

Opgave 3 Leoniden

Lees het artikel.

artikel

Eens in de 33 jaar beweegt de aarde in november een paar uur lang door een langgerekte komeetstaart van kosmische stofdeeltjes. De stofdeeltjes hebben een massa die varieert van enkele milligrammen tot ongeveer 4 gram. Ze komen met een snelheid van 70 kilometer per seconde de atmosfeer binnen. Door de wrijving worden ze zo sterk

verhit dat ze lichtsporen langs de hemel trekken: 'vallende sterren'. Omdat deze vallende sterren te zien zijn in de richting van het sterrenbeeld 'Leeuw' (Leo), noemt men ze de 'Leoniden'.

naar: de Volkskrant, 17 november '98

Het binnendringen van de stofdeeltjes in de atmosfeer wordt gesimuleerd in een computermodel. In dit model worden de volgende aannames gemaakt:

- de stofdeeltjes dringen (op $t = 0$ s) de ijle lucht van de atmosfeer binnen op een hoogte van 150 km boven het aardoppervlak;
- de druk op die hoogte is $3,4 \cdot 10^{-4}$ Pa;
- de temperatuur op die hoogte is 640 K;
- één mol van de lucht op een hoogte van 150 km heeft een massa van 0,027 kg.

- 3p 11 Bereken de dichtheid van de atmosfeer op een hoogte van 150 km.

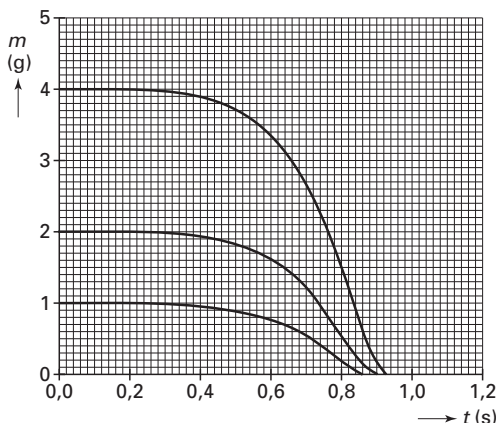
In het computermodel vat men een stofdeeltje op als een bolletje kwarts. Het bolletje ondervindt bij het binnendringen in de atmosfeer een grote wrijvingskracht, waardoor zijn temperatuur stijgt. Bij het smeltpunt verliest het bolletje gloeiend, vloeibaar kwarts, hetgeen als een lichtspoor is te zien. De helderheid van het lichtspoor hangt volgens dit model af van de hoeveelheid vloeibaar kwarts die het bolletje per tijdseenheid verliest.

Beschouw een bolletje kwarts met een massa van 4 gram, een snelheid van 70 km s^{-1} en een temperatuur van 640 K. Er is warmte nodig om het bolletje op te warmen tot het smeltpunt. Om bij het smeltpunt een kilogram kwarts te laten smelten is 200 kJ nodig.

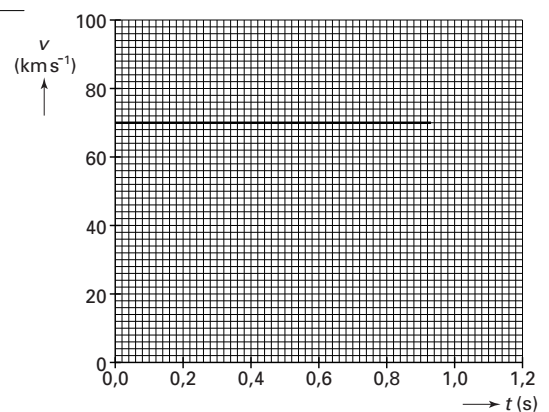
- 5p 12 Ga met een berekening na of de kinetische energie van het bolletje kwarts voldoende is om het te verwarmen en te laten smelten.

Enkele rekenresultaten van het computermodel staan in de figuren 6 en 7. In figuur 6 zijn de massa's van drie bolletjes kwarts uitgezet als functie van de tijd. De beginmassa's van de bolletjes zijn respectievelijk 1 gram, 2 gram en 4 gram. In figuur 7 zijn de (v,t) -grafieken voor de drie bolletjes getekend. Deze grafieken overlappen elkaar dus.

figuur 6



figuur 7



- 3p 13 Bepaal op grond van de figuren 6 en 7 de lengte van het lichtspoor van een bolletje kwarts met een beginmassa van 2 gram.

Een stofdeeltje met een grotere beginmassa maakt een helderder lichtspoor dan een deeltje met een kleinere beginmassa.

- 3p 14 Leg uit of dit ook uit het computermodel en de resultaten ervan af te leiden is.