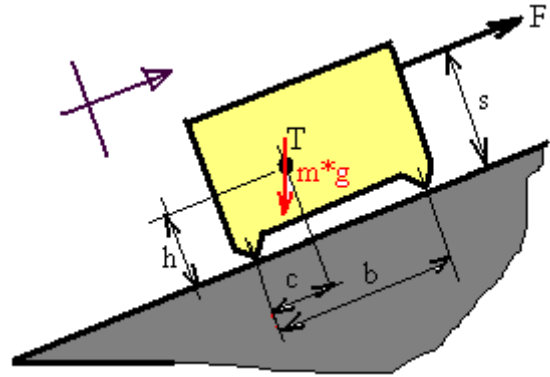


N := newton

EL_DYN I_05a_m

Těleso hmotnosti m_t je taženo silou F po nakloněné rovině pod úhlem α . Síla F působí ve vzdálenosti s od nakloněné roviny rovnoběžně s nakloněnou rovinou. Těleso má tvar kvádru a je uloženo na dvou lyžinách ve vzdálenosti b . Poloha těžiště je dána souřadnicí c a h (viz.schema). Součinitel tření mezi nakloněnou rovinou a tělesem je f .



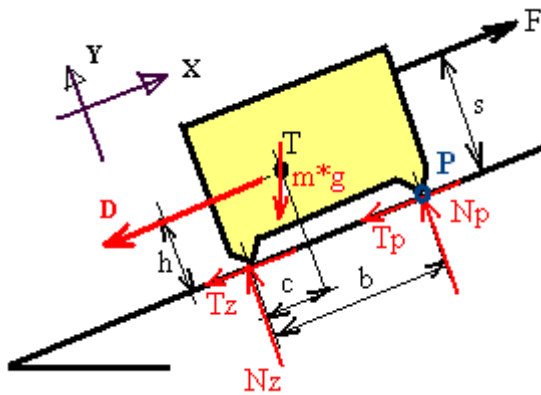
Určete: 1. Maximální sílu $F_{\max}$, kterou můžeme na těleso působit, aby nedošlo k překlpení

2. S jakým maximálním zrychlení $a_{\max}$ se pohybuje těleso v okamžiku působení síly $F_{\max}$

Dáno: $\alpha := 20 \cdot \text{deg}$ $m_t := 40 \cdot \text{kg}$ $f := 0.1$

$b := 1 \cdot \text{m}$ $c := 0.7 \cdot \text{m}$ $s := 1 \cdot \text{m}$ $h := 0.6 \cdot \text{m}$

1. krok - Uvolnění tělesa a zavedení všech silových účinků



Při řešení dynamiky pohybu tělesa se do těžiště tělesa zavede d'Alembertova síla $D = m \cdot a$. Její orientace je proti směru předpokládaného zrychlení a tímto se převede těleso do stavu "rovnovážného". Dále se proto sestavují rovnice "rovnovážné".

2. krok - Sestavení "rovnovážných" rovnic.

$$-D - m_t \cdot g \cdot \sin(\alpha) - T_z - T_p + F = 0$$

... pro směr osy X

$$N_z + N_p - m_t \cdot g \cdot \cos(\alpha) = 0$$

... pro směr osy Y

$$-N_z \cdot b + m_t \cdot a \cdot h - F \cdot s + m_t \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot h + m_t \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot (b - c) = 0 \dots \text{rovnice rovnovážná momentová k bodu P}$$

$$T_z = N_z \cdot f \quad \dots \text{třecí síla na přední lyžině}$$

$$T_p = N_p \cdot f \quad \dots \text{třecí síla na zadní lyžině}$$

$$D = m \cdot a \quad \dots \text{D'Alembertova síla}$$

Sestavena soustava 6 rovnic o 7 neznámých (D , T_z , T_p , N_z , N_p , a , F). Další nutná rovnice pro výpočet je ur na základě řešeného problému.

3. krok - Určení maximální síly $F_{\max}$ pro okamžik překlopení

V okamžiku překlopení je síla normálová na zadní lyžinu $N_z = 0 \text{ N}$ 7. rovnice pro výpočet soustavy rov

$$-D - m_t \cdot g \cdot \sin(\alpha) - T_z - T_p + F = 0$$

$$N_z + N_p - m_t \cdot g \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$-N_z \cdot b + m_t \cdot a \cdot h - F \cdot s + m_t \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot h + m_t \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot (b - c) = 0$$

$$T_z = N_z \cdot f$$

$$T_p = N_p \cdot f$$

$$D = m \cdot a$$

$$N_z = 0$$

7 rovnic a 7 neznámých

Soustava rovnic se pro okamžik překlopení zjednodušuje na:

$$N_z := 0 \cdot \text{N}$$



$$N_p := m_t \cdot g \cdot \cos(\alpha)$$

$$N_p = 368.609 \text{ N}$$

Celá soustava rovnic se pak zjednoduší:

$$-m_t \cdot a_{\max} - m_t \cdot g \cdot \sin(\alpha) - N_p \cdot f + F_{\max} = 0$$

$$m_t \cdot a_{\max} \cdot h - F_{\max} \cdot s + m_t \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot (b - c) + m_t \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot h = 0$$

Soustava dvou rovnic
o dvou neznámých

$$a_{\max} := \frac{-\left(-m_t \cdot g \cdot \sin(\alpha) - m_t \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot f + \frac{1}{s} \cdot m_t \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot b - \frac{1}{s} \cdot m_t \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot c + \frac{1}{s} \cdot m_t \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot h\right)}{\left(-m_t + m_t \cdot \frac{h}{s}\right)}$$

$$F_{\max} := \frac{m_t \cdot a_{\max} \cdot h + m_t \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot (b - c) + m_t \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot h}{s}$$

$$a_{\max} = 1.254 \text{ m sec}^{-2}$$

Zrychlení **a_{max}** - zrychlení, při kterém nedojde k překlopení

$$F_{\max} = 221.166 \text{ kg m sec}^{-2}$$

Síla **F_{max}** - síla při které ještě nedojde k překlopení