



06 h4 het heelal

| | |
|------------------|---|
| Auteur | Its Academy |
| Laatst gewijzigd | 08 may 2015 |
| Licentie | CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie |
| Webadres | https://maken.wikiwijs.nl/46112 |



Dit lesmateriaal is gemaakt met Wikiwijs van Kennisnet. Wikiwijs is hét onderwijsplatform waar je leermiddelen zoekt, maakt en deelt.

Inhoudsopgave

H4 Het heelal

4.1 Een heelal vol sterrenstelsels

4.2 Evolutie van het heelal

4.3 Opgaven

Over dit lesmateriaal

H4 Het heelal



Lees eerst de lesstof van de inleiding van hoofdstuk 4. Maak daarna de vraag op deze pagina.

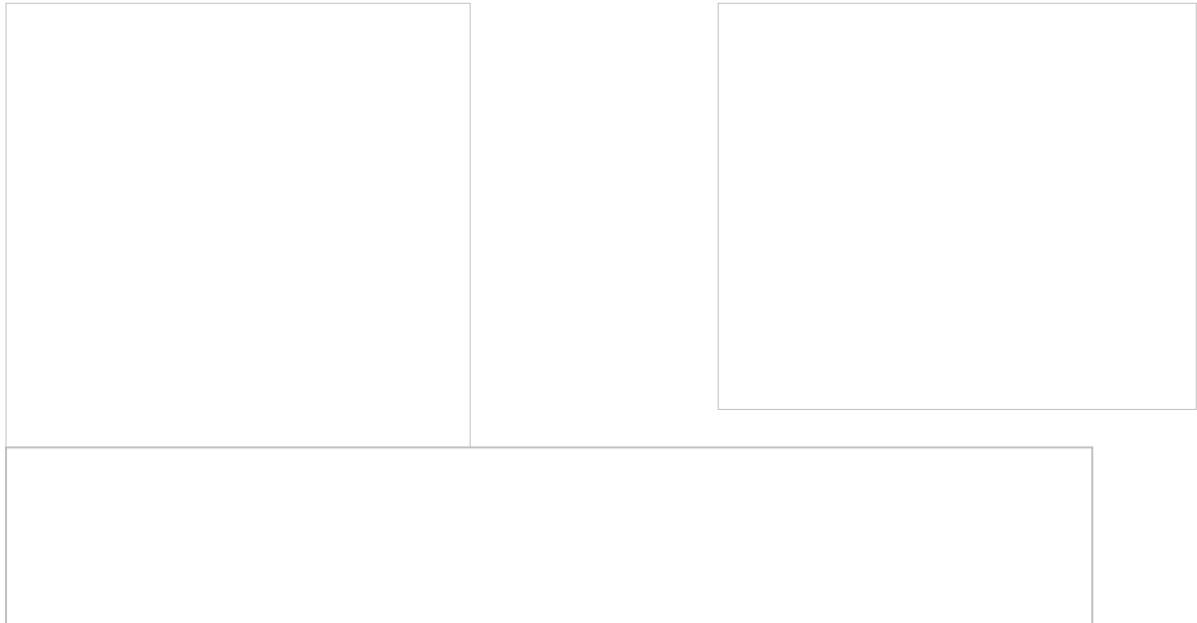


Het heelal.docx

kn.nu/ww.f163999 (docx, maken.wikiwijs.nl)

Hoe is het heelal opgebouwd, en wat is daarin de plaats van ons zonnestelsel?

De gravitatiewet van Newton geldt niet alleen in ons zonnestelsel, maar overal in het heelal. Zo heeft de gravitatie theorie van Newton, samen met de relativiteitstheorie van Albert Einstein, de basis gelegd voor ons huidige beeld van het heelal. Door steeds betere waarnemingstechnieken en de vooruitgang in onze natuurkundekennis, weten we nu dat we leven in een ruimte van onvoorstelbare omvang, bijeengehouden door de aantrekking van de gravitatiekracht. Een groot deel van onze kennis over de sterren is afkomstig van waarnemingen met meetinstrumenten op aarde en in satellieten in een baan rond de aarde. Met een telescoop is de door een ster uitgezonden straling te bundelen.



