie kinetyczne $$f = \mu_k N$$

Model tarcia suchego podczas poślizgu.

Tarcie cięgien

wzór Eulera–Eytelweina $$\frac{T_2}{T_1} = e^{\mu\theta}$$

Granica poślizgu giętkiego cięgna na cylindrze: $T_2/T_1 = \exp(\mu\theta)$, gdzie $T_2 \geq T_1 > 0$, a θ jest kątem opasania w radianach. Bez poślizgu $T_2/T_1 \leq \exp(\mu\theta)$.

Symbole i jednostki

symbol	znaczenie	jednostka
f	wartość siły tarcia	N
F	wartość siły	N
$\vec{F}_k$	siła zewnętrzna k	N
m_k	masa części k	kg
M	wartość momentu siły	$\mathrm{N{\cdot}m}$
$\vec{M}_k$	moment siły k względem wybranego punktu	$\mathrm{N{\cdot}m}$
N	siła normalna	N
r	długość wektora od punktu obrotu do punktu przyłożenia siły; r sin θ jest ramieniem siły	m

symbol	znaczenie	jednostka
T_1	mniejsza siła naciągu	N
T_2	większa siła naciągu	N
x_C	współrzędna środka masy	m
x_k	współrzędna środka masy części k	m
θ	kąt między wektorem położenia i siłą	rad
μ	współczynnik tarcia	
μ_k	współczynnik tarcia kinetycznego	1
μ_s	współczynnik tarcia statycznego	1