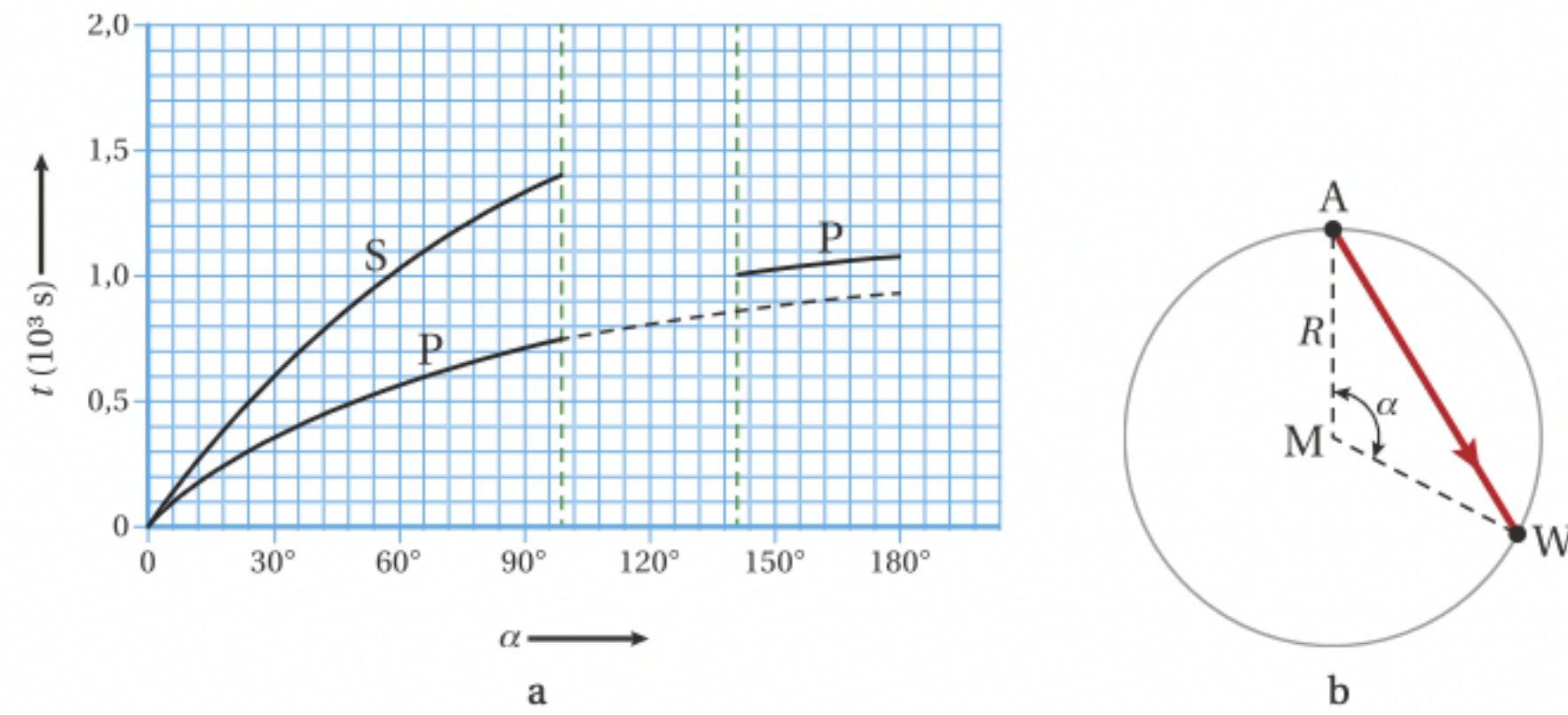


- 11 Een model van de aarde volgt uit onderzoek van aardbevingen. In figuur 22a zie je de looptijd van de P- en S-golven van een aardbeving als functie van hoek  $\alpha$ . Hoek  $\alpha$  is een maat voor de plaats van een waarnemingsstation W ten opzichte van plaats A van een aarbeving. Zie figuur 22b.



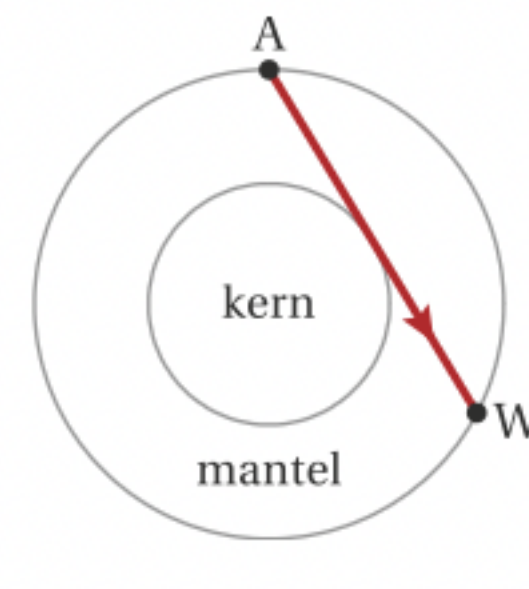
Figuur 22

Het eenvoudigste model van de aarde is een homogene bol van vast gesteente. In plaats A vindt een aardbeving plaats. Voor een waarnemingsstation W geldt  $\alpha = 90^\circ$ .

