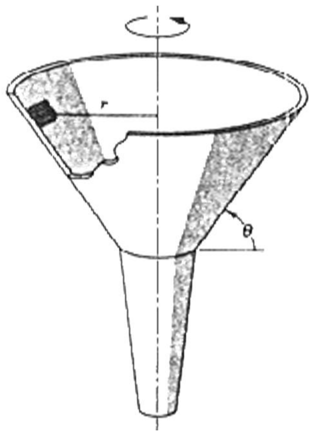
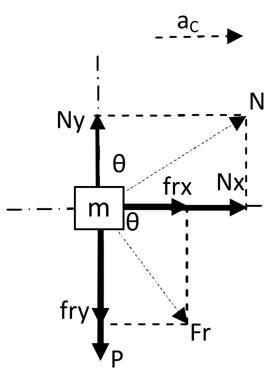
3. Un pequeñísimo cubo de masa m = 10 kg se halla en el interior de un embudo que gira alrededor de un eje vertical a una razón constante de *V* revoluciones por segundo. La pared del embudo forma un ángulo $\theta=60°$ con la horizontal. El coeficiente de fricción estática entre el cubo y el embudo es μ_s=0,5 y el centro del cubo está a una distancia r=2 m del eje de rotación. Hallar: a) los valores mayor y menor de *V* para los cuales el cubo no se moverá con respecto al embudo.



Datos
θ= 60°
μ= 0,5
r = 2 m
m = 10 kg

a) Calculo de la velocidad maxima



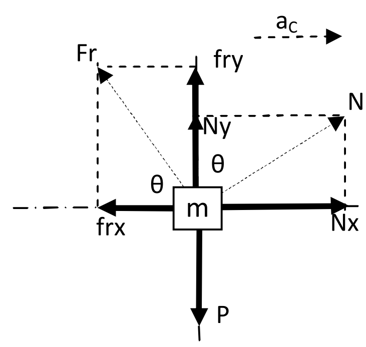
Aplicando la sumatoria de fuerzas en eje y

$$\sum \mathrm{Fy} = 0$$
$$\mathrm{N_Y} - \mathrm{fr_Y} - \mathrm{P} = 0$$
$$\mathrm{N}\cdot\cos\theta - \mu\cdot\mathrm{N}\cdot sen\,\theta = P$$
$$N = \frac{P}{\cos\theta - \mu\cdot sen\,\theta}$$

Aplicando sumatoria de fuerzas en el eje x para m

$$\sum \mathrm{F_X} = \mathrm{m}\cdot a_C$$
$$\mathrm{fr_X} + \mathrm{N_X} = \mathrm{m}\cdot a$$
$$\mu\cdot\mathrm{N}\cdot\cos\theta + \mathrm{N}\cdot sen\,\theta = \mathrm{m}\cdot a$$
$$\mathrm{N}\cdot(\mu\cdot\cos\theta + sen\,\theta) = \mathrm{m}\cdot a$$
$$\left(\frac{\cancel{\mathrm{m}}\cdot\mathrm{g}}{\cos\theta - \mu\cdot sen\,\theta}\right)\cdot(\mu\cdot\cos\theta + sen\,\theta) = \cancel{\mathrm{m}}\cdot a$$
$$\mathrm{g}\cdot\left(\frac{\mu\cdot\cos\theta + sen\,\theta}{\cos\theta - \mu\cdot sen\,\theta}\right) = \frac{V^2}{R}$$
$$V_{\max} = \sqrt{\mathrm{R}\cdot\mathrm{g}\cdot\left(\frac{\mu\cdot\cos\theta + sen\,\theta}{\cos\theta - \mu\cdot sen\,\theta}\right)}$$
$$V_{\max} = \sqrt{2\cdot 9{,}81\cdot\left(\frac{0{,}5\cdot\cos 60° + sen60°}{\cos 60° - 0{,}5\cdot sen60°}\right)}$$
$$V_{\max} = 18{,}080\,m/s$$

b) Cálculo de la velocidad mínima



Aplicando la sumatoria de fuerzas en eje y

$$\sum \mathrm{Fy} = 0$$
$$\mathrm{N_Y} + \mathrm{fr_Y} - \mathrm{P} = 0$$
$$\mathrm{N}\cdot\cos\theta + \mu\cdot\mathrm{N}\cdot sen\,\theta = P$$
$$N = \frac{P}{\cos\theta + \mu\cdot sen\,\theta}$$

Aplicando sumatoria de fuerzas en el eje x para m

$$\sum \mathrm{F_X} = \mathrm{m}\cdot a_C$$
$$-\mathrm{fr_X} + \mathrm{N_X} = \mathrm{m}\cdot a$$
$$-\mu\cdot\mathrm{N}\cdot\cos\theta + \mathrm{N}\cdot sen\,\theta = \mathrm{m}\cdot a$$
$$\mathrm{N}\cdot(-\mu\cdot\cos\theta + sen\,\theta) = \mathrm{m}\cdot a$$
$$\left(\frac{\cancel{\mathrm{m}}\cdot\mathrm{g}}{\cos\theta + \mu\cdot sen\,\theta}\right)\cdot(-\mu\cdot\cos\theta + sen\,\theta) = \cancel{\mathrm{m}}\cdot a$$
$$\mathrm{g}\cdot\left(\frac{-\mu\cdot\cos\theta + sen\,\theta}{\cos\theta + \mu\cdot sen\,\theta}\right) = \frac{V^2}{R}$$
$$V_{\min} = \sqrt{\mathrm{R}\cdot\mathrm{g}\cdot\left(\frac{-\mu\cdot\cos\theta + sen\,\theta}{\cos\theta + \mu\cdot sen\,\theta}\right)}$$
$$V_{\min} = \sqrt{2\cdot 9{,}81\cdot\left(\frac{-0{,}5\cdot\cos 60° + sen60°}{\cos 60° + 0{,}5\cdot sen60°}\right)}$$
$$V_{\min} = 3{,}599\,m/s$$

FORMULARIO:

□ □ □□· □∓ □/□ · □· □□	□ □ □□/□	∑ □ □ □ · □
□□ □ □□ ∓ 2 · □· □	□ □ □ · □	□□ □ μ · □
□ □ □ ∓ □· □	□ □ □/□	

□□ □□ =18,080 m/s
□□ □□ =3,599 m/s