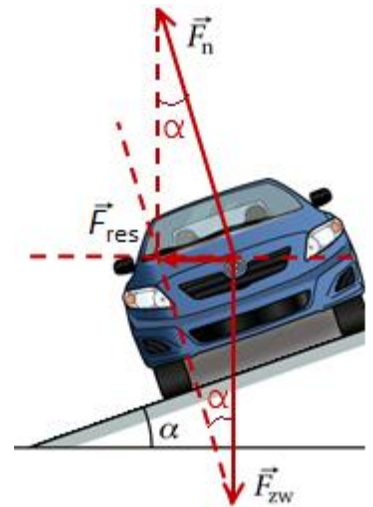


## Herhalingsopgaven bij H7 - Cirkelbewegingen - UITWERKING

### Opgave 1 – Auto in een schuine horizontale bocht

Een auto met een massa van  $1,3 \cdot 10^3$  kg neemt een schuine horizontale bocht met een snelheid van 54 km/h. Het wegdek is schuin. Zie de figuur hiernaast. Bij deze snelheid ondervindt de auto geen dwarswrijvingskrachten. De straal van de bocht bedraagt 450 m.



- a) Leg uit wat er hier bedoeld wordt met schuin en horizontaal.

De bocht is schuin omdat het wegdek schuin is.

De bocht is horizontaal omdat het deel van de cirkelbaan die de auto aflegt in een horizontaal vlak ligt.

- b) Schets in de figuur de krachten die op de auto werken en de resulterende kracht.

Zie de figuur.

- c) Bereken de hoek  $\alpha$ .

$$v = 54 \text{ km/h} = 54 / 3,6 = 15 \text{ m/s}$$

$$F_z = m \cdot g = 1,3 \cdot 10^3 \cdot 9,81 = 1,275 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$F_{mpz} = m \cdot v^2 / r = 1,3 \cdot 10^3 \cdot 15^2 / 450 = 650 \text{ N}$$

$$\tan(\alpha) = F_{mpz} / F_z = 650 / 1,275 \cdot 10^4 = 0,0509$$

$$\alpha = \underline{2,9^\circ}$$

### Opgave 2 – Kermisattractie

Een kermisattractie draait zo hard rond dat hij verticaal rondjes kan maken terwijl de mensen bovenin “op hun kop hangen”. Zie foto hiernaast. De straal van de cirkelbaan is 8,0 m.



- a) James (45 kg) ondervindt bovenin de gondel een normaalkracht van 120 N. Toon aan dat de baansnelheid dan 10 m/s bedraagt.

$$F_z = m \cdot g = 45 \cdot 9,81 = 441 \text{ N}$$

Schets krachten  
bovenin:

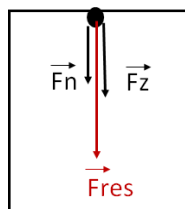
$$\begin{aligned} F_{res} &= F_n + F_z \\ &= 120 + 441 \\ &= 561 \text{ N} \end{aligned}$$

$$F_{mpz} = F_{res} = 561 \text{ N}$$

$$F_{mpz} = m \cdot v^2 / r$$

$$561 = 45 \cdot v^2 / 8$$

$$v_{baan} = 9,99 \text{ m/s} = \underline{10 \text{ m/s}}$$



- b) Bereken hoelang 1 rondje dan duurt.

$$v_{baan} = 2 \cdot \pi \cdot r / T$$

$$10 = 2 \cdot \pi \cdot 8 / T$$

$$T = \underline{5,0 \text{ s}}$$

### Opgave 3 – communicatiesatelliet

Een communicatiesatelliet met een massa van  $1,5 \cdot 10^3$  kg beschrijft een geostationaire baan.

a) Toon aan dat  $\frac{r^3}{T^2} = G \cdot \frac{M_{\text{aarde}}}{4 \cdot \pi^2}$

$$\begin{aligned} F_{\text{mpz}} &= F_G \\ m_{\text{sat}} \cdot v^2 / r &= G \cdot m_{\text{aarde}} \cdot m_{\text{sat}} / r^2 \\ v^2 / r &= G \cdot m_{\text{aarde}} / r^2 \\ v^2 &= G \cdot m_{\text{aarde}} / r \\ (2 \cdot \pi \cdot r / T)^2 &= G \cdot m_{\text{aarde}} / r \\ 4 \cdot \pi^2 \cdot r^2 / T^2 &= G \cdot m_{\text{aarde}} / r \\ r^3 / T^2 &= G \cdot m_{\text{aarde}} / 4 \cdot \pi^2 \end{aligned}$$

b) Toon aan dat deze satelliet zich op een hoogte van  $3,58 \cdot 10^4$  km boven de evenaar bevindt.

$$T = 23,93 \text{ h} = 86328 \text{ s}$$

$$G = 6,67384 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$M_{\text{aarde}} = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg (BINAS 31)}$$

$$\text{Bereken } r \text{ met formule van vraag a: } r = 4,2033 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$h = r - r_{\text{aarde}}$$

$$= 4,2033 \cdot 10^7 - 6,371 \cdot 10^6$$

$$= 3,58 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$= \underline{3,58 \cdot 10^4 \text{ km}}$$

c) Als men deze satelliet een tweemaal zo grote massa had gegeven, hoe groot zou dan de hoogte boven de evenaar zijn? Licht je antwoord toe.

De massa van de satelliet is niet van belang voor de berekening. Voor een twee keer zo zware satelliet geldt dus dat zijn hoogte boven het aardoppervlak gelijk is aan die van vraag b.