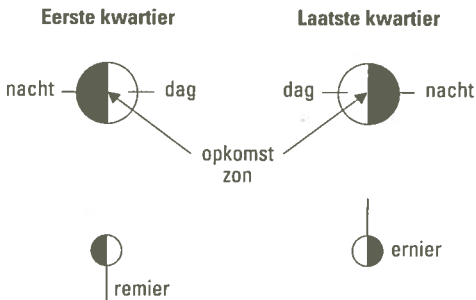


6 Het zonnestelsel

6 · 1 Dagen, maanden, jaren

- 1 Op de noordelijke hellingen komt veel minder zonlicht dan op de zuidelijke en druivenplanten groeien het best bij veel zonlicht.
- 2a In een model wordt de kennis over de wereld om ons heen vereenvoudigd weergegeven. Ook boots je de werkelijkheid vaak na op een kleinere of grotere schaal.
 - b Als een model waarnemingen of resultaten van experimenten niet meer kan verklaren, moet het model worden aangepast of uitgebreid.
 - c Drie aspecten van het model zijn:
 - de aarde draait in 1 dag of 24 uur om haar as,
 - de maan draait in 29,5 dagen om de aarde,
 - de aarde draait in 1 jaar om de zon.
- 3 De duur van de vruchtbaarheidscyclus van de vrouw is ongeveer gelijk aan die van één maanomloop. Wanneer het tijdstip van de menstruatie zich aandient, zal de maan zich weer op ongeveer dezelfde plek aan de hemel bevinden.

4 a, b, c en d



- d Je kunt van beide maanfasen een letter maken. Bij Eerste kwartier ontstaat dan de letter p en bij Laatste kwartier een d, de p van het Franse premier (eerste) en d van dernier (laatste).
- 5 Vanaf de aarde lijkt het alsof de maan en de sterren van oost naar west langs de hemel bewegen. In werkelijkheid staan de sterren stil en draait de aarde om haar as van west naar oost. Omdat de maan in dezelfde richting om de aarde draait, lijkt ze achterop te raken bij de sterren. Als de maan in tegenovergestelde richting zou draaien, zou het lijken alsof de maan in de loop van een aantal dagen sneller van oost naar west beweegt.
- 6 Andere manieren om de tijd te meten:
 - zandloper,
 - waterklok,
 - vuurklok.
- 7a De cyclus van de maan is veel eenvoudiger te bepalen dan die van de zon. Vanaf de aarde is namelijk goed te zien hoe de vorm van de maan, de schijngestalten, in de loop van een maand veranderen.

- b Er passen niet een geheel aantal maanomlopen in een zonnejaar:

$$\frac{\text{omloop van de aarde om de zon}}{\text{omloop maan om aarde}} = \frac{365,25 \text{ dagen}}{29,5 \text{ dagen}} = 12,4$$

- c Als een kalender niet meer in de pas loopt met het zonnejaar, klopt de kalender niet meer.
 - 8 Ook de kalender die we nu gebruiken, loopt niet in de pas met het zonnejaar. Er wordt altijd gezegd dat er 365 dagen in een jaar gaan, eigenlijk zijn het er 365,25. Daarom wordt er eens in de vier jaar een dag bij het jaar aangeplakt.
 - 9 De maan draait om zijn eigen as met een duur die precies gelijk is aan die van de omloop van de maan om de aarde. Overleg ook met je docent(e).
 - 10a Naar een plaats die precies op de datumgrens ligt.
 - b Als je vanuit het oosten over de datumgrens reist, wordt het een dag later. Doe je dit vanuit het westen, dan wordt het een dag eerder.
 - 11 Argumenten voor:
 - Omdat het 's avonds langer licht is, kun je, met name in vakantietijd, langer van de dag genieten.
 - Als het 's avonds later donker wordt, doe je later de lichten aan in huis en bespaar je energie.
 Argumenten tegen:
 - Bij de overgang van winter- naar zomertijd en vice versa moet de tijd klok van veel apparaten worden verzet.
 - Door het onnatuurlijk schuiven met de tijd raakt bij sommige mensen de biologische klok tijdelijk in de war.
 - 12a Als vertrek- en aankomsttijden in een dienstregeling in plaatselijke tijd worden aangegeven, is dit voor de reizigers veel te verwarrend.
 - b Enkele andere redenen zijn:
 - het vliegverkeer en de scheepvaart,
 - de financiële wereld,
 - de communicatie, zoals tv-uitzendingen.
- Keuzeopdracht A: Drie keer Oud en Nieuw vieren*
- a De Concorde vliegt tweemaal zo snel als de geluidssnelheid:

$$2 \times 340 \text{ m/s} = 680 \text{ m/s.}$$
 In een uur heeft het vliegtuig $(680 \times 3600) 2448000 \text{ m}$ of 2448 km afgelegd. De snelheid van de Concorde is 2448 km/h.
 - b De internationale datumgrens ligt in de Grote Oceaan, tussen Azië en Amerika.
 Als het hier 12 uur 's nachts is, dan is het in Tokyo (8.00 uur) en in Moskou (2.00 uur) al 1 januari en in New York (19.00 uur), Rio de Janeiro (20.00 uur) en Los Angeles (15.00 uur) nog steeds 31 december.
 - c Je moet naar het westen vliegen.
 - d Bij het passeren van de datumgrens vanuit het oosten wordt het een dag later.
 - e Na vertrek vanaf Schiphol (om 00.30 uur - 1 jan.) kunnen de vakantiegangers ook nog Oud en Nieuw vieren in bij-

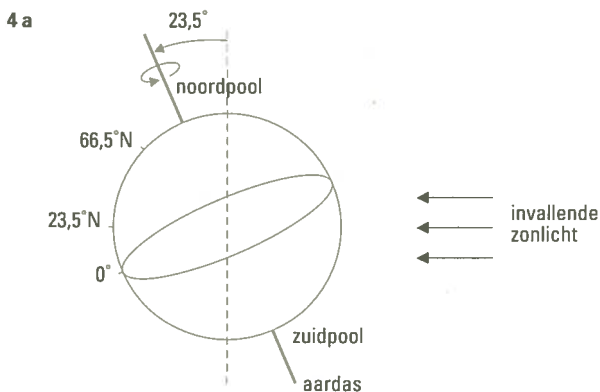
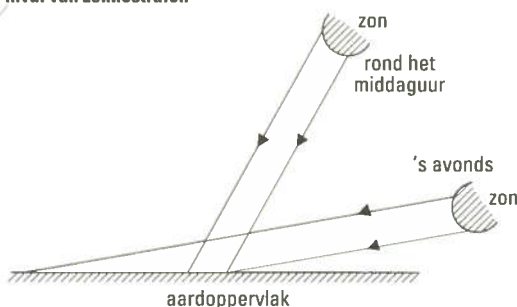
voorbeeld New York (aankomst: 22.30 uur - 31 dec.; vertrek 00.30 uur - 1 jan.) en Los Angeles (aankomst: 23.00 uur).

6 · 2 Aarde, zon en maan

1	verschijnsel	beïnvloeding op het dagelijkse leven
	draaiing aarde om haar as	dag en nacht
	draaiing aarde om de zon	seizoenen
	draaiing maan om de aarde	zons- en maansverduistering
	draaiing maan om de aarde	eb en vloed

- 2a In de winter komt de zon ongeveer op in het mid-oosten, in de zomer in het noord-oosten.
 b In de lente en in de herfst komt de zon op in het oosten en gaat onder in het westen

3 Inval van zonnestralen

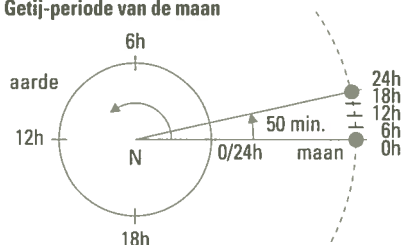


- b Als het hier winter is, is het op de zuidpool zomer. Gedurende een paar maanden gaat de zon er niet onder, het blijft 24 uur lang licht.
- 5 In de tropen is het twee keer per jaar zomer, in Nederland is het dan lente of herfst. Is het hier zomer of winter, dan is het in de buurt van de evenaar lente. Twee seizoenen dus.
- 6 De poolnacht duurt een half jaar, van 21 september tot 21 maart. De oorzaak hiervan is de scheve stand van de aard-

as (23,5°) ten opzichte van het baanvlak van de aarde om de zon.