Een spectrum van een ster vertoont donkere lijnen. (bron:wikipedia).

Dat komt omdat er straling geabsorbeerd wordt in de buitenste lagen van de ster.

Met detectoren is de intensiteit van de uitgezonden straling te meten, zowel voor het spectrum als geheel als voor de afzonderlijke golflengten.

Met die meetinstrumenten kunnen we de eigenschappen en afstanden van sterren en sterrenstelsels in het heelal bepalen.



Webopgave 114 - Schaalmodel van het heelal

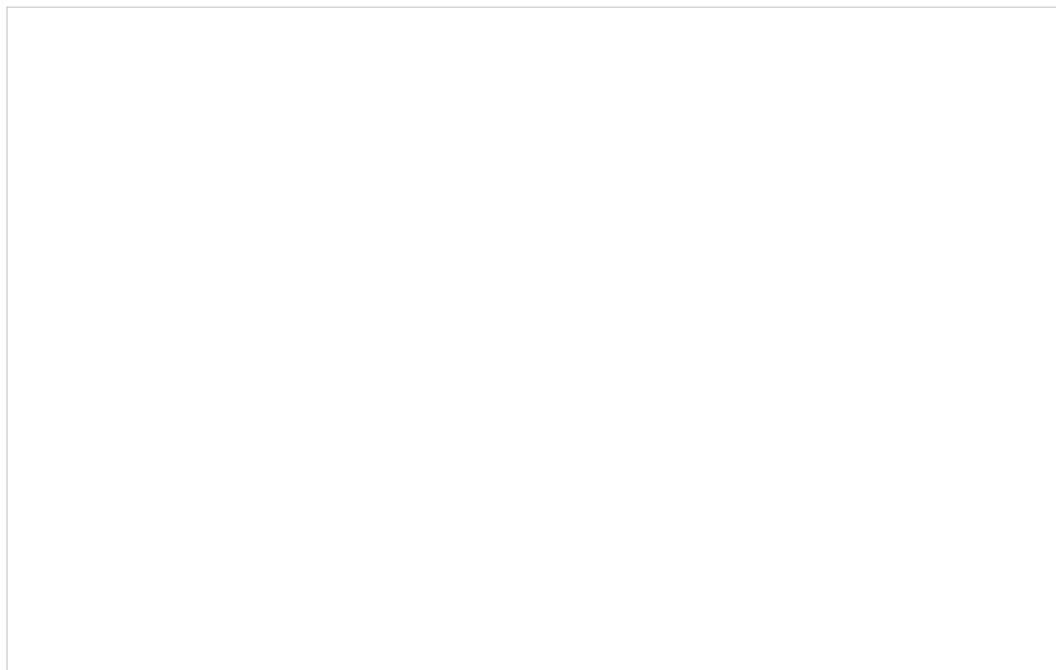
Maak net als in hoofdstuk 1 een schaalmodel, maar nu van het gehele heelal.

Kies de schaal zo dat het heelal op een blad A4 past.



Bekijk onderstaande video van een reis door het heelal.

Gebruik de gegevens uit deze animatie voor het maken van het schaalmodel en gebruik de afstandstabel hieronder voor aanvullende gegevens. Realiseer je daarbij wel dat er grote onzekerheden zitten in de gegeven afstanden.



kn.nu/ww89bc617 (youtu.be)

