

Overall Natuurskunde 3V

Uitwerkingen

Hoofdstuk 8 Zonnestelsel en heelal

8.1 Ons zonnestelsel

A1

- a Onjuist, want Jupiter is een gasplaneet. Aardse planeten bestaan uit gesteente en metalen.
- b Juist, want ze worden daarom ook wel gasreuzen genoemd.
- c Onjuist, want een brokstuk uit de ruimte dat op aarde valt heet een meteoriet.
- d Onjuist, want de omlooptijd van de aarde is één jaar.
- e Juist, want de baanstraal van Neptunus is met 29,98 AE de planeet met de grootste baanstraal in ons zonnestelsel.
- f Onjuist, want de kuiper gordel bestaat uit ook uit stof, steentjes en rotsblokken.

A2

- a De vier aardse planeten zijn: Mercurius, Venus, Aarde en Mars.
De vier gasreuzen zijn: Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus.
- b Twee verschillen tussen aardse planeten en gasreuzen zijn de grootte en de samenstelling. Aardse planeten bestaan uit gesteente en metalen, en gasreuzen hoofdzakelijk uit gas.

A3

Een brokstuk uit de ruimte dat op aarde is gevallen noem je een meteoriet.

Het lichtspoor dat je ziet van een vallende steen of stuk metaal tijdens de val door de dampkring noem je een meteor.

A4

- a De omlooptijd van een planeet is de tijd nodig voor één omloop om de zon.
- b De omlooptijd van Neptunus is $6,02 \cdot 10^4$ dagen.

A5

De uitleg moet ten minst het volgende inhouden:

Het zonnestelsel is ontstaan uit een langzaam ronddraaiende gaswolk. Door de aantrekkingskracht die de gasdeeltjes op elkaar uitoefenden stortte de gaswolk in.

Er ontstond toen een afgeplatte draaiende schijf, waarin zich de zon en de planeten vormden.

B6

- a De maximale breedte van de planetoïdengordel is de afstand tussen Mars en Jupiter.
Volgens tabel 8.4 dus $5,19 - 1,52 = 3,67$ AE = $5,505 \cdot 10^8$ km.
- b De builen van de aarde (1 AE) zijn: Venus (0,72 AE) en Mars (1,52 AE).

B7

De omlooptijd van Mars is 687 dagen en van de aarde 365 dagen. De omlooptijd van Mars is dus groter. Een jaar op Mars duurt dus langer dan een jaar op Aarde.

B8

De baanstraal van Venus is 0,72 AE.

1 AE is $1,50 \cdot 10^{11}$ m.

De baanstraal van Venus is $0,72 \times 1,50 \cdot 10^{11} = 1,08 \cdot 10^{11}$ m.

B9

- a De staart van een komeet ontstaat in de nabijheid van de zon door steengruis en de verdamping van ijs.
- b Een vallende ster is een object uit de ruimte wat in de dampkring komt en is relatief klein.
Een komeet bestaat uit steen en ijs en beschrijft een baan rondom de zon.

B10

Gegeven: baanstraal $r = 1,52$ AE, omlooptijd 687 dagenGevraagd: baansnelheid van Mars $v = ?$

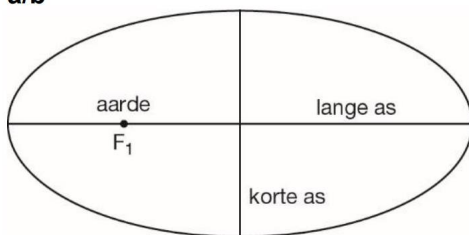
Formule: $v = \frac{2\pi r}{t}$

Berekenen: $v = \frac{2\pi \times 1,52 \times 1,50 \cdot 10^{11}}{687 \times 24 \times 60 \times 60} = 2,4 \cdot 10^4$

Antwoord: De baansnelheid v van Mars is $2,4 \cdot 10^4$ m/s.

C11

a/b



- c De maximale afstand tussen de aarde en de maan is:
 $7,7 \cdot 10^8 - 3,6 \cdot 10^8 = 4,1 \cdot 10^8$ m.

C12

Het licht van de zon doet 8 minuten over 1AE.

Om bij Neptunus (29,98 AE) te komen doet het zonlicht er $29,98 \times 8 = 239,8$ minuten over.

Dat is bijna 4 uur. (3,99 h)

C13

- a De baanstraal van Pluto is ligt tussen 29 AE en 49 AE. Gemiddeld 39 AE.
 b Verder dan Pluto staan de dwergplaneten, Eris, Makemake, Haumea en Ceres.
 c Gegeven: $v_{\text{baan}} = 4700$ m/s, baanstraal $r = 39$ AE

Gevraagd: omlooptijd $t = ?$

Formule: $v = \frac{2\pi r}{t}$

Berekenen: $t = \frac{2\pi \times 39 \times 1,50 \cdot 10^{11}}{4700} = 7\,820\,560\,436$

Antwoord: De omlooptijd is $7,8 \cdot 10^9$ s. Dit is 248 jaar.