- 7 De waterstanden zijn vooral belangrijk voor beroepsgroepen die te maken hebben met de zee, zoals de scheepvaart, de visserij, de kustwacht en de strandwacht.
- 8 Door de aantrekkingskracht van de maan krijgt de watermantel om de aarde als het ware de vorm van een ei, een uitstulping aan de voor- en aan de achterkant. Omdat de aarde om haar as draait, verplaatst deze uitstulping zich voortdurend en wordt het dus overal op aarde twee keer per dag eb en vloed.

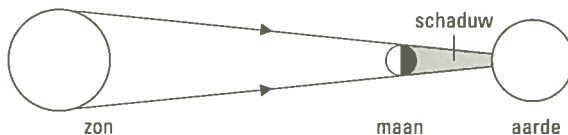
9a Getij-periode van de maan



In een periode van 24 uur is de maan zelf ook een stukje opgeschoven.

- b Omdat de getij-periode van de maan 24 uur en 50 minuten duurt, draait de maan in dezelfde richting om de aarde als de aarde om haar as. Zouden de draairichtingen tegengesteld zijn, dan zou de getijde-periode namelijk korter zijn dan 24 uur.

10a Zonsverduistering



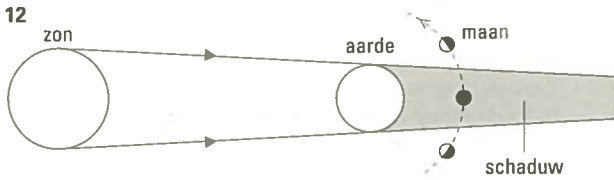
- b Tijdens een zonsverduistering staat de maan tussen de zon en de aarde in. Op dat moment kijk je vanaf de aarde tegen de schaduwkant van de maan aan. Er valt geen zonlicht op deze kant van de maan, dus kun je het oppervlak ook niet zien.
- 11 De straal van de zon en de maan zijn respectievelijk 696 miljoen en 1,74 miljoen meter (zie *Binas*, tabel Planetenstelsel en Gegevens over sterren). De zon is dus 400 keer zo groot als de maan:

$$\frac{696 \times 10^6}{1,74 \times 10^6} = 400$$

De afstand van de aarde tot de maan is 384 miljoen meter, die van de aarde tot de zon 149 miljard meter. De zon staat dus ook ongeveer 400 keer zo ver weg als de maan:

$$\frac{149 \times 10^9}{384 \times 10^6} = 388$$

Vanaf de aarde lijken de zon en de maan hierdoor even groot.



Tijdens een maansverduistering staat de aarde tussen de maan en de zon in. De maan bevindt zich als het ware aan de achterkant van de aarde in de schaduw. Aan deze kant van de aarde is het op dat moment nacht, en alleen daar kan het verduisteren van de maan worden waargenomen.

13 Omdat de banen van de maan (om de aarde) en van de aarde (om de zon) een hoek maken van ongeveer 5° , vindt er niet elke maand een zonsverduistering plaats. Bij een gedeeltelijke verduistering staan de zon, maan en aarde dus niet precies recht achter elkaar.

14 Dag en nacht ontstaan door de draaiing van de aarde om haar eigen as. De omloop van de maan om de aarde duurt ongeveer een maand. De aarde draait in precies één jaar om de zon, en doordat de denkbeeldige as van de aarde een hoek maakt, ontstaan er seizoenen op aarde. Een zonsverduistering ontstaat als de maan tussen de zon en de aarde staat. Staat de aarde tussen de zon en de maan, dan wordt de maan verduisterd. Een hellingshoek van 5° tussen de baanvlakken van de maan en aarde zorgt ervoor dat niet elke maand een zons- of maansverduistering optreedt.