4.1 Een heelal vol sterrenstelsels

4.1 - Een heelal vol sterrenstelsels

Samenvatting

Het heelal is onvoorstelbaar groot, met daarin meer dan een miljard sterrenstelsels. Eén van die sterrenstelsels is het Melkwegstelsel, waarvan ons zonnestelsel een klein onderdeel is. Een ster straalt energie uit in de vorm van elektromagnetische straling. De intensiteit van de uitgezonden straling hangt af van de golflengte. De golflengte waarbij de intensiteit van de uitgezonden straling maximaal is, wordt bepaald door de oppervlaktetemperatuur van de ster. Hoe hoger deze oppervlaktetemperatuur T is, des te kleiner is de golflengte λ_{\max} van de piek in het stralingsspectrum (wet van Wien):

$$\lambda_{\max} = k_W/T$$

Voor afstandsbepalingen in het heelal bestaan verschillende methoden. Voor sterren op relatief kleine afstand is de parallaxmethode bruikbaar. Voor sterren die verder weg staan volgt de oppervlaktetemperatuur met de wet van Wien uit het stralingsspectrum. Uit het Hertzsprung-

Russelldiagram is dan de lichtsterkte af te lezen. Vergelijking van de lichtsterkte met de op aarde waargenomen stralingsintensiteit levert ten slotte de afstand. Voor sterrenstelsels op zeer grote afstand gebruikt men de Cepheïdenmethode. Van deze veranderlijke sterren is de lichtsterkte te bepalen door meting van de periode waarmee hun lichtsterkte varieert. Vergelijking van deze lichtsterkte met de op aarde waargenomen stralingsintensiteit levert dan weer de afstand.



Lees eerst de lesstof. Maak daarna de vragen op deze pagina.

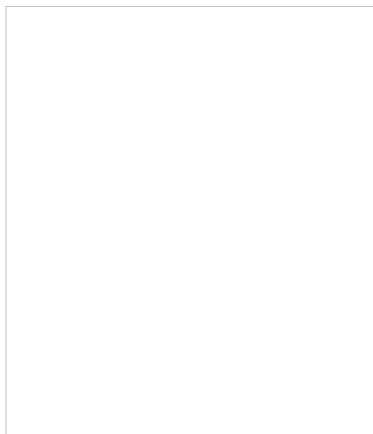
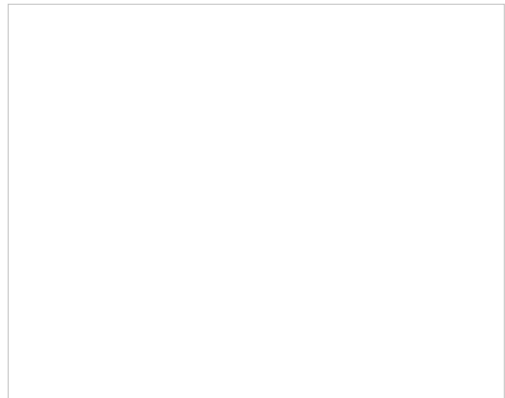


Een heelal vol sterrenstelsels

kn.nu/ww.767cd74 (docx, maken.wikiwijs.nl)

Hoe ziet het heelal er buiten het zonnestelsel uit?

In de figuur zie je het stralingspectrum van sterren: de intensiteit als functie van de golflengte van de uitgezonden straling. Hoe het stralingspectrum van een ster eruit ziet, hangt voornamelijk af van de temperatuur. Hoe hoger de temperatuur is, des te kleiner is de golflengte waarbij de intensiteit in het stralingspectrum maximaal is.



Zelfs met het blote oog is te zien dat sterren aan de hemel verschillende kleuren hebben: sommigen zijn blauwachtig, anderen zijn meer rood van kleur. Dat is te verklaren met het stralingspectrum van sterren in de bovenstaande figuur. Koele sterren hebben een oppervlaktetemperatuur van 4000 K of minder. In de bovenstaande figuur is te zien dat de piek van het spectrum bij een temperatuur van 4000 K bij een golflengte van ongeveer 800 nm ligt: de golflengte van rood licht. Koele sterren zijn daardoor roodachtig van kleur. Duidelijk is te zien dat de kleuren van sterren verschillen. De allerheetste sterren hebben een blauwachtige glans.

De wet van Wien is in 1893 opgesteld door de Duitse natuurkundige Wilhelm Wien. De wet van Wien zegt, dat deze golflengte λ_{\max} omgekeerd evenredig is met de absolute temperatuur T in kelvin (K). Dat betekent bijvoorbeeld: als de temperatuur tweemaal zo hoog is, is de golflengte van de piek in het stralingspectrum tweemaal zo klein.

