

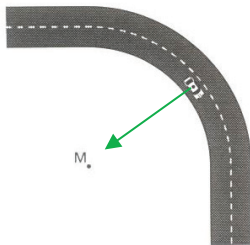
Eenparige cirkelbeweging

Opgave: McLaren MP4-22

- a) Bedenk dat het wiel met de wijzer van de klok meedraait. De schuifwrijving is tegengesteld gericht aan de richting waarin de band langs de grond duwt.



- b) Bedenk dat deze extra wrijvingskracht de enige kracht is die voor een middelpuntzoekende kracht kan zorgen.



- c) Voor schets zie b)

$$1) F_r = F_{\text{mpz}} = \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{605 \cdot v^2}{135}$$

$$2) F_r = F_{w,\text{max}} = \mu \cdot F_n = 0,70 \cdot F_n$$

$$* F_{w,\text{max}}: 1) F_r = 0 \text{ N}$$

$$2) F_r = F_n - F_z$$

$$* F_z = m \cdot g = 605 \cdot 9,81 = 5,935 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_r = F_n - 5,935 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow 0 = F_n - 5,935 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow F_n = 5,935 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_{w,\text{max}} = 4,15 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_r = 4,15 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\Rightarrow \frac{605 \cdot v^2}{135} = 4,15 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow v = 30,4 \text{ m/s} = 110 \text{ km/h}$$

d) Voor schets zie b)

$$1) F_r = F_{mpz} = \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{605 \cdot v^2}{135}$$

$$2) F_r = F_{w,max} = \mu \cdot F_n$$

$$* F_{w,max}: 1) F_r = 0 \text{ N}$$

$$2) F_r = F_n - F_z - F_{down}$$

$$* F_z = m \cdot g = 605 \cdot 9,81 = 5,935 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$* F_{down} = F_{down,voor} + F_{down,achter}$$

$$* F_{down,voor} = \frac{1}{2} \cdot W_s \cdot H \cdot AoA \cdot F \cdot \rho \cdot v^2$$

$$\Rightarrow F_{down,voor} = \frac{1}{2} \cdot 0,80 \cdot 0,30 \cdot 25 \cdot 0,35 \cdot 1,293 \cdot v^2$$

$$\Rightarrow F_{down,voor} = 1,3577 \cdot v^2$$

$$* F_{down,achter} = \frac{1}{2} \cdot W_s \cdot H \cdot AoA \cdot F \cdot \rho \cdot v^2$$

$$\Rightarrow F_{down,achter} = \frac{1}{2} \cdot 0,90 \cdot 0,35 \cdot 40 \cdot 0,35 \cdot 1,293 \cdot v^2$$

$$\Rightarrow F_{down,achter} = 2,8511 \cdot v^2$$

$$\Rightarrow F_{down} = 1,3577 \cdot v^2 + 2,8511 \cdot v^2 = 4,2088 \cdot v^2$$

$$\Rightarrow F_r = F_n - 5,935 \cdot 10^3 - 4,2088 \cdot v^2$$

$$\Rightarrow 0 = F_n - 5,935 \cdot 10^3 - 4,2088 \cdot v^2$$

$$\Rightarrow F_n = 5,935 \cdot 10^3 + 4,2088 \cdot v^2$$

$$\Rightarrow F_{w,max} = 0,70 \cdot (5,935 \cdot 10^3 + 4,2088 \cdot v^2)$$

$$\Rightarrow F_r = 4,1545 \cdot 10^3 + 2,9461 \cdot v^2$$

$$\Rightarrow \frac{605 \cdot v^2}{135} = 4,1545 \cdot 10^3 + 2,9461 \cdot v^2$$

$$\Rightarrow v = 52,02 \text{ m/s} = 187 \text{ km/h}$$

e)

$$g - \text{kracht} = \frac{F}{F_z} = \frac{F_w}{F_z}$$

$$1) F_r = F_{mpz} = \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{605 \cdot 52,02^2}{135} = 1,2127 \cdot 10^4 \text{ N}$$

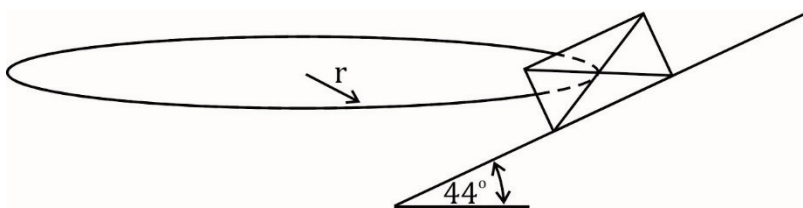
$$2) F_r = F_w$$

$$\Rightarrow F_w = 1,2127 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\Rightarrow g - \text{kracht} = \frac{F_w}{m \cdot g} = \frac{1,2127 \cdot 10^4}{605 \cdot 9,81} = 2,0$$