6 · 3 Het zonnestelsel

1 Zonlicht zorgt voor de verwarming van een planeet. Hoe verder van de zon, hoe minder zonlicht en dus hoe kouder het op die planeet zal zijn. De temperatuur op Neptunus is veel lager dan op aarde.

2a Mercurius en Venus bevinden zich binnen de baan van de aarde om de zon.

b Alleen op onze planeet is vloeibaar water aanwezig, de gemiddelde temperatuur op aarde ligt rond de 15°C . Op Mercurius en Venus is de temperatuur ver boven het kookpunt van water. En op de buitenplaneten zal al het aanwezige water, door de lage temperaturen, direct bevroren.

c 1 Astronomische Eenheid is de afstand van de aarde tot de zon (149,6 miljoen kilometer).

3 *komeet* *meteoor*

enkele kilometers grote bal, van stof en ijs

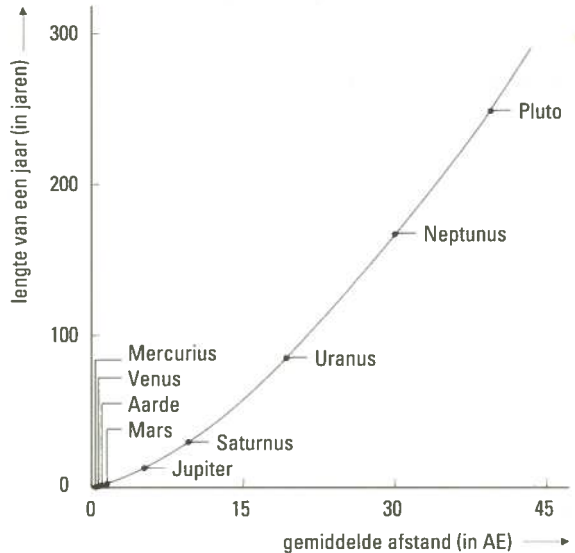
stofdeeltjes of steentjes

beweegt in langgerekte baan om de zon

verdampen door wrijving in de atmosfeer van de aarde, aan de hemel ontstaat een lichtflits

in de buurt van de zon ontstaat een lange staart van waterdamp

4 De afstanden van de planeten tot de zon uitgezet tegen de lengte van een 'planetenjaar'



b In de grafiek is duidelijk te zien dat de lengte van een jaar langer wordt als een planeet verder van de zon afstaat. Er is echter geen rechtevenredig verband tussen beide grootheden.

c De omlooptijd van een planeet op 24 AE, dus de duur van 1 jaar op die planeet, komt overeen met 120 aardse jaren.

5a Op Saturnus duurt een dag 10 uur en 39 minuten en een jaar 29,5 aardse jaren.

b De aarde draait in 24 uur om haar as, Saturnus doet dit slechts in 10 uur en 39 minuten (10,65 uur). Saturnus draait dus meer dan tweemaal zo snel om zijn as dan de aarde daarvoor nodig heeft:

$$\frac{24}{10,65} = 2,25 \text{ keer zo snel}$$

c Een jaar op Saturnus duurt 29,5 jaar, dit komt overeen met $(29,5 \times 365,25 \times 24)$ 258 589 uren. Omdat één dag op Saturnus 10,65 uren duurt, telt een jaar op deze planeet meer dan 24 000 dagen:

$$\frac{258\,597}{10,65} = 24\,281 \text{ dagen}$$

6 Een aantal redenen is:

- De reis duurt te lang, astronauten zouden jaren onderweg zijn.
- Zo'n reis is ook niet geheel zonder risico's, wie wil dit doen?
- Er nog onvoldoende kennis over het effect van gewichtloosheid op de mens.
- Bij een bemande vlucht moet er zoveel voedsel, zuurstof enzovoort worden mee genomen, dat dit problemen kan geven met de beschikbare ruimte.

7 Een meteoor lijkt in de verste verte niet op een ster. Als een meteoor tegen de dampkring van de aarde aanbotst, ontstaat er een lichtflits. Een ster is een grote gasbol die

zelf licht geeft en bovendien veel en veel groter is dan een meteor.

