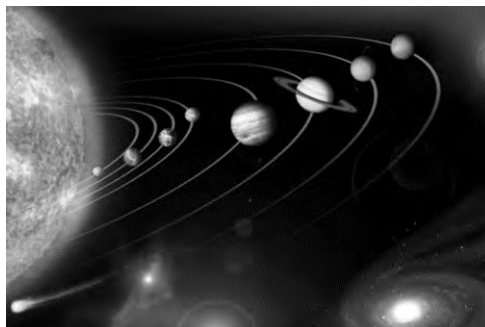


De leeftijd van ons zonnestelsel

Volgens sterrenkundigen zijn de meteorieten die op aarde terechtkomen tegelijk met ons zonnestelsel ontstaan.



Meteorieten bestaan onder andere uit de stoffen rubidium-87 (Rb-87), strontium-87 (Sr-87) en strontium-86 (Sr-86). Het radioactieve Rb-87 vervalst tot Sr-87. De hoeveelheid Sr-86 verandert niet.

Om de leeftijd t (in jaren) van een meteoriet te bepalen gebruikt men onder andere de verhouding:

$$a(t) = \frac{\text{hoeveelheid Rb-87}}{\text{hoeveelheid Sr-86}} \text{ op tijdstip } t$$

Deze verhouding verandert voortdurend vanaf het ontstaan van een meteoriet. Er geldt:

$$a(t) = a(0) \cdot e^{-\lambda t}$$

Hierin is λ de vervalconstante van Rb-87. Die is $1,42 \cdot 10^{-11}$ per jaar. De constante $a(0)$ is de verhouding tussen de hoeveelheden Rb-87 en Sr-86 op $t = 0$.

- 3p **12** Bereken op algebraïsche wijze in hoeveel tijd de waarde van a gehalveerd wordt. Geef je antwoord in miljarden jaren nauwkeurig.

De waarde $a(0)$ is onbekend en verschilt per meteoriet. Daarom kunnen we de leeftijd van een meteoriet niet bepalen op grond van de gemeten waarde $a(t)$ alleen. Leeftijdsbepaling is wel mogelijk door naast $a(t)$ ook gebruik te maken van een tweede verhouding:

$$b(t) = \frac{\text{hoeveelheid Sr-87}}{\text{hoeveelheid Sr-86}} \text{ op tijdstip } t$$

Omdat Rb-87 vervalt tot Sr-87 en Sr-87 zelf niet vervalt, verandert de waarde van de **som** van $a(t)$ en $b(t)$ voor een bepaalde meteoriet niet in de loop der tijd. Dit betekent dat $a(t) + b(t) = a(0) + b(0)$ voor elke $t \geq 0$.

Uit $a(t) + b(t) = a(0) + b(0)$ en $a(t) = a(0) \cdot e^{-\lambda t}$ volgt:

$$b(t) + (1 - e^{-\lambda t})a(t) = b(0)$$

3p 13 Toon dit aan.

Van twee even oude meteorieten, M_1 en M_2 , zijn de waarden $a(t)$ en $b(t)$ bepaald, waarbij t de leeftijd van deze meteorieten is. Zie de tabel.

tabel

meteoriet	$a(t)$	$b(t)$
M_1	0,60	0,739
M_2	0,20	0,713

Door gebruik te maken van:

- $b(t) + (1 - e^{-\lambda t})a(t) = b(0)$, met $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11}$ per jaar,
- de aanname dat $b(0)$ voor elke meteoriet hetzelfde is en
- de gegevens uit de tabel

kan de leeftijd van de meteorieten (en volgens sterrenkundigen dus ook die van ons zonnestelsel) worden berekend.

4p 14 Bereken deze leeftijd. Rond je antwoord af op miljarden jaren.