C14

- a De gemiddelde tijd tussen de inslag van een meteoriet van 15 m is 50 jaar.
 In een periode van 80 jaar is dat $\frac{80}{50} = 1,6$ keer.
 b 2% in bewoond gebied is $\frac{1}{50}$ deel van de aarde.
 Er zit dan gemiddeld $50 \times 50 = 2500$ jaar tussen de inslagen in bewoond gebied.
 c De meteoriet was minimaal 10 km in diameter.

C15

a Gegeven: omlooptijd $T = 27,3$ dagen, $v_{\text{baan}} = 1000$ m/s.

Gevraagd: de baanstraal van de maan $r = ?$

Formule: $v = \frac{2\pi r}{t}$

Berekenen: $r = \frac{1000 \times 27,3 \times 24 \times 3600}{2\pi}$

$$r = \frac{2,35 \cdot 10^9}{2\pi} = 3,74 \cdot 10^8$$

Antwoord: De baanstraal r van de maan is $3,74 \cdot 10^8$ m.

b De afstand is erg klein om in AE uit te drukken. Het zou dan 0,0025 AE zijn.

C16

a Bij een cirkel van 10 m is de baanstraal $r = 5$ m $\equiv 1$ AE

De schaal wordt dan $1 : 3,3 \cdot 10^{-11}$.

<i>planeet</i>	<i>baanstraal schaal 1 : 1</i>	<i>baanstraal schaal 1 : $3,3 \cdot 10^{-11}$</i>
Mercurius	$0,39 \times 1,5 \cdot 10^{11}$	0,18 m
Venus	$0,72 \times 1,5 \cdot 10^{11}$	0,33 m
aarde	$1 \times 1,5 \cdot 10^{11}$	0,45 m
Mars	$1,52 \times 1,5 \cdot 10^{11}$	0,69 m
Jupiter	$5,19 \times 1,5 \cdot 10^{11}$	2,36 m
Saturnus	$9,51 \times 1,5 \cdot 10^{11}$	4,32 m
Uranus	$19,13 \times 1,5 \cdot 10^{11}$	8,70 m
Neptunus	$29,98 \times 1,5 \cdot 10^{11}$	13,62 m

b Eigen antwoord. Dit is afhankelijk van de grootte van het schoolplein.

Een makkelijke schaal is 1 AE = 1 m.

+17

Je moet dan je leeftijd vermenigvuldigen met $\frac{365}{10}$ ofwel 36,5.

+18

De temperatuur op Venus is hoger dan op Mercurius, omdat het wolkendeck op Venus voor een sterk broeikaseffect zorgt.

8.2 De aarde en haar omgeving

A19

- a Juist, want bij volle maan staat de aarde tussen zon en maan in staan. De schaduw van de aarde kan dan de maan verduisteren.
- b Juist, want de maan draait in een baan om de aarde.
- c Onjuist, want eb en vloed worden hoofdzakelijk veroorzaakt door de aantrekkingskracht van de zon en de maan.
- d Onjuist, want er zijn vier maanfasen of schijngestalten.
- e Juist, want aarde, zon en maan staan tijdens springtij op één lijn.

A20

Het feit dat de aardas altijd naar de poolster gericht staat, maakt de positie van de poolster bijzonder.

A21

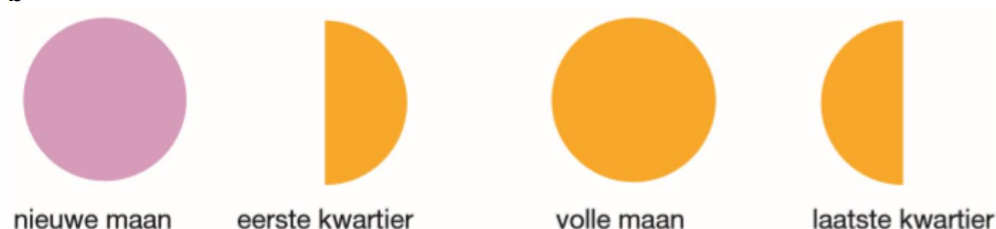
- a De omlooptijd van de aarde om de zon is 365,25 dagen. De omlooptijd is dus zes uur langer dan een kalenderjaar van 365 dagen. Omdat de omlooptijd van de aarde rond de zon niet precies 365 dagen is, wordt dit in het schrikkeljaar verrekend.
- b Eens in de vier jaar.
- c De omlooptijd van de aarde rond de zon is 365,25 dagen in plaats van 365 dagen. Eens in de vier jaar verrekenen we dit verschil door het jaar met één extra dag te verlengen ($4 \times 0,25$).

