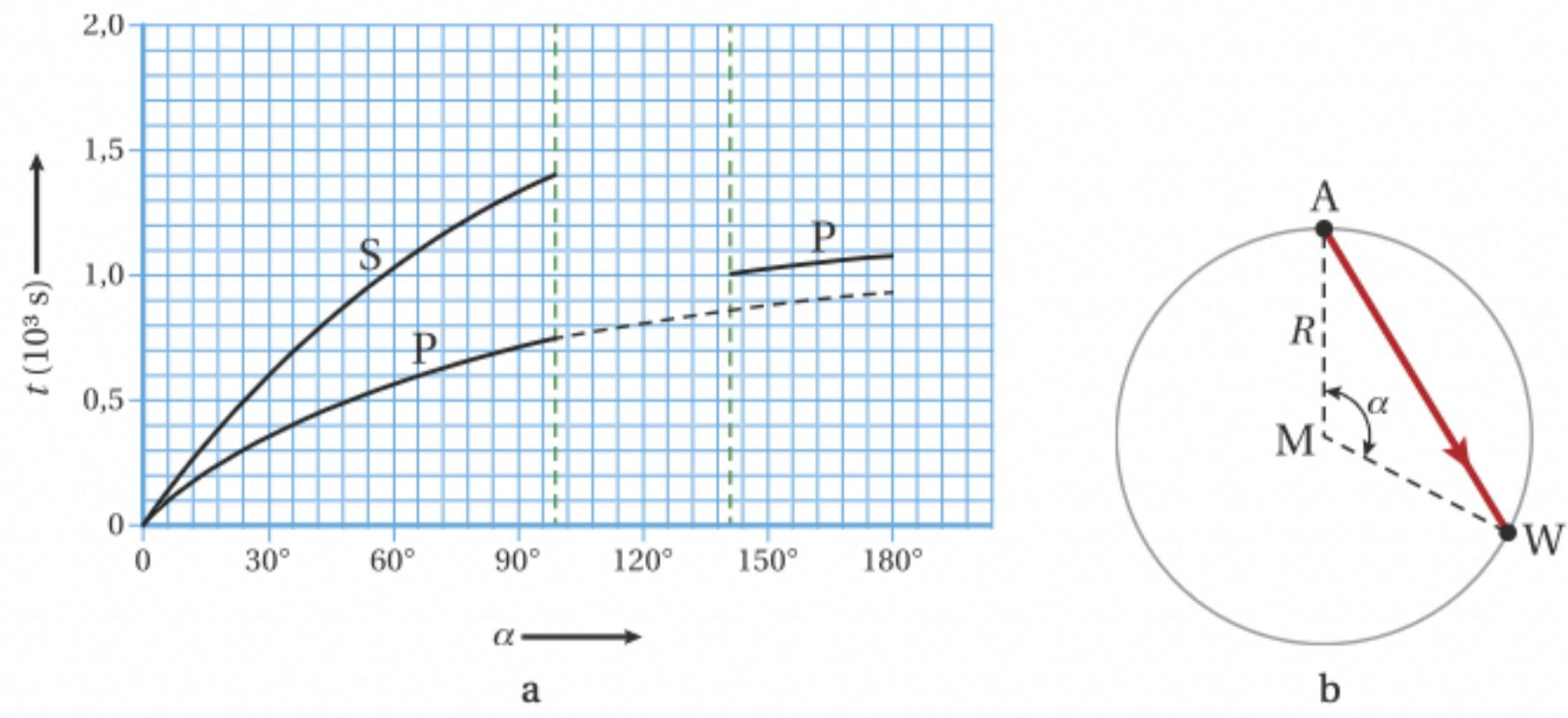


- 11 Een model van de aarde volgt uit onderzoek van aardbevingen. In figuur 22a zie je de looptijd van de P- en S-golven van een aardbeving als functie van hoek  $\alpha$ . Hoek  $\alpha$  is een maat voor de plaats van een waarnemingsstation W ten opzichte van plaats A van een aarbeving. Zie figuur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



Figuur 22

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

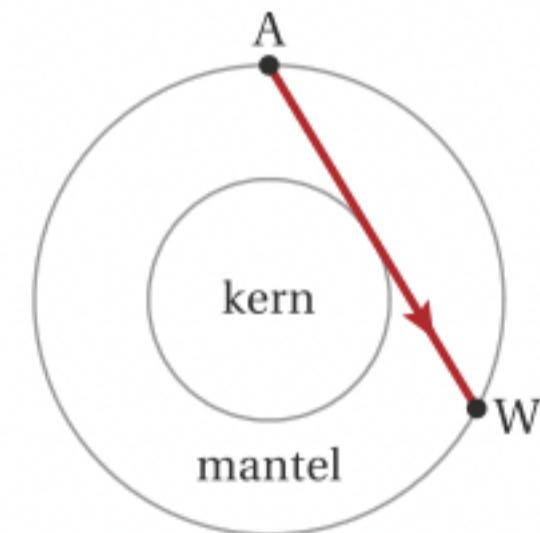
- a Toon aan dat het waarnemingsstation op een afstand van  $9,0 \cdot 10^6$  m ligt.  
b Bereken met behulp van figuur 22a de golfsnelheid van de P-golven.

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 homogeen bol kan zijn. Een beter model van de aarde is het kern-mantelmodel uit figuur 23. In dit model heeft de aarde een homogeen, bolvormige kern, met daaromheen een homogeen, vaste mantel met andere eigenschappen.

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

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.

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



Figuur 23

#### Opgave 11

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

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

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

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

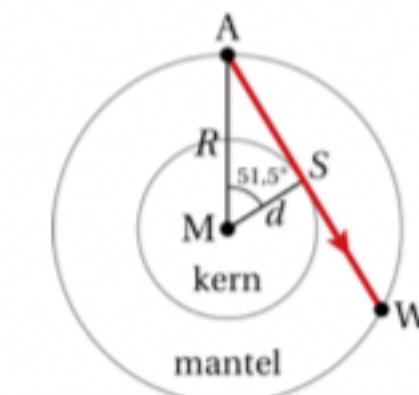
- c S-golven zijn transversale golven.

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.

- d 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:

$$\cos(\angle AMS) = \frac{MS}{AM} = \frac{d}{R}$$

$$R = 6,371 \cdot 10^6 \text{ m} \quad \text{Zie BINAS tabel 31.}$$

$$\angle AMS = \frac{1}{2} \cdot \angle AMW = \frac{1}{2} \times 103^\circ = 51,5^\circ$$

$$\cos(51,5^\circ) = \frac{d}{6,371 \cdot 10^6}$$

$$d = 3,966 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } d = 3,97 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

- e 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.