- 8 a De langzaam draaiende oerwolk ging tijdens het samen-trekken steeds sneller ronddraaien. Hierdoor raakte de wolk steeds meer afgeplat tot een schijf. In het midden ontstond de zon, in de schijf daarbuiten de planeten. Omdat de planeten uit dezelfde schijf ontstonden, bevinden ze zich in hetzelfde vlak.
 - b Al het materiaal in de afgeplatte schijf en dus ook de planeten die hieruit ontstonden, draaien dus allemaal in dezelfde richting.
 - c Kometen maken geen deel uit van de platte schijf en zijn dus niet ontstaan uit de oerwolk.
- 9 Je vindt op de zon, de aarde en de andere planeten dezelfde atoomsoorten, omdat ons hele zonnestelsel is voortgekomen uit één oerwolk van gas en stof.
- 10 Alle organismen onttrekken hun voedingsstoffen direct of indirect uit de aarde, ook het voedsel van de mens. De soorten bouwstenen verschillen niet.
- 11 a Een ster straalt licht uit, een planeet kan alleen licht weerkaatsen. Sterren zijn ook veel groter dan planeten.
- b Omdat sterren zo gigantisch groot zijn, is de zwaartekracht er ook heel groot. Door deze zwaartekracht wordt de materie van een ster enorm samengeperst en ontstaat er in het binnenste van een ster een extreem hoge druk en temperatuur.
 - c Door de zeer hoge temperatuur en druk botsen waterstof atomen zo hard op elkaar, dat ze samensmelten tot heliumatomen. Bij dit kernfusieproces komt veel energie vrij in de vorm van warmte en licht.
- 12 a De radiogolven doen er ongeveer 5,5 uur over om de planeet Pluto vanaf de aarde te bereiken.
- b Een antwoord is ook weer 5,5 uur onderweg, dus het duurt minstens 11 uur voordat een bericht terugkomt.
 - c Nee, één persoon in ieder geval niet, want na het versturen van een bericht moet je zeker 200 jaar wachten op antwoord.
- 13 Het licht dat je ziet van een ster die op 10 lichtjaar van de aarde staat, is 10 jaar geleden onderweg gegaan. Je ziet de ster dus zoals hij 10 jaar geleden was. Bij een ster die verder weg staat, zijn de lichtstralen nog eerder vertrokken en kijk je dus verder in het verleden.

6 · 4 Beter waarnemen

1	hulpmiddel	gebruik
	bril	scherper te zien
	microscop	bekijken van zeer kleine dingen
	verrekijker	bekijken van voorwerpen op grote afstand
	vergrootglas	om voorwerp vergroot te kunnen zien
	telescoop	waarnemen van sterren en planeten

2 Een trechter vangt over een groot oppervlak vloeistoffen op en verzamelt dat in het midden. Een telescoop doet hetzelfde met licht.

- 3 a De hoeveelheid licht die een telescoop opvangt, is afhankelijk van het oppervlakte van dit instrument:
oppervlakte = $\pi \times (\text{straal})^2$
Dit betekent dat als de doorsnede (of straal) twee keer zo groot wordt, dat de oppervlakte dan vier keer zo groot wordt.
 - b Een telescoop met een diameter van 10 meter vangt dan (10^2) 100 maal zoveel licht op als die van 1 meter doorsnee.
 - c De grootte van een pupil is ongeveer 0,5 cm en daarmee een factor $(100 \text{ cm} / 0,5 \text{ cm})$ 200 kleiner dan de telescoop. In vergelijking met je oog zal de telescoop (200^2) 40 000 keer zoveel licht opvangen.
- 4 Overleg met je docent(e).
- 5 Grote telescopen worden vaak op dit soort hoge en afgelegen plekken gebouwd, omdat sterrenkundigen daar vaak beter zicht hebben.
Redenen voor beter zicht zijn:
- de atmosfeer is daar ijler, dus minder last van de atmosfeer en dus een scherper beeld,
 - hoger in de atmosfeer is het weer vaak beter (onbewolkt),
 - minder last van strooilicht (bijvoorbeeld van steden).
- 6 Omdat de aarde om haar as draait, veranderen de posities van de sterren aan de hemel voortdurend.