A22

Satellieten worden voor verschillende doeleinden gebruikt, zoals voor navigatie, spionage, het weer, communicatie en bemande ruimtevaart.

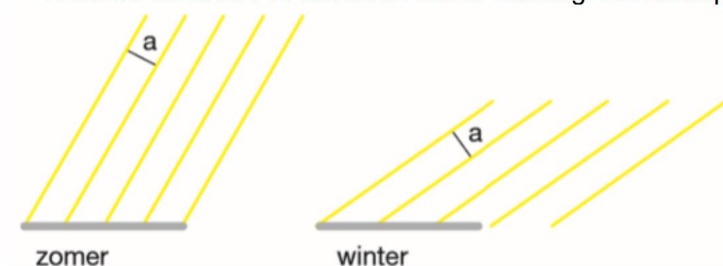
A23

- a Iedere maanfase duurt ongeveer een week.
- b



B24

- a Door de scheefstand van de aardas ten opzichte van het baanvlak valt de zon in de zomer onder een rechttere hoek in. Per vierkante meter ontvangt het aardoppervlak daardoor meer stralingsenergie.



- b 25 en 26 december vallen in Nederland in de winter. De aardas is dan zo gekanteld dat het in Australië zomer is. In de zomer valt er geen sneeuw op zeeniveau.

B25

Gegeven: $T = 27,3$ dagen; $t = 2,358\,720 \cdot 10^6$ sbaanstraal $r = 3,84 \cdot 10^8$ m.Gevraagd: baansnelheid $v = ?$ Formule: $v = \frac{2\pi r}{t}$ Berekenen: $v = \frac{2\pi \times 3,84 \cdot 10^8}{2,358720 \cdot 10^6} = 1022,9$ Antwoord: De baan snelheid v van de maan = 1023 m/s.

B26

a Per dag duren eb en vloed $24/4 = 6$ uur. Als het om 06: 00 uur eb is dan is het om 06: 00 + 6 = 12: 00 uur vloed.**b** Er is geen water op de maan.

B27

a Een zonsverduistering vindt plaats bij nieuwe maan.**b** Alleen in de kernschaduw is er een volledige zonsverduistering.
Dit is maar op een klein deel van de aarde.

B28

a Gegeven: de baanstraal van de aarde $r = 1,5 \cdot 10^{11}$ m.Gevraagd: lengte aardbaan $s = ?$ Formule: $s = 2\pi r$ Berekenen: $s = 2 \times \pi \times 1,5 \cdot 10^{11} = 9,4 \cdot 10^{11}$ Antwoord: De lengte s van de aardbaan is $9,4 \cdot 10^{11}$ m.**b** Gegeven: $t = 365,25 \times 24 = 8766$ h. $s = 9,4 \cdot 10^8$ km.Gevraagd: baan snelheid $v = ?$ Formule: $v = \frac{s}{t}$ Berekenen: $v = \frac{9,4 \times 10^8}{8766} = 107,23$

Antwoord: De baansnelheid van de aarde is 107,23 km/h.

C29

Als de draaias van Mercurius recht op staat, valt het zonlicht altijd met dezelfde hoek op het oppervlak van Mercurius.

C30

Een totale zonsverduistering is in Nederland zeldzaam, omdat de kernschaduw van de maan relatief klein is. Nederland moet dan net in de kernschaduw komen.

C31

a Het aarde-maan systeem bij doortij.**b** Bij doortij zijn eerste kwartier of laatste kwartier mogelijk.

C32

Bewering c is waar. Omdat de maan altijd met dezelfde kant naar de aarde is gericht, zie je de aarde altijd. Wel zal je schijngestalten van de aarde kunnen zien.

C33

Je ziet niet bij elke nieuwe maan een zonsverduistering, omdat het baanvlak van de maan onder een hoek staat ten opzicht van het vlak aarde-zon.

C34

De volgende manen zijn groter dan onze maan, van klein naar groot:

- Io rond Jupiter ($d = 1822$ km)
- Callisto rond Jupiter ($d = 2418$ km)
- Titan rond Saturnus ($d = 2576$ km)
- Ganymedes rond Jupiter ($d = 2634$ km)

C35

De aarde schermt een veel groter deel van het zonlicht af dan de maan. Hierdoor is de schaduw van de aarde veel groter dan die van de maan en duurt het langer voordat de maan uit de schaduw van de aarde is.