Orion

We maken nu eerst kennis met een paar sterren in het sterrenbeeld Orion: Betelgeuze, Saiph, Bellatrix en Rigel.



Webopgave 115 - Orion

Bekijk Orion met het vergrootglas en zoek de vier genoemde sterren op de webpagina: [http://nl.wikipedia.org/wiki/Orion_\(sterrenbeeld\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Orion_(sterrenbeeld)) .

Maak een schetsje in je schrift en zet daar de namen bij.



Webopgave 116 en 117 - Meerkeuzevragen

meerkeuzevragen 116-117

maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/673439



Vul het goede antwoord in.

Kies het goede alternatief:

- a. Rigel is blauw en Betelgeuze wit.
- a. We zien Bellatrix kleiner dan Saiph.
- a. Saiph ligt onder Betelgeuze.
- a. Betelgeuze is groter dan Rigel.

We beschouwen een ster nu als een zwarte straler. Daarmee wordt de kleur van een ster bepaald door de temperatuur aan het oppervlak.

Kies het juiste antwoord:

- a. Betelgeuze is heter dan Saiph
- a. Rigel is heter dan Bellatrix
- a. Alle blauwe sterren zijn even heet
- a. Betelgeuze is heter dan een brandende gloeilamp.

Nu je de namen van de vier sterren die we gaan meten kent, kun je naar de volgende opdracht.



Webopgave 118 - Meting

Je kunt de ster van je keuze selecteren met je muis en een spectrum laten tekenen met het 'voorwaarts' pijltje in het 'control' scherm. Als een spectrum klaar is kun je met het schuifbalkje naar elke plek op de grafiek gaan en aflezen om welke golflengte en intensiteit het gaat.

De intensiteit van de straling wordt telkens in een klein stukje van het golflengtegebied gemeten, dus langs de verticale as van der grafiek vinden we de eenheid: W/m^2 per $\Delta\lambda$.



kn.nu/ww.808dd43 (maken.wikiwijs.nl)

Kies nu een ster en teken het spectrum. Beantwoord daarna de vragen van webopgave 118. Noteer je uitwerking in je schrift of in je Word document .

Omdat we naar de opgevangen straling kijken kunnen we alleen de verschuivingswet van Wien toepassen om de oppervlaktetemperatuur van een ster te bepalen. Daarvoor hebben we de golflengte nodig waarop de meeste energie wordt uitgezonden.

1. Bepaal nu de oppervlaktetemperatuur van de ster die jij hebt gekozen. Vergelijk jouw antwoord met de gegevens op deze website: [http://nl.wikipedia.org/wiki/Orion_\(sterrenbeeld\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Orion_(sterrenbeeld)).
2. Bepaal hoe groot de totaal opgevangen intensiteit van jouw ster is.
3. Bepaal het percentage van de intensiteit van de straling van jouw ster die wij ook kunnen **zien**.
4. Van onze zon kun je de zonneconstante berekenen (zie paragraaf 1.1 van je lestekst). Bereken nu ook de jouwster-constante.
5. Bereken nu ook hoeveel energie de aarde per jaar van jouw ster ontvangt. Vergelijk die waarde eens met de energie van de Zon.



Webopgave 119 - Rekenen met de wet van Wien

Webopgave 119

maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/673442



Vul het goede antwoord in.

Een ster heeft een oppervlakte temperatuur van 5000k.

Bereken golflengte waarbij de meeste straling wordt uitgezonden en bepaal de kleur licht, die de ster voor ons heeft.

- a. 620 nm en een rood-gele kleur
- a. 1450 nm en ver infrarood.
- a. 580 nm en gele kleur

Gegeven is dat een ster voornamelijk violet (paars) licht uitzendt.

Zoek op welke golflengte daarbij hoort en bereken de oppervlaktetemperatuur van deze ster.

