

17 a Van links naar rechts en van boven naar beneden: 0, +, -, 0, 0.

18 ab Een aantal leerlingen zal wellicht denken dat de kortste route het vliegtuig op dezelfde breedtegraad houdt. Dit is echter niet het geval. De kortste route is een deel van een zogenaamde grootcirkel. Op de illustratie hiernaast staat deze route afgebeeld, als je er "recht van boven" op kijkt.



c De straal van de grootcirkel en de straal van de bol zijn gelijk.

d Als je nauwkeurig hebt gewerkt komt deze lijn overeen met de getekende lijn.

19 a  $\alpha$  (radialen), met  $0 \leq \alpha \leq 2\pi$ , is per definitie in de eenheidscirkel de lengte van een cirkelboog die hoort bij een hoek van  $\frac{\alpha}{2\pi} \cdot 360^\circ$ . In een cirkel met straal  $R$  is deze lengte dus  $\alpha R$ .

b Als additionele eis in de elliptische meetkunde moeten we eisen dat  $0 < \alpha \leq \pi$ , omdat anders de afstand tussen A en B "onderlangs" gemeten kan worden en dus langer zou zijn.

20 a Er zijn oneindig veel grootcirkels door deze punten te trekken, denk aan alle meridianen.

b Twee lijnstukken, "bovenlangs" en "onderlangs".

c We voldoen dus niet aan de eisen van postulaat 1.

- 21** **a** Nu is door ieder tweetal punten op een bol wel precies één lijn te trekken, het blijft echter mogelijk tussen ieder tweetal punten twee lijnstukken te trekken.  
Vanwege het laatste voldoet de bolmeetkunde strikt genomen niet aan postulaat 1.
- b** Als je onder het tweede postulaat ook de eis opneemt dat de uiteinden van de rechte lijn elkaar niet ontmoeten dan voldoet de bolmeetkunde niet aan het tweede postulaat.
- c** Op een bol is dat niet het geval. Je zou weliswaar kunnen zeggen dat een lijn de bol in tweeën deelt, echter ieder punt ligt aan beide zijden en dus is ieder tweetal punten te verbinden door een lijnstuk dat de gegeven lijn niet snijdt.
- d** Het derde postulaat is geldig, als je er geen probleem van maakt dat de straal van de cirkel wordt beperkt door de straal van de bol.  
Het vierde postulaat is geldig. Een hoek is gedefinieerd als een hoek tussen twee platte vlakken en daarvoor geldt het vierde postulaat.
- 22** **a** Er gaat geen enkele lijn door dit punt die de gegeven lijn niet snijdt.
- b** Het vijfde postulaat is dus niet geldig.
- 23** De ondergrens is  $180^\circ$  en de bovengrens is  $360^\circ$ .