C36

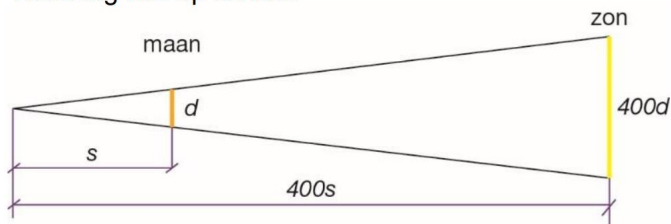
a De massa m van de aarde is $5,972 \cdot 10^{24}$ kg.Straal r van de aarde is 6371 km.De massa m van de maan is $7,35 \cdot 10^{22}$ kg.Straal r van de maan is 1737 km.**b** De straal van maan is 0,27 keer kleiner dan de straal van de aarde.De straal van het model van de maan is dan $15 \times 0,27 = 4,1$ cm.

De massa van de maan is 0,012 keer kleiner dan de massa van de aarde.

De massa van het model van de maan is dan $325 \times 0,012 = 3,9$ g**c** Een pingpongbal: deze heeft een diameter van 4 cm en een massa van 2,7 g.

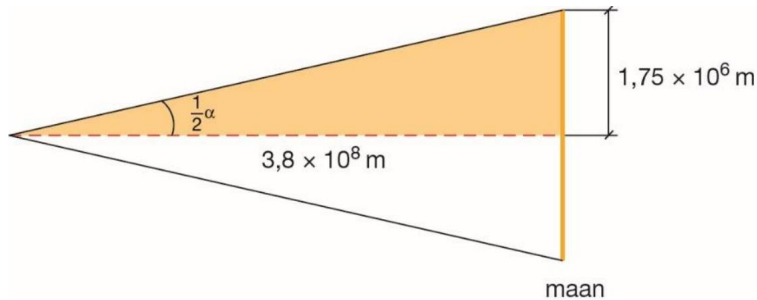
+37

a Tekening niet op schaal.



Uit de gelijkvormigheid van de driehoeken volgt: $d_{\text{zon}} = 400 \times 3,5 \cdot 10^6 = 1,4 \cdot 10^9 \text{ m}$

b Tekening niet op schaal.

Gegeven: $s = 3,8 \cdot 10^8 \text{ m}$ $r_{\text{maan}} = 1,75 \cdot 10^6 \text{ m}$ Gevraagd: de kijkhoek $\alpha = ?$ Formule: $\tan \frac{1}{2} \alpha = \frac{r_{\text{maan}}}{s}$ Berekenen: $\tan \frac{1}{2} \alpha = \frac{1,75 \cdot 10^6}{3,8 \cdot 10^8} = 0,004605$ $\angle \frac{1}{2} \alpha = \arctan 0,004605 = 1,65^\circ$ Antwoord: De kijkhoek $\alpha = 2 \times 1,7 = 3,4^\circ$

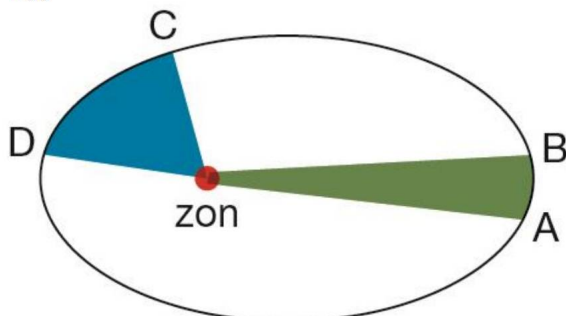
c Uit de gelijkvormigheid van de driehoeken, zie vraag a, volgt dat de kijkhoek naar de zon even groot is als de kijkhoek naar de maan dus $3,4^\circ$.

+38

a Na één kalenderjaar heb je dan $1 - 0,25 = 0,75$ dag teveel.

b Je moet de kalender dan aanpassen met drie dagen minder in dat jaar.

+39



bg $CD > bg AB$, de doorlopen tijd $t_{CD} = t_{AB}$ waaruit volgt dat $v_{DC} > v_{AB}$
De baansnelheid in CD is groter dan de baansnelheid in AB

8.3 De Melkweg in het heelal

A40

- a Onjuist, want een lichtjaar is een eenheid van lengte.
- b Juist, want hoe hoger de temperatuur hoe blauwer de ster is.
- c Onjuist, want ze lijken vanaf de aarde dicht bij elkaar te staan, maar hun onderlinge afstanden kunnen erg groot zijn.
- d Juist, want de Melkweg en de Andromedanevel trekken elkaar aan.
- e Onjuist, want sterrenstelsels bewegen van ons af. Een uitzondering is het Andromedastelsel.

A41

- a Alle sterren die we 's nachts met het blote oog kunnen zien maken deel uit van ons melkwegstelsel of kortweg de Melkweg. De Melkweg is een sterrenstelsel, een grote groep sterren die bij elkaar horen.
- b In de Melkweg bevinden zich ongeveer $2,0 \cdot 10^{11}$ sterren.
- c Soms lijkt het alsof sterren in groepjes bij elkaar aan de hemel staan. De oude Grieken meenden in sommige van die groepjes een dier of een mythologische held te herkennen. Dit zijn de sterrenbeelden.