- a. De temperatuur van deze ster is 20 000 K
- a. De temperatuur van de ster is 4 000 K
- a. de temperatuur van deze ster is 7 000 K



Webopgave 120 - Keuzeopdracht zonnenspectrum

Je gaat zelf een grafiek maken van het spectrum van de Zon, op basis van meetgegevens van D.

Silva van de Universiteit van Oregon. Je kunt hier een excelbestand downloaden met gegevens van de intensiteit van het zonlicht voor een grote hoeveelheid golflengten.



Speczon.xls

kn.nu/ww.6c9f983 (xls, maken.wikiwijs.nl)

Je ziet in het excelbestand een tabel met drie kolommen:

- het nummer van de meting,
- de golflengte λ in nm,
- de relatieve intensiteit bij die λ .

De (verticale) kolommen van de tabel zijn aangegeven door de letters A, B, C, ...; de (horizontale) rijen zijn genummerd.

Opdracht:

Als je de tabel doorloopt zul je zien dat er 801 metingen zijn, om de halve nanometer, beginnend bij 360 nm. Zo'n tabel geeft geen duidelijk beeld van het spectrum van de Zon; daarom ga je er nu een grafiek van maken. Om een nette grafiek te maken in Excel, klik op de button met "**klik hier**".

Je grafiek toont een zgn. continu spectrum, d.w.z. een spectrum, dat een breed golflengtegebied beslaat. Voor zo'n spectrum bestaat er een verband tussen de golflengte λ_{\max} waarbij de intensiteit maximaal is en de temperatuur T van de bron. Dat verband heet de wet van Wien.

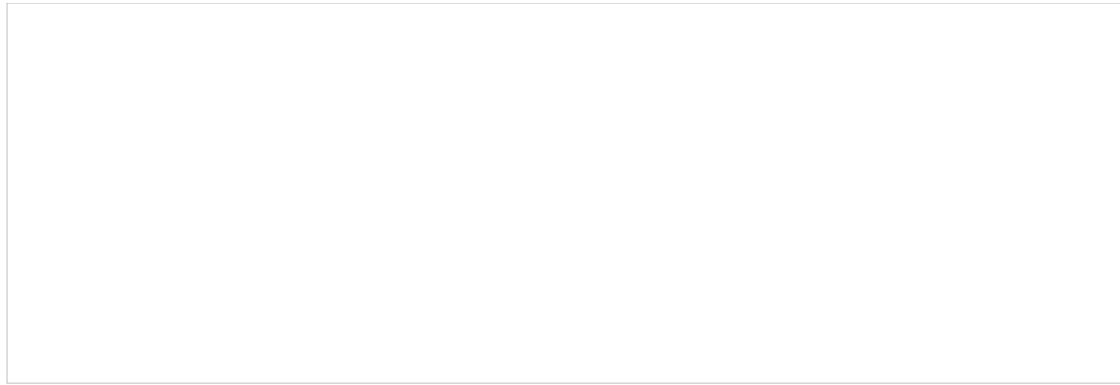
De Zon straalt dus licht uit waarvan de maximale intensiteit ligt in het zichtbare gebied van het elektromagnetisch spectrum. En de Aarde?

1. Maak een grafiek van het spectrum van de Zon, waarin de relatieve intensiteit staat uitgezet tegen de golflengte (in nm). Laat de grafiek lopen van 360 tot 760 nm.
2. Bekijk je grafiek. Bij één bepaalde golflengte (λ_{\max}) is de intensiteit maximaal. Bepaal die λ_{\max} (zo goed mogelijk).
3. Hier en daar in het spectrum is de intensiteit nul. Hoe zou dat komen?
4. Schat met behulp van je grafiek de temperatuur van het oppervlak van de zon.
5. Schat de temperatuur van het oppervlak van de Aarde en bereken daaruit de λ_{\max} van de door de Aarde uitgezonden straling. In welk deel van het elektromagnetisch spectrum ligt dat?

