

**3.7** Palloa S siirretään pystytasossa robotin tar-  
raimella. Pallon massa on 2 kg ja tarkasteluhetkellä  
 $\theta = 30^\circ$ ,  $\dot{\theta} = 50^\circ/\text{s}$  myötäpäivään ja  $\ddot{\theta} = 200^\circ/\text{s}^2$   
vastapäivään. Tämän lisäksi hydraulisylinterin män-  
tä liikkuu sisäänpäin vakionopeudella 500 mm/s.  
Määritä tarvittava tartuntavoima P, kun lepokitkaker-  
roin pallon ja tartuntapintojen välillä on 0,5. Laske  
myös staattinen tartuntavoima  $P_s$ , jolla palloa voi-  
daan pitää levossa asennossa  $\theta = 30^\circ$ .

### Ratkaisu:

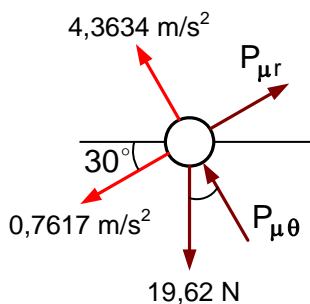
$$m = 2 \text{ kg} \quad G = mg = 2 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 19,62 \text{ N} \quad \mu = 0,5$$

$$\theta = 30^\circ \quad \dot{\theta} = -50^\circ/\text{s} = -0,8727 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \ddot{\theta} = 200^\circ/\text{s}^2 = 3,4907 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$r = 1 \text{ m} \quad \dot{r} = -500 \text{ mm/s} = -0,5 \text{ m/s} \quad \ddot{r} = 0$$

$$a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 \Rightarrow a_r = 0 - 1 \text{ m} \cdot (-0,8727)^2 \frac{1}{\text{s}^2} = -0,7616 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_\theta = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta} \Rightarrow a_\theta = 1 \text{ m} \cdot 3,4907 \frac{1}{\text{s}^2} + 2 \cdot (-0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \cdot (-0,8727 \frac{1}{\text{s}}) = 4,3634 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Liikkeyhtälö  $\theta$ -suunnassa:

$$P_{\mu\theta} - 19,62 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ = 2 \text{ kg} \cdot 4,3634 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Rightarrow P_{\mu\theta} = 25,7182 \text{ N}$$

Liikkeyhtälö r-suunnassa:  $P_{\mu r} - 19,62 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ = -2 \text{ kg} \cdot 0,7617 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$\Rightarrow P_{\mu r} = 8,2866 \text{ N}$$

Kitkavoimaresultantti:  $P_\mu = \sqrt{25,7182^2 + 8,2866^2} \text{ N} = 27,0203 \text{ N}$

$$P_\mu = 2\mu P \Rightarrow P = P_\mu / (2\mu) \Rightarrow P = \frac{27,0203}{2 \cdot 0,5} \text{ N} \Rightarrow \boxed{P = 27,02 \text{ N}}$$

$$P_{\mu s} = G = 19,62 \text{ N} \Rightarrow P_s = \frac{19,62}{2 \cdot 0,5} \text{ N} \Rightarrow \boxed{P_s = 19,62 \text{ N}}$$