A42

Hoe fel wij een ster waarnemen hangt af van de lichtsterkte en de afstand van de aarde tot de ster. De lichtsterkte van een ster is een eigenschap van een ster en geeft aan hoeveel licht een ster uitstraalt.

B43

- a Een lichtjaar is de afstand die het licht in één jaar aflegt.
- b Gegeven: $t = 365,25 \times 24 \times 3600 = 3,1\,557\,600 \cdot 10^7 \text{ s}$

$$v = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Gevraagd: de afstand die het licht in één jaar aflegt; $s_{\text{lichtjaar}} = ?$

$$\text{Formule: } v = \frac{s}{t}$$

$$\text{Berekenen: } s = 3 \cdot 10^8 \times 3,1\,557\,600 \cdot 10^7 = 9,5 \cdot 10^{15}$$

Antwoord: Het licht legt in één jaar een afstand s af van $9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$.

- c De afstand van Jupiter tot de aarde is $\frac{7,5 \cdot 10^{11}}{9,5 \cdot 10^{15}} = 7,9 \cdot 10^{-5}$ lichtjaar.

B44

De juiste volgorde van koel naar warm is rood-oranje-geel-blauw-wit.

B45

De lichtsterkte van Sirius is veel groter dan van Proxima Centauri. Hierdoor zien we Sirius, ondanks de grotere afstand, veel helderder dan Proxima Centauri.

C46

Gegeven: $v = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$s = 1,5 \cdot 10^{11}$$

Gevraagd: de tijd tussen de explosie op de zon en de waarneming op aarde $t = ?$ Formule: $v = \frac{s}{t}$ Berekenen: $t = \frac{1,5 \cdot 10^{11}}{3 \cdot 10^8} = 500$

Antwoord: Het licht van de zon doet er 500 s over om de aarde te bereiken.
De tijd tussen de explosie en het waarnemen op aarde is 500 s.

C47

a De sinaasappel is $\frac{0,08}{1,4 \cdot 10^9} = 5,7 \cdot 10^{-11}$ keer zo klein.

De afstand van Proxima Centauri tot de zon is dus ook $5,7 \cdot 10^{-11}$ keer zo klein.
 $4,22 \times 9,5 \cdot 10^{15} \times 5,7 \cdot 10^{-11} = 2\,285\,130 \text{ m}$ is afgerond 2300 km.

b 4 Het rode plein in Moskou.

C48

Gegeven: $v = 1000 \text{ km/h} = 277,8 \text{ m/s}$

$$\text{De afstand } s = 2 \cdot 10^6 \times 9,5 \cdot 10^{15} = 1,9 \cdot 10^{22} \text{ m}$$

Gevraagd: de tijd $t = ?$ Formule: $v = \frac{s}{t}$ Berekenen: $t = \frac{1,9 \cdot 10^{22}}{277,8} = 6,8 \cdot 10^{19}$

Antwoord: Het Andromedastelsel doet er $6,8 \cdot 10^{19} \text{ s}$ over om ons te bereiken.
Dat is $2,1 \cdot 10^{12}$ jaar.

+49

Uit animaties blijkt dat de Melkweg en het Andromedastelsel zijn in elkaar opgegaan en geen spiraalstelsels meer zijn.

+50

a Op de top van hoge bergen is weinig omgevingslicht en er is weinig verstrooiing als gevolg van de dunne atmosfeer. Je hebt er ook geen last van laaghangende bewolking.

b Een ruimtetelescoop heeft geen last van vertekening en verstrooiing als gevolg van de atmosfeer rondom de aarde en maakt daardoor haarscherpe foto's van objecten in de ruimte.

8.4 Zijn we alleen?

A51

- a** Een exoplaneet is een planeet buiten ons zonnestelsel die om een ster draait.
- b** Bijvoorbeeld de transitmethode.
- c** Bij de transitmethode wordt continu de lichtsterkte van een ster gemeten. Als die ster een planeet heeft en deze vanaf de aarde gezien voor de ster langs gaat, zal de planeet bij elke omloop tijdelijk een stukje van de ster afdekken. We ontvangen dan regelmatig een beetje minder licht van die ster.

A52

- a** Om leven mogelijk te maken op een exoplaneet mag de temperatuur op de planeet niet te laag of te hoog zijn. De exoplaneet moet dus niet te dicht bij of te veraf van haar ster staan.
- b** Drie andere eisen waaraan een exoplaneet moet voldoen om leven mogelijk te maken zijn:
 - 1 het moet een rotsachtige planeet zijn
 - 2 het moet een atmosfeer hebben
 - 3 het moet een aanzienlijke hoeveelheid water in vloeibare vorm op haar oppervlakte hebben.