Opgave: Baanwielrennen (Track racing)

- a) In nevenstaande afbeelding staat een schematische weergave van de situatie. Bedenk dat de cirkelbeweging zich in het horizontale vlak afspeelt en dat de beweging in de hiernaast weergegeven situatie loodrecht op het papier plaatsvindt.



$$1) F_r = F_{\text{mpz}} = \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{80 \cdot v^2}{11} \quad (\text{relevante richting horizontaal})$$

$$2) F_r = F_{n,x} + F_{w,x}$$

$$* F_{n,x} = F_n \cdot \sin(44)$$

$$* F_{w,x} = F_w \cdot \cos(44)$$

$$* F_w = \mu \cdot F_n = 0,70 \cdot F_n$$

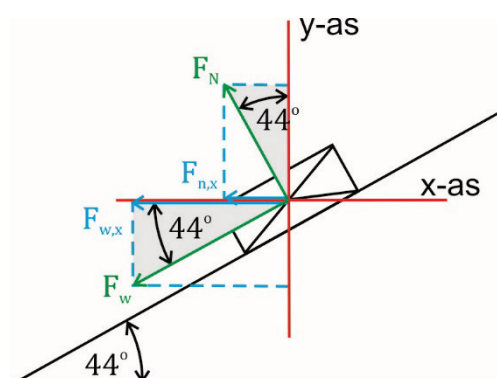
$$\Rightarrow F_{w,x} = 0,70 \cdot F_n \cdot \cos(44)$$

$$\Rightarrow F_r = F_n \cdot \sin(44) + 0,70 \cdot F_n \cdot \cos(44)$$

$$\Rightarrow F_r = F_n \cdot (\sin(44) + 0,70 \cdot \cos(44))$$

$$\Rightarrow F_r = 1,198 \cdot F_n$$

$$\Rightarrow \frac{80 \cdot v^2}{11} = 1,198 \cdot F_n$$



Bereken F_n :

Met horizontaal als relevante richting heb je alles berekend wat je kunt berekenen. Neem dus een andere richting waarin F_n relevant is. Neem de verticale richting als de relevante richting.

(Neem niet de richting loodrecht op de helling, de resulterende kracht in die richting is niet 0 N! Je hebt in die richting te maken met een component van de middelpuntzoekende versnelling.)

$$1) F_r = 0 \text{ N} \quad (\text{relevante richting verticaal})$$

$$2) F_r = F_{n,y} - F_{w,y} - F_z$$

$$* F_{n,y} = F_n \cdot \cos(44)$$

$$* F_{w,y} = F_w \cdot \sin(44)$$

$$* F_w = \mu \cdot F_n = 0,70 \cdot F_n$$

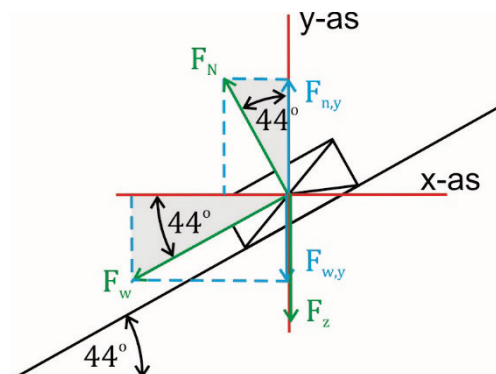
$$\Rightarrow F_{w,y} = 0,70 \cdot F_n \cdot \sin(44)$$

$$* F_z = m \cdot g = 80 \cdot 9,81 = 784,8 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_r = F_n \cdot \cos(44) - 0,70 \cdot F_n \cdot \sin(44) - 784,8$$

$$\Rightarrow 0 = F_n \cdot \cos(44) - 0,70 \cdot F_n \cdot \sin(44) - 784,8$$

$$\Rightarrow F_n = 3,3671 \cdot 10^3 \text{ N}$$



Dit resultaat invullen in de eerdere vergelijking

$$\Rightarrow \frac{80 \cdot v^2}{11} = 1,198 \cdot 3,3671 \cdot 10^3$$

$$\Rightarrow v = 24 \text{ m/s}$$

b) De uitkomst is 4,1 m/s (Ga dit na!)