

3 De draaiende aarde

Opgave 12

- a De baansnelheid bereken je met de formule voor de baansnelheid.
De straal is de afstand tot de draaiaas. Zie figuur 10.
De straal bereken je met behulp van de straal van de aarde en een geometrische formule.



Figuur 10

Voor de straal r geldt: $\sin(90 - 52) = \cos(53) = \frac{r}{R_{aarde}}$.

$R_{aarde} = 6371 \text{ km} = 6371 \cdot 10^3 \text{ m}$ Zie BINAS tabel 31.

$$\sin(90 - 52) = \frac{r}{6371 \cdot 10^3}$$

$$r = 3,922 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$T = 1 \text{ dag} = 86400 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi \cdot 3,922 \cdot 10^6}{86400} = 2,85 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$$

Afgerond: $2,9 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$.

- b Voor de coriolisversnelling geldt $a_{cor} = 2\omega v_{\perp}$ waarin ω voor beide situaties dezelfde is.

v_{\perp} is de component van de snelheid in het vlak loodrecht op de draaiaas.

Voor de beweging van west naar oost ligt v in het vlak loodrecht op de draaiaas.

Dus voor Elise geldt: $v_{\perp} = v = 30 \text{ m s}^{-1}$.

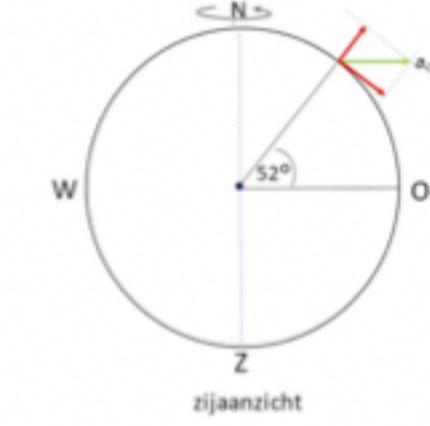
Voor een auto die noord-zuid rijdt is de richting van de snelheid v volgens de raaklijn aan de aarde. Zie figuur 11.

De component van de snelheid in het vlak loodrecht op de draaiaas is altijd kleiner dan v zelf.

Dus voor Arjan geldt $v_{\perp} < v$.



Figuur 11



Figuur 12

- c Zie figuur 12.

Elise beweegt naar het oosten. De richting van v_{\perp} is dus dezelfde als die van de aarde. In het vlak loodrecht op de aardas ondervindt ze dan een coriolisversnelling van de aarde af gericht en dus naar rechts. Ten opzichte van het aardoppervlak heeft die versnelling een component omhoog, loodrecht op het aardoppervlak.

- d De richting van de snelheid van Arjan is langs het aardoppervlak. Zie figuur 11.

Deze snelheid ligt niet in het vlak loodrecht op de draaiaas.

Voor de component van de snelheid in het vlak loodrecht op de draaiaas geldt:

$$v_{\perp} = v \cdot \sin(52) = v \cdot \sin(B)$$

Dus voor de coriolisversnelling geldt $a_{cor} = 2\omega \cdot v_{\perp} = 2\omega \cdot v \cdot \sin(B)$.

Deze is langs het aardoppervlak gericht naar het westen en ligt in het vlak van de beweging.

Voor Elise geldt $a_{cor} = 2\omega \cdot v$ omdat v in het vlak loodrecht op de draaiaas ligt.

De component langs het aardoppervlak is gericht naar het zuiden. Zie figuur 12.

De component van de coriolisversnelling langs het aardoppervlak is dan gelijk aan $a_{cor} \cdot \sin(52) = a_{cor} \cdot \sin(B) = 2\omega \cdot v \cdot \sin(B)$.

- e De coriolisversnelling bereken je met de formule afgeleid bij vraag d.

$$a_{cor} = 2\omega \cdot v \cdot \sin(B)$$

$$\omega = 7,27 \cdot 10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$$

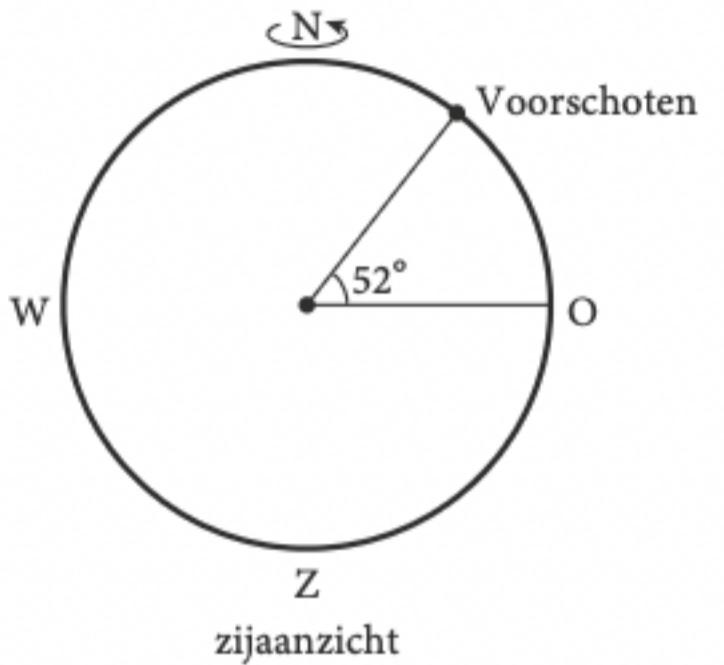
$$v = 30 \text{ m s}^{-1}$$

$$B = 52^\circ$$

$$a_{cor} = 2 \times 7,27 \cdot 10^{-5} \times 30 \times \sin(52) = 3,43 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-2}$$

Afgerond: $3,4 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-2}$.

- d 12 Arjan woont in Voorschoten. Voorschoten ligt in de buurt van Leiden op ongeveer 52° noorderbreedte. Zie figuur 37.
a Bereken de baansnelheid van Arjan.



Figuur 37

De coriolisversnelling van bewegende voorwerpen is afhankelijk van de richting waarin het voorwerp beweegt. Arjan rijdt in een auto met een snelheid van 30 m s^{-1} naar het zuiden. Elise rijdt met een snelheid van 30 m s^{-1} naar het oosten.

- b Leg uit dat de coriolisversnelling op de auto van Arjan kleiner is dan de coriolisversnelling op de auto van Elise.

De coriolisversnelling op de auto van Arjan is langs het aardoppervlak gericht. De coriolisversnelling op de auto van Elise kun je ontbinden in een component langs het aardoppervlak en een component loodrecht op het aardoppervlak.

- c Ga na of de loodrechte component omhoog of omlaag is gericht.

Voor de component van de coriolisversnelling langs het aardoppervlak geldt in beide gevallen $a_{cor} = 2\omega \cdot v \cdot \sin(B)$. Hierin is B de breedtegraad.

- d Toon dit aan voor zowel Arjan als Elise.

- e Bereken voor Arjan de component van de coriolisversnelling langs het aardoppervlak.