B53

- a** Op afbeelding 8.20 stelt 9 mm 20 AE voor. Om de werkelijke afstand (in AE) te berekenen moet je de afstand op de afbeelding in mm delen door 9 en vermenigvuldigen met 20.
 - planeet b 118 AE
 - planeet c 31 AE
 - planeet d 20 AE
 - planeet e 10 AE
- b** De baanstraal van Neptunus is 29,98 AE, de planeten b en c staan dus verder van hun ster af dan Neptunus van de zon.

B54

De exoplaneet Proxima b bevindt zich op een afstand van $0,05 \times 1,5 \cdot 10^{11} = 7,5 \cdot 10^9$ m van zijn ster Proxima Centauri.

B55

De ster Proxima Centauri heeft een kleinere lichtsterkte dan onze zon.

C56

Omdat het een koele ster is waar de exoplaneten om heen draaien, is de afstand waarschijnlijk kleiner dan 1 AE.

B57

- a** De gasreuzen zijn Jupiter, Saturnus Uranus en Neptunus
- b** 51 Pegasi b is een gasreus.

+58

a Er wordt $(1 - 0,984) \times 100\% = 1,6\%$ afgedekt.**b** Gegeven: $\frac{H}{H_x} = 0,984$

$$R_{\text{ster}} = 8 \cdot 10^8$$

Gevraagd: $R_{\text{planeet}} = ?$

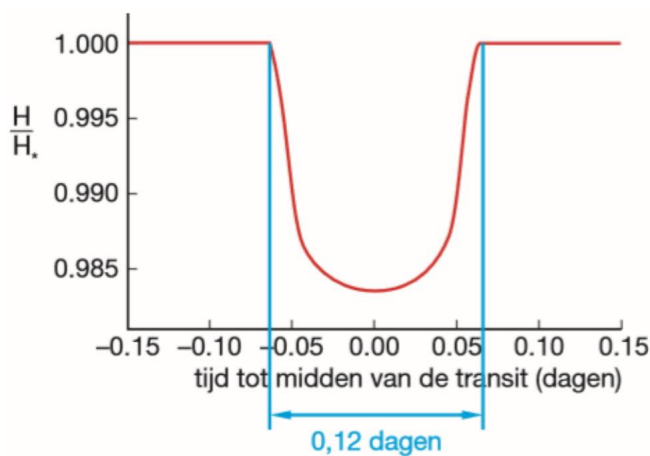
$$\text{Formule: } \frac{H}{H_x} = 1 - \left(\frac{R_{\text{planeet}}}{R_{\text{ster}}} \right)^2$$

$$\text{Berekenen: } 0,984 = 1 - \left(\frac{R_{\text{planeet}}}{R_{\text{ster}}} \right)^2$$

$$\left(\frac{R_{\text{planeet}}}{R_{\text{ster}}} \right)^2 = 0,016$$

$$\left(\frac{R_{\text{planeet}}}{R_{\text{ster}}} \right) = \sqrt{0,016}$$

$$\text{waaruit volgt dat } R_{\text{planeet}} = \sqrt{0,016} \times 8 \cdot 10^8 = 1,01 \cdot 10^8$$

Antwoord: De straal van de planeet is $1,01 \cdot 10^8$ m**c** De straal van de aarde is veel kleiner. $6,371 \cdot 10^6$ m.**d** De straal van Jupiter is $0,7 \cdot 10^8$ en lijkt er dus het meeste op.**e** De planeet gaat in $2 \times 0,06 = 0,12$ dagen voor de ster langs.

*8.5 De levensloop van een ster

A59

- a** Zware sterren eindigen hun leven met een grote explosie. Dit noem je een supernova-explosie. Bij een supernova-explosie stort het binnenste van een zware ster in en kan een zwart gat ontstaan.
- b** Je kunt een zwart gat herkennen aan de lichtgevende schijf die wordt gevormd door gas dat uit een naburige ster wordt gezogen.
Een zwart gat is ook te herkennen aan zwaartekrachtgolven die ontstaan als twee zwarte gaten samensmelten.

A60

- a** Een lichte ster begint haar leven officieel op het moment dat in het centrum van een gaswolk de temperatuur zo hoog is dat een kernreactie ontstaat. Hierbij wordt waterstof omgezet in helium. De energie die vrijkomt wordt aan de oppervlakte als licht uitgestraald.
Tijdens haar leven zwelt de ster langzaam op. Als de waterstof op is zwelt de ster op en wordt een rode reus. In deze fase blaast de ster veel van haar massa de ruimte in en wordt een witte dwerg.
- b** Een zware ster begint haar leven net als een licht ster. In het centrum wordt waterstof omgezet in helium. De energie die vrijkomt wordt aan de oppervlakte als licht uitgestraald.
Tijdens haar leven zwelt de ster langzaam op. Is de waterstof op, dan zwelt de ster op tot een super rode reus en eindigt haar leven in een enorme explosie. Dit noem je een supernova-explosie.