- Toon aan dat het waarnemingsstation op een afstand van  $9,0 \cdot 10^6$  m ligt.
- Bereken met behulp van figuur 22a de golfsnelheid van de P-golven.

Uit figuur 22a blijkt dat er geen S-golven aankomen op waarnemingsstations waarvoor de hoek  $\alpha$  groter is dan  $103^\circ$ . Dit betekent dat de aarde geen homogene bol kan zijn. Een beter model van de aarde is het kern-mantelmodel uit figuur 23. In dit model heeft de aarde een homogene, bolvormige kern, met daaromheen een homogene, vaste mantel met andere eigenschappen.

- Leg met behulp van figuur 22 uit of de aardkern in dit kern-mantelmodel een vaste stof of een vloeistof is.
- Bereken de straal van de aardkern in het kern-mantelmodel van de aarde.



Figuur 23

Een waarnemingsstation op  $\alpha = 180^\circ$  neemt de P-golven waar die dwars door de aarde gaan. Deze golven hebben een langere looptijd dan de looptijd die volgt als je het eerste stuk van de grafiek voor P-golven extrapoleert. Zie figuur 22a na de tweede streeplijn.

- Is de golfsnelheid van de P-golven in de aardkern groter of kleiner dan de P-golven in de aardmantel? Licht je antwoord toe.

#### Opgave 11

- De afstand AW bereken je met de stelling van Pythagoras, als  $\alpha = 90^\circ$ .

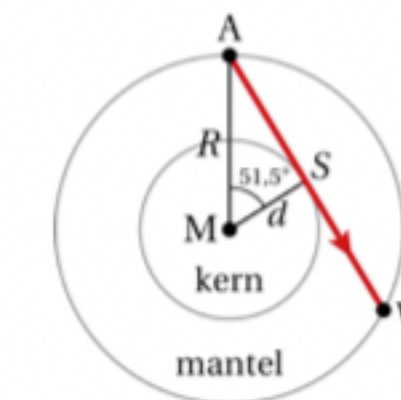
$$\begin{aligned} AM^2 + WM^2 &= AW^2 \\ AM = WM = R &= 6,371 \cdot 10^6 \text{ m} \quad \text{Zie BINAS tabel 31.} \\ (6,371 \cdot 10^6)^2 + (6,371 \cdot 10^6)^2 &= AW^2 \\ AW &= 9,0099 \cdot 10^6 \text{ m} \\ \text{Afgerond: } AW &= 9,0 \cdot 10^6 \text{ m.} \end{aligned}$$

- De snelheid van de golf bereken je met de formule voor de snelheid.

$$\begin{aligned} s &= v \cdot t \\ s &= 9,0 \cdot 10^6 \text{ m} \\ t &= 0,71 \cdot 10^3 \text{ s} \quad \text{Aflezen bij } \alpha = 90^\circ \text{ in figuur 22 van het katem.} \\ 9,0 \cdot 10^6 &= v \cdot 0,71 \cdot 10^3 \\ v &= 1,2676 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1} \\ \text{Afgerond: } v &= 1,3 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}. \end{aligned}$$

- S-golven zijn transversale golven. Transversale golven kunnen zich niet voortplanten in een vloeistof. Als  $\alpha = 103^\circ$ , dan moet de golf zich door de kern voortplanten. Dit gebeurt niet, dus is de kern in dit model een vloeistof.
- De straal van de aardkern bepaal je met de gegeven hoek en een goniometrische formule.

Zie figuur 9.



Figuur 9

Teken de loodlijn MS op lijn AW. Er geldt:

$$\begin{aligned} \cos(\angle AMS) &= \frac{MS}{AM} = \frac{d}{R} \\ R &= 6,371 \cdot 10^6 \text{ m} \quad \text{Zie BINAS tabel 31.} \\ \angle AMS &= \frac{1}{2} \cdot \angle AMW = \frac{1}{2} \times 103^\circ = 51,5^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos(51,5^\circ) &= \frac{d}{6,371 \cdot 10^6} \\ d &= 3,966 \cdot 10^6 \text{ m} \\ \text{Afgerond: } d &= 3,97 \cdot 10^6 \text{ m.} \end{aligned}$$

- $s = v \cdot t$   
De afstand s blijft gelijk.  
De golven doen er langer over dan verwacht. Dus is  $t$  groter dan verwacht.  
De golfsnelheid van de P-golven in de aardkern is dus kleiner dan die in de aardmantel.