[klik hier](#)

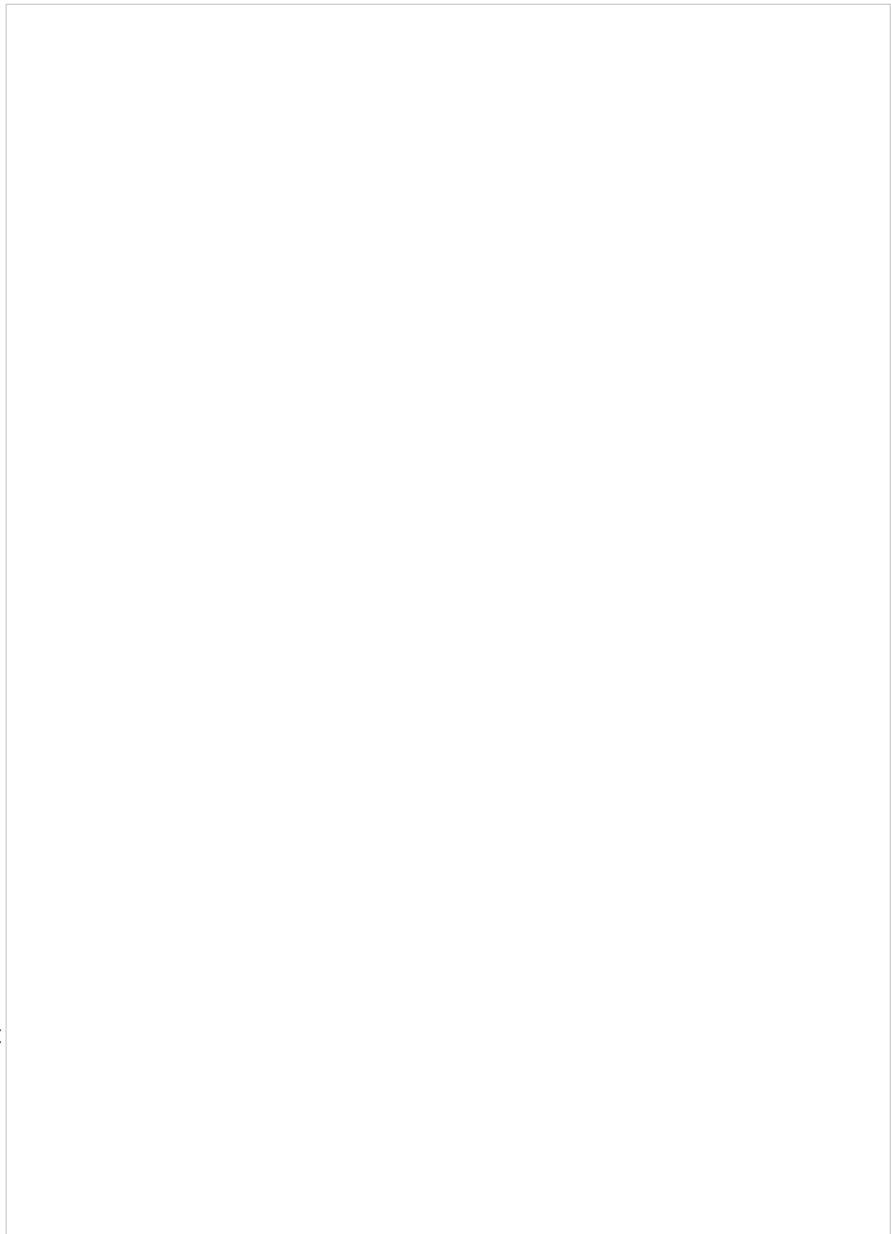
4.1 - De afstand van sterren

Een blik op de sterrenhemel maakt duidelijk dat sterren verschillen in helderheid. Die verschillen in helderheid worden veroorzaakt door verschillen in grootte, oppervlaktetemperatuur en afstand.