A61

Alle elementen zijn gemaakt in het binnenste van sterren en daarna de ruimte ingeblazen waar ze zijn vermengd met gaswolken, waaruit weer nieuwe sterren zijn gevormd.
Toen er genoeg materiaal was, konden zich rond nieuwe generaties sterren aardachtige planeten vormen. De elementen waaruit ons lichaam is opgebouwd zijn dus gemaakt in het binnenste van sterren.

B62

Tijdens de oerknal zijn waterstof en helium ontstaan.
9,5% van ons lichaam bestaat uit oerknalstof.
De rest 90,5% bestaat uit sterrenstof.

B63

De kleur zwart wordt bij een zwart gat gebruikt omdat er geen licht uit een zwart gat kan ontsnappen.

B64

Niet al het helium is sterrenstof. Een deel van al het helium is ontstaan tijdens de oerknal.

C65

Omdat bij een chemische reactie geen nieuwe elementen worden gevormd.
Uit de reactie vergelijking $4\text{H} \rightarrow \text{He} + \text{energie}$ blijkt dat er links van de pijl een ander element staat dan rechts.

C66

- a** Het maximum van de grafiek ligt bij 1,75 jaar. Na $0,09 \times 365 = 33$ dagen bereikt de supernova haar maximale lichtsterkte.
- b** De lichtsterkte van de supernova is dan 10^9 keer sterker dan de zon.
- c** Na $0,5 \times 365 = 182,5$ dagen is de lichtsterkte met een factor 1000 afgenomen.

+67

- a** Gegeven: diameter Melkweg $d = 1,0 \cdot 10^5$ lichtjaar.

$$\text{dikte Melkweg } h = 1,0 \times 10^3 \text{ lichtjaar}$$

Gevraagd: volume van de Melkweg $V = ?$

$$\text{Formule: } V = \pi r^2 \times h$$

$$\text{Berekenen: } V = \pi (0,5 \cdot 10^5)^2 \times 1,0 \cdot 10^3 = 7,9 \cdot 10^{12}$$

Antwoord: Het totale volume van de Melkweg $V = 7,9 \cdot 10^{12}$ kubieke lichtjaar.

- b** Er is per zwart gat een volume van $\frac{7,9 \cdot 10^{12}}{1 \cdot 10^8} = 7,9 \cdot 10^4$ kubieke lichtjaar beschikbaar.
c Gegeven: Kubus met een volume $V = 7,9 \cdot 10^4$ kubieke lichtjaar

Gevraagd: lengte ribbe $a = ?$

Formule: $V = a^3$

Berekenen: $7,9 \cdot 10^4 = a^3$

$$a = \sqrt[3]{7,9 \cdot 10^4} = 42,9$$

Antwoord: De typische afstand tot het meest nabije zwarte gat is 42,9 lichtjaar.

- d** Eigen antwoord. Bedenk dat dit een afstand van $42,9 \times 9,5 \cdot 10^{15} = 4 \cdot 10^{17}$ m is.

Oefentoets

1

Juist, want de schaduw van de aarde valt zo op de maan

2

Onjuist, want een brokstuk uit het heelal dat op aarde valt heet een meteoriet

3

Juist, want Venus is rotsachtig en bestaat uit gesteente en metalen

4

Onjuist, want het Andromedastelsel komt naar ons toe.

5

Juist, want van een afstand ziet de Melkweg er uit als een spiraal.

6

Een normaalkalender jaar bestaat uit 365 dagen.

7

Een schrikkeljaar bestaat uit 366 dagen.

8

Een jaar is gelijk aan de omlooptijd van de aarde rond de zon. De omlooptijd duurt 365,25 dagen. In het schrikkeljaar wordt één dag ingelopen ($4 \times 0,25$).

9

De afstand van Uranus tot de zon is $19,2 \times 1,496 \cdot 10^{12} = 2,87 \cdot 10^{13}$ m.

10

In AE wordt de afstand tot de dichtst bijzijnde ster een veel te groot getal.