7 beperking oogtechniek die dit opheft

pupil in je oog is klein en vangt weinig licht op	telescoop, veel grotere doorsnee dan die van een pupil
waarnemingen kun je met je oog alleen beschrijven	fotografie, kan waarnemingen vastleggen en bewaren
belichtingstijd van je oog is niet in te stellen	fotografie, door de sluitser langer open te laten staan, kun je langer belichten
met je oog kun je geen straling waarnemen buiten het zichtbare gebied	(radio)telescoop en fotografie, kunnen deze straling wel waarnemen en vastleggen

- 8 Op de eerste foto zijn minder details te zien dan op de andere twee. Foto 2 en 3 tonen een scherper beeld en veel meer details. Door de langere belichtingstijd wordt het beeld gedetailleerder en worden ook de lichtzwakke gebieden zichtbaar.
- 9 a Door een spectrum van het sterrenlicht op te nemen en de lijnen te analyseren.
 - b Eerst moet de stof fijn worden verdeeld tot een gas of een oplossing. Vervolgens laat je er licht doorheen schijnen en neem je een spectrum op van het doorgelaten licht. Ten slotte bekijk je welke stof hoort bij de lijnen in het spectrum.

- 10 a** Een CCD-chip bestaat uit tienduizenden lichtgevoelige cellen, die een elektrisch signaalje afgeven als er licht opvalt. Bovendien zet de chip dit signaal om in een digitaal signaal.
- b** CCD is belangrijk voor sterrenkundige waarnemingen omdat:
- een geprojecteerd beeld direct wordt omgezet in een digitaalbeeld, en dus kan worden bewerkt en opgeslagen door de computer,
 - waarnemingen veel sneller en nauwkeuriger gaan,
 - CCD van elke cel precies bijhoudt hoeveel licht erop valt en voor alle golflengten even gevoelig is.
- c** Omdat dit soort ruimtevaartuigen niet terugkeren naar de aarde, heb je weinig aan een fotorolletje. De digitale informatie verkregen met een CCD-chip kan wel als radiosignaal naar de aarde worden gestuurd.
- 11** Enkele voorbeelden uit de paragraaf zijn:
- De vier grootste manen van Jupiter, de schijngestalten van Venus en zonnevlekken kon Galilei waarnemen door de uitvinding van de telescoop.
 - Huygens zag de ringen om Saturnus, nadat er een nieuwe techniek was ontwikkeld om lenzen te slijpen.
 - Door de toepassing van de fotografie in de astronomie werd de planeet Pluto ontdekt.

12 a <i>gewone camera</i>	<i>digitale camera</i>
opslaan op negatief	opslaan op chip of diskette
ontwikkelen en afdrukken	afdrukken via een printer
zeer lastig te bewerken	eenvoudig te bewerken met de computer

- b** Voordeel van de digitale camera is dat je foto's kunt bewerken met de computer en dat je de opnames zonder verlies van kwaliteit kunt bewaren. Een nadeel is nu nog de prijs, digitale camera's zijn duurder dan gewone.

Test jezelf

- 1 a** In een model wordt de kennis over de wereld om ons heen vereenvoudigd weergegeven. Ook boots je de werkelijkheid vaak na op een kleinere of grotere schaal.
- b** Aspecten van het model zijn:
- de aarde draait in 1 dag of 24 uur om haar as,
 - de maan draait in 29,5 dagen om de aarde,
 - de aarde draait in 1 jaar om de zon,
 - de aardas staat onder een hoek van $23,5^\circ$,
 - de baanvlakken van de aarde en de maan maken een hellingshoek van 5° .
- c** Als een model waarnemingen of resultaten van experimenten niet meer kan verklaren, moet het model worden aangepast of uitgebreid.
- 2 a** In haast elke tijdrekening wordt er gebruikgemaakt van de herhalende bewegingen van de aarde en de maan. Kalenders kunnen gebaseerd zijn op de draaiing van de aarde om haar eigen as (een dag), de omloop van de maan om de aarde (een maand) of de draaiing van de aarde om de zon (een jaar).

