

- 19 De afstand tussen ons zonnestelsel en het centrum van de Melkweg is 27 duizend lichtjaar. Een lichtjaar is de afstand die het licht aflegt in één jaar. Sterrenkundigen hebben bepaald dat de baansnelheid waarmee ons zonnestelsel om het centrum van de Melkweg beweegt 250 km s^{-1} is. In deze opgave mag je aannemen dat het zonnestelsel daarbij een eenparige cirkelbeweging uitvoert.

a Toon aan dat 27 duizend lichtjaar overeenkomt een een afstand van $2,6 \cdot 10^{20} \text{ m}$.
Ons zonnestelsel is 4,6 miljard jaar geleden gevormd.

b Bereken het aantal omwentelingen van ons zonnestelsel in die tijd.

De gravitatiekracht op ons zonnestelsel is de resulterende kracht van de gravitatiekrachten van alle sterren in de Melkweg. Het grootste deel van de massa van deze sterren is geconcentreerd in het midden van de Melkweg.

Neem aan dat de zon dezelfde massa heeft als de gemiddelde ster in onze Melkweg.

c Bereken het aantal sterren in de Melkweg als alle massa van deze sterren geconcentreerd is in het midden van de Melkweg.

Opgave 19

- a De afstand volgt uit het aantal lichtjaren.
De afstand van een lichtjaar staat in BINAS tabel 5.

Eén lichtjaar is $9,461 \cdot 10^{15} \text{ m}$ (zie BINAS tabel 5).

$$\begin{aligned}s &= 27 \cdot 10^3 \text{ lichtjaar} = 27 \cdot 10^3 \times 9,461 \cdot 10^{15} \\s &= 2,5544 \cdot 10^{20} \text{ m} \\ \text{Afgerond: } s &= 2,6 \cdot 10^{20} \text{ m}.\end{aligned}$$

NB: De afstand van één lichtjaar kun je ook berekenen met de formule voor de verplaatsing bij eenparige beweging.

$$\begin{aligned}s &= v \cdot t \\v &= c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} \quad (\text{zie BINAS tabel 7}) \\t &= 1 \text{ jaar} = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s} \quad (\text{zie BINAS tabel 5}) \\s &= 2,9979 \cdot 10^8 \times 3,15 \cdot 10^7 \\s &= 9,443 \cdot 10^{15} \text{ m} \\ \text{Dus } 1 \text{ lichtjaar} &= 9,443 \cdot 10^{15} \text{ m}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}r &= 27 \cdot 10^3 \text{ lichtjaar} = 27 \cdot 10^3 \times 9,443 \cdot 10^{15} = 2,54 \cdot 10^{20} \text{ m} \\ \text{Afgerond: } r &= 2,6 \cdot 10^{20} \text{ m}.\end{aligned}$$

- b Het aantal omwentelingen is de verhouding tussen de leeftijd van het heelal en de omlooptijd.
De omlooptijd bereken je met de formule voor de baansnelheid.

$$\begin{aligned}v &= \frac{2\pi r}{T} \\v &= 250 \text{ km s}^{-1} = 250 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1} \\r &= 2,6 \cdot 10^{20} \text{ m} \\250 \cdot 10^3 &= \frac{2\pi \times 2,6 \cdot 10^{20}}{T} \\T &= 6,53 \cdot 10^{15}\end{aligned}$$

De leeftijd van het heelal is 4,6 miljard jaar $= 4,6 \cdot 10^9 \times 3,15 \cdot 10^7 = 1,449 \cdot 10^{17} \text{ s}$.

Het aantal omwentelingen is $\frac{1,449 \cdot 10^{17}}{6,53 \cdot 10^{15}} = 22,18$.

Afgerond: 22 keer.

- c Het aantal sterren is de verhouding tussen de massa in het midden van de Melkweg en de massa van de zon.
De massa in het midden van de Melkweg bereken je met de formule voor de middelpuntzoekende kracht en de formule voor de gravitatiekracht.

$$\begin{aligned}\frac{m \cdot v^2}{r} &= G \cdot \frac{m \cdot M}{r^2} \\v^2 &= G \cdot \frac{M}{r} \\v &= 250 \text{ km s}^{-1} = 250 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1} \\G &= 6,67384 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \\r &= 2,6 \cdot 10^{20} \text{ m}\end{aligned}$$

$$(250 \cdot 10^3)^2 = 6,67384 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{M}{2,6 \cdot 10^{20}}$$

$M = 2,434 \cdot 10^{41} \text{ kg}$

$$\text{aantal sterren} = \frac{M_{\text{Melkweg}}}{m_{\text{zon}}}$$

$m_{\text{zon}} = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

$$\text{aantal sterren} = \frac{2,434 \cdot 10^{41}}{1,989 \cdot 10^{30}}$$

Aantal sterren $= 1,22 \cdot 10^{11}$
Afgerond: $1,2 \cdot 10^{11}$.