Hoe groter de afmeting en hoe hoger de oppervlaktetemperatuur van een ster zijn, des te groter is het uitgezonden stralingsvermogen. Dit stralingsvermogen noemen we de lichtsterkte (L) van een ster. Op aarde kunnen we de stralingsintensiteit (I) van een ster meten: het waargenomen stralingsvermogen per vierkante meter. Als we ook de afstand (r) tot de ster weten, is de lichtsterkte van een ster te berekenen met de gemeten stralingsintensiteit en de afstand. Voor relatief dichtbij gelede sterren is de afstand te bepalen uit de parallax van deze sterren over een periode van zes maanden. Hoe kleiner deze beweging is, des te verder weg staat de ster.

In het begin van de vorige eeuw combineerden E. Hertzsprung en H.N. Russell de kennis over alle sterren waarvan de stralingsintensiteit en de afstand – en dus de lichtsterkte – bekend was in het diagram (zie hiernaast). Dit is het Hertzsprung-Russell diagram. Langs de verticale as staat de lichtsterkte, langs de horizontale as de oppervlaktetemperatuur van de sterren. Uit dit diagram blijkt dat de meeste sterren (waaronder de zon) zich op de zogenaamde hoofdreeks bevinden: de strook van rechtsonder naar linksboven. Een kleiner aantal sterren wijkt van die regelmaat af: de *reuzen*, de *superreuzen* en de *witte dwergen*.



Langs de verticale as staat de lichtsterkte L , uitgedrukt in de bekende lichtsterkte van de zon (L_{zon}). Langs de horizontale as staat de oppervlaktetemperatuur T van een ster. Beide schaalverdelingen zijn niet lineair. Dat maakt het aflezen van waarden in het diagram wat lastig. Bovendien is de schaalverdeling langs de horizontale as wat ongebruikelijk: langs de as neemt de temperatuur van links naar rechts af.

In het volgende diagram kun je de levensloop van een ster zoals onze zon volgen in het HR diagram: van geboorte in een wolk van waterstofgas en andere stoffen tot zijn dood als zwarte dwerg.



kn.nu/ww.fc82def (maken.wikiwijs.nl)



Webopgave 121

1. Hoe lang duurt deze reis van geboorte tot dood van een ster?
Zie: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Zon>
2. Bij welke temperatuur is een ster het helderst?
3. Wat gebeurt er met de ster na de variabele fase?



Webopgave 122 - Invuloefening

Lees de tekst hierboven aandachtig door en vul de ontbrekende woorden in.

- Hoe groter de afmetingen hoe hoger de oppervlaktetemperatuur van een ster zijn, des te groter is het uitgezonden
- Opaar kunnen we de _____ (_____) van een ster meten: het waargenomen stralings
- Als we ook de _____ (_____) tot de ster weten, is de _____ van een ster te berekenen met de gemeten stralingsintensiteit en de afstand.
- Voor relatief dichtbijgelegen sterren is de afstand te bepalen uit de _____ van deze sterren over
- In het begin van de vorige eeuw combineerden E. Hertzsprung en H. N. Russell de kennis over alle sterren waargenomen van de lichtsterkte – bekend was in het diagram (zie onder). Dit is het Hertzsprung-Russell diagram.
- Langs de verticale as staat de lichtsterkte, langs de horizontale as de _____ van de sterren.
- Uit dit diagram blijkt dat de meest sterren (waaronder de zon) zich op de zogenaamde _____ bevinden.

Parallaxmethode

Voor sterren die ver weg liggen is een afstandsbepaling met de parallaxmethode niet mogelijk: de parallax is zo klein dat die niet is waar te nemen. Maar in dat geval is die afstand met het Hertzsprung-Russell diagram te bepalen. Uit het waargenomen sterspectrum volgt met de wet van Wien de oppervlaktetemperatuur. Uit het Hertzsprung-Russell diagram is dan de lichtsterkte L van die ster af te lezen. De aanname daarbij is dat de ster op de hoofdreeks ligt. Astronomen kunnen uit de eigenschappen van het sterspectrum opmaken of dat het geval is. Uit de zo bepaalde lichtsterkte L en de op aarde waargenomen stralingsintensiteit I van de ster is dan de afstand r te berekenen. Want: als

het – zoals eerder gezegd – mogelijk is om uit l en r de lichtsterkte L te berekenen, dan is het ook mogelijk om uit L en l de afstand r te berekenen. Op deze manier kunnen we dus een beeld krijgen van de lichtsterkte, de oppervlaktetemperatuur en de afstand van de sterren die we aan de hemel zien. Astronomen kunnen daaruit bovendien de grootte en de massa van sterren afleiden.