- b** Omdat in elk dorp de zon op een ander tijdstip opkwam.
- c** De komst van de spoorwegen en de ontwikkeling van radiotechnologie hebben een belangrijke rol gespeeld bij het instellen van gestandaardiseerde tijd.
- d** Bij mensen met een jetlag is de biologische klok verstoord. Je krijgt hier last van als je reist en een aantal tijdzones overschrijdt.

- 3 a** Als het in Nederland winter is, is het op het zuidelijk halfrond zomer.
De seizoenen ontstaan doordat de denkbeeldige aardas een hoek maakt. Afhankelijk van de tijd van het jaar, en dus de positie van de aarde ten opzichte van de zon, is het noordelijk halfrond of het zuidelijk halfrond meer naar de zon gericht. Daar is het dan zomer.
- b** Deze drie natuurverschijnselen zijn:
- eb en vloed,
 - zons- en maansverduistering,
 - schijngestalten.
- c** Bij een zonsverduistering is het altijd nieuwe maan. De maan staat tussen de zon en de aarde in en vanaf de aarde zie je dus de donkere kant van de maan.
- 4 a** Kenmerken waarin planeten van elkaar kunnen verschillen:
- de grootte,
 - de massa,
 - de samenstelling,
 - de afstand tot de zon,
 - de temperatuur,
 - rotatiesnelheid,
 - het aantal manen,
 - ringen om de planeet,
 - aanwezigheid van leven.
- b** Overleg met je docent(e).
- c** Sterren zijn grote gasbollen die licht uitzenden, manen en planeten kunnen dit licht alleen maar reflecteren.
- d** Omdat je aan de hand van een spectrum het atoom kunt identificeren.
- e** Aan de hand van een spectrum van het licht van een ster is het mogelijk de temperatuur van een ster te bepalen. Door in het spectrum te meten bij welke golflengte een ster het meeste licht uitzendt, kan bepaald worden wat de temperatuur is.

- 5 a** Omdat de aarde om haar as draait, veranderen de posities van de sterren aan de hemel voortdurend.
- b** Doordat de diameter van een telescoop veel groter is dan die van het oog, kan er veel meer licht worden opgevangen.
- c** Met CCD's gaan sterrenkundige waarnemingen veel sneller en nauwkeuriger. Geprojecteerde beelden worden direct omgezet in een digitaalbeeld, en kunnen dus bewerkt en opgeslagen worden door de computer. Bovendien houdt een CCD-chip precies bij hoeveel licht erop valt en van welke golflengten.

- 6 a** Voordelen van een telescoop in de ruimte:
- geen last van de atmosfeer,
 - geen last van het licht op aarde,
 - 24 uur per dag waarnemen.
- Nadelen van een telescoop in de ruimte:
- reparaties zijn lastig uit te voeren,

- het in de ruimte brengen van de telescoop kost heel veel geld.
- b** Voor waarnemingen wordt natuurlijk een CCD gebruikt, zodat de digitale informatie direct naar de aarde kan worden verstuurd.

7 Leven op aarde

7 · 1 Een leefbare planeet

- 1 Enkele voorwaarden zijn:
- geschikte temperatuur,
 - aanwezigheid van zuurstof,
 - aanwezigheid van water,
 - afwezigheid van gevaarlijke straling,
 - voedsel.

2 omstandigheden	Mars	Venus	aarde
temperatuur	-70 °C tot 0 °C	rond 450 °C	rond 15 °C
samenstelling atmosfeer	2,7% stikstof 0,2% zuurstof 95,0% koolstofdioxide	3,5% stikstof 0,0% zuurstof 95,0% koolstofdioxide	78,1% stikstof 21,0% zuurstof 0,03% koolstofdioxide
aanwezigheid water	nauwelijks (bevroren)	geen	wel
luchtdruk (atmosfeer)	1/100	90	1