11

Gegeven: lichtjaar $s = 9,5 \cdot 10^{15}$ m

$$t = 365 \times 24 \times 3600$$

Gevraagd: $v_{\text{licht}} = ?$

Formule: $v_{\text{licht}} = \frac{s}{t}$

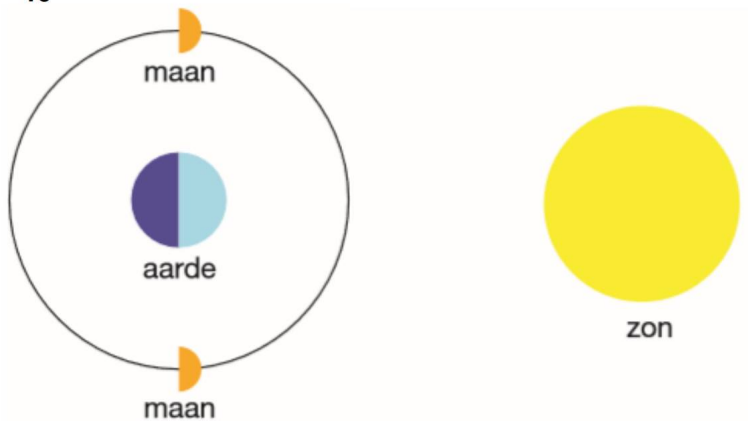
Berekenen: $v_{\text{licht}} = \frac{9,5 \cdot 10^{15}}{365 \times 24 \times 3600} = 301\,243\,023,8$

Antwoord: De lichtsnelheid $v_{\text{licht}} = 301\,243\,023,8$ m/s

12

Bij de maanfasen eerste kwartier en laatste kwartier zie je precies een halve maan.

13



14

Tijdens het eerste kwartier zie je de rechterkant van de maan.
Tijdens het laatste kwartier zie je de linkerkant van de maan.

15

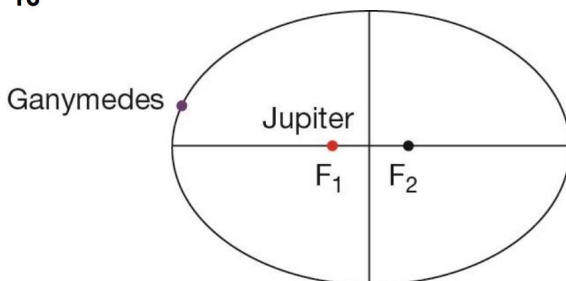
Gegeven: $r = 1,08 \cdot 10^9$, $T = 7,15$ dagen

Gevraagd: baansnelheid $v = ?$ Formule: $v_{\text{baan}} = \frac{2\pi r}{T}$

Berekenen: $v_{\text{baan}} = \frac{2\pi \times 1,08 \cdot 10^9}{7,15 \times 24 \times 60 \times 60} = 10\,984,6$

Antwoord: De baansnelheid van Ganymedes is 10 985 m/s

16



17

In één van de brandpunten bevindt zich Jupiter.

18

Elk deel van de aarde is bij deze stand van de aardas even lang in of uit de schaduw.

19

Omdat bij ons in de zomer de aardas overhelt naar de zon. In de winter helt de aardas bij ons van de zon af.

20

Je kunt de temperatuur van sterren bepalen door naar de kleur van de ster te kijken.

21

Hoe helder je een ster ziet hangt af van de afstand en de lichtsterkte van de ster.

22

De zon is een gewone ster. De zon zien wij dus als de helderste ster.

23

Bij de transitmethode wordt continu de lichtsterkte van een ster gemeten. Als die ster een planeet heeft en vanaf de aarde gezien voor de ster langs gaat, zal de planeet bij elke omloop tijdelijk een stukje van de ster afdekken. We ontvangen dan regelmatig een beetje minder licht van die ster.

24

1 Het mag op een exoplaneet niet te warm of te koud zijn.

2 Het moet een rotsachtige planeet zijn.

3 De planeet moet een atmosfeer hebben.

eventueel ook nog: de planeet moet een aanzienlijke hoeveel water in vloeibare vorm op haar oppervlakte hebben.

+25

Tijdens het leven zwelt een zware ster langzaam op. Is de waterstof op, dan zwelt de zware ster op tot een super rode reus en eindigt in een enorme explosie. Dit noem je een supernova-explosie.

26

Het licht van de explosie deed er 6500 jaar over om de aarde te bereiken.

De explosie vond $6500 + (2017 - 1054) = 7463$ jaar geleden plaats.

+27

Gegeven: $v_{\text{uitdijning}} = 1500 \text{ km/s}$

$$t_{\text{uitdijning}} = 7463 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 2,35 \cdot 10^{11} \text{ s}$$

Gevraagd: Diameter van de krabnevel op dit moment $d_t = ?$

Formule: $v_{\text{uitdijning}} = \frac{d_t}{t_{\text{uitdijning}}}$

Berekenen: Neem om de huidige diameter te berekenen de dubbele uitdijningssnelheid.

De uitdijning van de diameter is immers in twee richtingen.

$$2 \times 1500 = \frac{d_t}{2,35 \cdot 10^{11}}$$

$$d_t = 3000 \times 2,35 \cdot 10^{11} = 7,05 \cdot 10^{14}$$

Antwoord: De huidige diameter d_t van de krabnevel is $7,05 \cdot 10^{14} \text{ km}$.