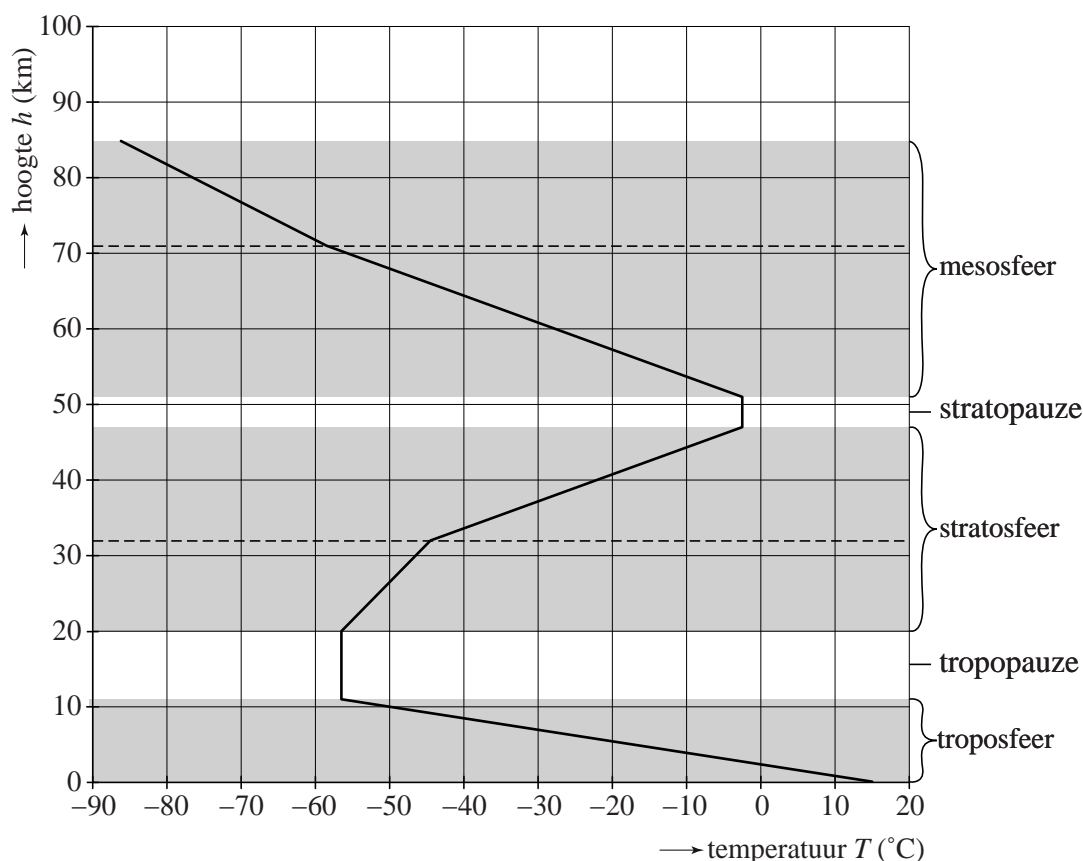


## Atmosfeer

De atmosfeer, ook wel dampkring genoemd, is het gasvormige omhulsel van de aarde en is opgebouwd uit verschillende lagen. De onderste drie lagen zijn de troposfeer, de stratosfeer en de mesosfeer. De overgangszone tussen de onderste twee lagen wordt de tropopauze genoemd, de overgangszone daarboven de stratopauze. Zie de figuur. De hoogtes waarop de verschillende lagen en overgangszones zich bevinden, zijn niet overal op aarde gelijk en kunnen door de tijd heen variëren. Om zaken toch goed te kunnen vergelijken heeft men een model voor de onderste drie lagen en overgangszones vastgesteld: de standaardatmosfeer. De temperatuur op een bepaalde hoogte is in de figuur af te lezen. Daarin zie je het verband tussen de temperatuur  $T$  in  $^{\circ}\text{C}$  en de hoogte  $h$  in km. Zo kun je aflezen dat op een hoogte van 10 km de temperatuur  $-50^{\circ}\text{C}$  is.

figuur



In elk van de drie sferen is er een laagste en hoogste temperatuur.

- 2p 17 Bepaal in welke van de drie sferen het verschil tussen de hoogste en laagste temperatuur het kleinst is. Licht je antwoord toe.

De stratosfeer bestaat uit twee delen. In beide delen neemt de temperatuur toe naarmate je hoger komt. Voor de temperatuur in het bovenste deel geldt de formule  $T = 2,8 \cdot h - 134,1$ . Je kunt deze formule herleiden tot de vorm  $h = a \cdot T + b$ , waarbij  $a$  en  $b$  getallen zijn.

- 3p 18 Laat deze herleiding zien en rond  $a$  en  $b$  af op twee decimalen.

Ook voor andere sferen, bijvoorbeeld voor de mesosfeer, kun je formules opstellen van het verband tussen de hoogte en de temperatuur. De mesosfeer bestaat uit twee delen.

- 5p 19 Stel voor het onderste deel van de mesosfeer de formule op van  $h$ , uitgedrukt in  $T$ .

Niet alleen de temperatuur, ook de luchtdruk hangt af van de hoogte. Luchtdruk wordt vaak uitgedrukt in hectopascal of hPa. De luchtdruk op een hoogte van 0 kilometer is gelijk aan 1013 hPa en boven in de mesosfeer, op 85 km, is de luchtdruk 0,0037 hPa. Het verband tussen de luchtdruk en de hoogte is exponentieel.

Met behulp van bovenstaande gegevens kun je berekenen dat de luchtdruk elke kilometer met ongeveer 14% afneemt.

- 4p 20 Bereken dit percentage in één decimaal nauwkeurig.

Om gegevens over het weer te verzamelen wordt een weerballon opgelaten met meetapparatuur, waaronder een thermometer. De ballon zet uit naarmate hij hoger in de atmosfeer komt, omdat de luchtdruk steeds verder afneemt. Op het moment dat de luchtdruk 4,5 hPa is, scheurt de ballon open en valt hij naar beneden.

- 6p 21 Bereken de temperatuur die de ballon meet op zijn maximale hoogte. Rond je antwoord af op een geheel getal.