- 3 a Op een planeet komt alleen vloeibaar water voor als de temperatuur tussen de 0 en 100 °C ligt. Hoe kleiner de afstand tot de zon is, hoe meer zonlicht op de planeet valt en hoe hoger de temperatuur.
- b Door een dichte atmosfeer komt er minder zonlicht op de planeet, waardoor de temperatuur minder sterk zal stijgen. Zo'n atmosfeer verkleint dus de kans om vloeibaar water aan te treffen op de planeet.
- 4 a Op Mars komt een kleine hoeveelheid zuurstof voor, dit is een bijproduct van de fotosynthese, en dus van leven.
- b Planten halen koolstofdioxide uit de atmosfeer van de aarde en zetten dit onder andere om in zuurstof. Een daling van het koolstofdioxidegehalte is het gevolg.
- 5 a Om ultraviolette straling.
- b Stofdeeltjes uit het heelal worden door wrijving met de atmosfeer van de aarde afgeremd. Bij deze wrijving komt zoveel warmte vrij, dat het stof verdampt.
- 6 a Op deze hoogte is de lucht veel ijler en ondervindt een vliegtuig minder luchtweerstand.
- b Het vliegtuig zal bestand moeten zijn tegen een groot verschil in luchtdruk en temperatuur. Ook moeten de passagiers normaal kunnen ademen, dus zal de ontwerper rekening moeten houden met een zuurstofvoorziening.
- 7 Met behulp van zonne-energie verdampt water, waterdamp koelt af en komt vervolgens weer als neerslag op de aarde terecht, waar het met behulp van zonne-energie weer verdampt enzovoort. Deze kringloop kan niet plaatsvinden als er geen energie wordt geleverd voor het verdampen. Dus zonder zonne-energie geen waterkringloop.

- 8 Door tweemaal zoveel zonne-energie zal er meer water uit de oceanen verdampen. Het gevolg hiervan is dat er op andere plaatsen op aarde meer regen zal vallen, er ontstaat een snellere waterkringloop. Ook zal het temperatuurverschil tussen de evenaar en de polen groter worden. Via luchtstromingen verplaatst meer waterdamp zich van de evenaar naar de polen.
- 9 a Zonne-energie wordt via de atmosfeer en via de oceanen getransporteerd naar de polen.
- b De draaiing van de aarde heeft hier nauwelijks invloed op, omdat elk punt op dezelfde breedte evenlang en dus evenveel zonlicht krijgt.
- 10 Fossiele brandstoffen zijn ontstaan uit vergane plantenresten en bestaan dus voor het grootste gedeelte uit koolstof. Eeuwenlang blijft het diep onder de grond liggen en is het koolstof onttrokken aan de koolstofkringloop. Pas als de mens deze stoffen gaat delven en verbranden, keert het als koolstofdioxide terug in de atmosfeer, waarna planten het weer kunnen opnemen.
- 11 a Door de ademhaling van mensen en dieren en door verbranding van fossiele brandstoffen komt meer koolstofdioxide in de atmosfeer.
- b Bossen onttrekken koolstofdioxide aan de atmosfeer en gebruiken dit voor hun groei. Door de afname van het tropisch regenwoud zal het koolstofdioxidegehalte in de atmosfeer toenemen. De samenstelling van de atmosfeer zal dus veranderen.
- 12
- | bronnen | buffers |
|-----------------------|-----------|
| fossiele brandstoffen | atmosfeer |
| mens en dier | oceanen |
- 13 Belangrijke redenen zijn:
- geschikte temperatuur,
 - beschermende atmosfeer,
 - aanwezigheid van water,
 - aanwezigheid van zuurstof.

7 · 2 Grenzen aan de temperatuur

- 1 Door gebrek aan water worden er in de woestijn geen wolken of mist gevormd die een sterke temperatuurdaling tegengaan.
- 2 a In een plaats met woestijnklimaat is het maximale temperatuurverschil (42 - (-3)) 45 °C en in een plaats met zeeklimaat is dit (22 - 8) 14 °C.
- b Het temperatuurverschil wordt veroorzaakt door het verschil in aanwezigheid van water. Water zorgt ervoor dat temperatuurverschil tussen dag en nacht veel minder groot is.
- c In de winter is het kouder, dus zal zowel het maximum als het minimum in de curve lager liggen.