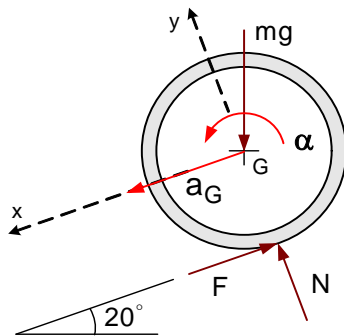


6.13 Metallirengas päästetään levosta liikkumaan pitkin kaltevaa tasoa. Renkaan säde on 150 mm, tason kaltevuuskulma on 20° , lepokitkeroin $\mu_s = 0,15$ ja liikekitkeroin $\mu_k = 0,12$. Määritä aika jonka kuluttua rengas on liikkunut tasolla 3 m ja laske tätä hetkeä vastaava renkaan kulmakihti.

Ratkaisu:

Renkaan hitausmomentti massakeskiön G suhteen on $I_G = mr^2$

Arvataan, että rengas vierii liukumatta, jolloin $a_G = r\alpha$.



Likeyhtälöt

$$x\text{-suunta} \quad mg \sin 20^\circ - F = ma_G \quad (1)$$

$$y\text{-suunta} \quad N - mg \cos 20^\circ = 0 \quad (2)$$

$$\curvearrowright G \quad Fr = I_G \alpha = mr^2 \alpha \Rightarrow F = mr \alpha = ma_G \quad (3)$$

$$(1) \Rightarrow mg \sin 20^\circ - ma_G = ma_G \Rightarrow a_G = \frac{g}{2} \sin 20^\circ$$

$$(3) \Rightarrow F = \frac{mg}{2} \sin 20^\circ = 0,1710 \cdot mg$$

$$(2) \Rightarrow N = mg \cos 20^\circ = 0,9397 \cdot mg$$

$$F_{\max} = \mu_s N = 0,15 \cdot 0,9397 \cdot mg = 0,1410 \cdot mg < F \Rightarrow \text{Rengas ei vieri liukumatta!}$$

Kun rengas luistaa, on voimassa

$$\Rightarrow a_G \neq r\alpha \quad \text{ja} \quad F = \mu_k N = 0,12 \cdot 0,9397 \cdot mg = 0,1128 \cdot mg$$

$$x\text{-suunta} \quad mg \sin 20^\circ - 0,1128 \cdot mg = ma_G \Rightarrow a_G = 2,2486 \frac{m}{s^2} \quad \text{vakio}$$

$$\curvearrowright G \quad 0,1128 \cdot mg \cdot r = mr^2 \alpha \Rightarrow \boxed{\alpha = 7,377 \frac{1}{s^2}}$$

Massakeskiön G liike on tasaisesti kiihtyvää

$$x_G = \frac{1}{2} a_G t^2 \quad x_G = 3m \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot 3}{2,2486}} s \Rightarrow \boxed{t = 1,63 s}$$