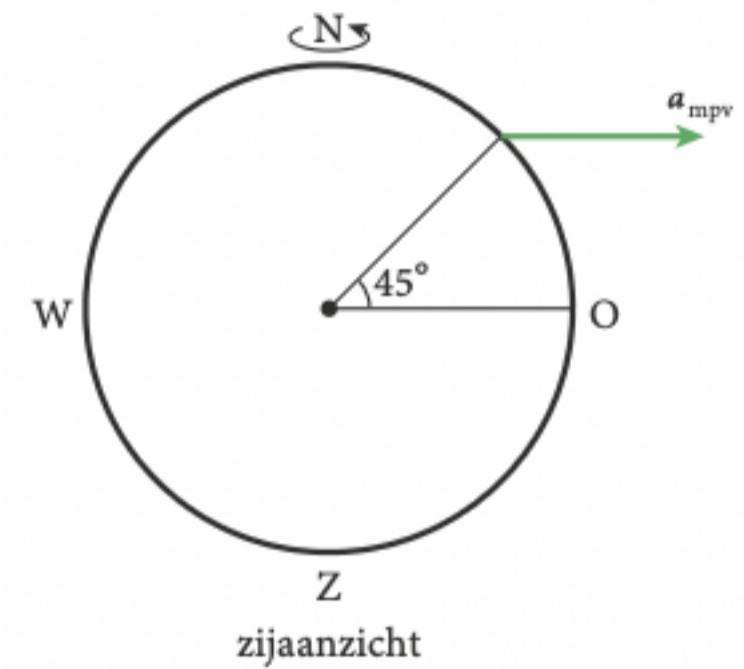


13 Op voorwerpen op aarde werkt een middelpuntvliedende versnelling.

- a Bereken de middelpuntvliedende versnelling aan de evenaar.

Aan de evenaar wijst de middelpuntvliedende versnelling van het middelpunt van de aarde af. Voor een plaats op  $45^\circ$  noorderbreedte is de grootte en de richting van de middelpuntvliedende versnelling gegeven in figuur 38. Deze versnelling kun je ontbinden in een component loodrecht op het aardoppervlak en een component evenwijdig aan het aardoppervlak.

- b Laat zien dat de component evenwijdig aan het aardoppervlak ongeveer 0,17% van de valversnelling bedraagt.



Figuur 38

Je zou nu kunnen denken dat voorwerpen op het noordelijk halfrond niet loodrecht naar de grond vallen, maar een klein stukje naar het zuiden in de richting van de component evenwijdig aan het aardoppervlak. De aarde zelf is echter vervormbaar. Het aardoppervlak staat daarom niet loodrecht op de verbindingslijn met het middelpunt van de aarde. De hoek tussen de raaklijn aan de aarde en die verbindingslijn is daardoor iets groter dan  $90^\circ$ . Richting de evenaar neemt het hellingspercentage van de raaklijn gemiddeld toe in de ordegrootte van 0,1%.

- c Schat op basis van deze gegevens de ordegrootte van het verschil tussen de afstand van het middelpunt van de aarde tot de pool, en de afstand van het middelpunt van de aarde tot de evenaar.

Opgave 13

- a De middelpuntvliedende versnelling bereken je met de formule voor de middelpuntvliedende versnelling.

$$a_{mpv} = \omega^2 \cdot r$$

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

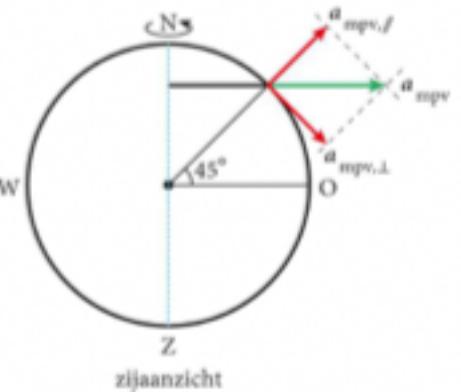
$$R_{aarde} = 6378 \text{ km} = 6378 \cdot 10^3 \text{ m} \quad \text{Zie BINAS tabel 31.}$$

$$a_{mpv} = (7,27 \cdot 10^{-5})^2 \times 6378 \cdot 10^3$$

$$a_{mpv} = 3,370 \cdot 10^{-2} \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{Afgerond: } 3,37 \cdot 10^{-2} \text{ ms}^{-2}$$

- b Zie figuur 13.



Figuur 13

De middelpuntvliedende versnelling evenwijdig aan het aardoppervlak bereken je met een goniometrische formule en de middelpuntvliedende versnelling.  
De middelpuntvliedende versnelling bereken je met de formule voor de middelpuntvliedende versnelling.  
De straal bereken je met een goniometrische formule en de breedtegraad.

$$\text{Voor de straal } r \text{ geldt } \sin(45) = \frac{r}{R_{aarde}}$$

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

$$\sin(45) = \frac{r}{6371 \cdot 10^3}$$

$$r = 4,5049 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$a_{mpv} = \omega^2 \cdot r$$

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

$$a_{mpv} = (7,27 \cdot 10^{-5})^2 \times 4,5049 \cdot 10^6$$

$$a_{mpv} = 2,381 \cdot 10^{-2} \text{ ms}^{-2}$$

$$\sin(45) = \frac{a_{mpv,l}}{2,381 \cdot 10^{-2}}$$

$$a_{mpv,l} = 1,68 \cdot 10^{-2} \text{ ms}^{-2}$$

$$g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{Dus } \%a_{mpv,l} = \frac{1,68 \cdot 10^{-2}}{9,81} \cdot 100\% = 0,171\%$$

$$\text{Afgerond: } 0,17\%$$

- c De aarde is bij benadering een bol met een straal van ongeveer 6400 km. Dat geeft een omtrek van ongeveer 40000 km. Van de pool naar de evenaar is een kwart van deze afstand, zo'n 10000 km. Een gemiddelde helling van rond de promille geeft een grootteorde van 10 km.

Opmerking

De werkelijke waarde is volgens voetnoot in BINAS tabel 31 gelijk aan 22 km. Maar de afplatting van de aarde zorgt voor een verdere versterking van de zwaartekracht aan de polen, en een verdere afzwakking aan de evenaar. Dit versterkt het effect van de grotere valversnelling aan de polen dan aan de evenaar.