Webopgave 123

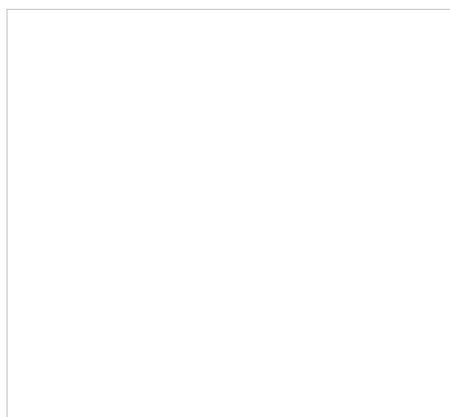
Gegeven een hoofdreeks-ster met λ_{\max} bij 580nm. De waargenomen stralingsintensiteit is 400 keer kleiner dan die van de zon. Als de afstand van een ster twee keer zo groot wordt, wordt de intensiteit van de straling vier keer zo klein.

1. Wat is zijn lichtsterkte?
2. Hoe ver staat de ster van ons af?



Webopgave 124 - Extra: Exoplaneten

De zon heeft een stelsel van planeten om zich heen. Men heeft zich lang afgevraagd of de zon de enige ster is met zo'n planetenstelsel. De zoektocht naar planeten bij andere sterren heeft inmiddels zo'n 300 zogenaamde exoplaneten opgeleverd. Aanwijzingen voor de aanwezigheid van een exoplaneet bij een ster zijn heel kleine variaties in de snelheid en lichtsterkte van die ster. De snelheidsvariaties zijn alleen goed te meten bij zware exoplaneten die met grote snelheid in een kleine baan rondom de ster draaien. En om de lichtsterktevariaties te kunnen meten, moeten we vanaf de aarde tegen de zijkant van het stelsel aankijken, zodat de exoplaneet voor de ster langs beweegt.



In 2008 zijn de eerste exoplaneten ook echt op telescoopbeelden te zien: de ster HR8799 met zijn planetenstelsel. De ster staat op een afstand van 128 ly. Op de foto zijn twee van de drie reuzenplaneten te zien, met omlooptijden van 100, 190 en 460 jaar. Bij het maken van de foto is het licht van de ster zelf afgeschermd, omdat de planeten anders niet zichtbaar zouden zijn. (bron: Malmberg)

Opdracht:

Beschrijf in eigen woorden ten minste 3 methoden om een exoplaneet te ontdekken.



Meer weten? Je kunt deze site als bron gebruiken : [website wikipedia over exoplaneten](#)

4.1 - Ons Melkwegstelsel



Lees eerst de lesstof van hoofdstuk 4 paragraaf 4.1 Maak daarna de vragen op deze pagina.



Ons melkwegstelsel.docx

kn.nu/ww.e7da7ee (docx, maken.wikiwijs.nl)

De zon, met al haar planeten en bijbehorende manen, maakt deel uit van het Melkwegstelsel. We zien de melkweg als een lichte band over de hemel. Het is voor astronomen niet gemakkelijk geweest om zich een beeld te vormen van de structuur van het Melkwegstelsel, want wij zitten er middenin.



Het Melkwegstelsel bestaat uit zo'n 200 tot 400 miljard sterren in een discussvormige schijf (zie figuur). Het Melkwegstelsel wordt bijeen gehouden door de gravitatiekracht en roteert om zijn middelpunt. Met de **gravitatiewet van Newton** heeft men berekend, dat de massa in het centrum van het Melkwegstelsel ongeveer 100 miljard zonsmassa's bedraagt. De totale massa van het Melkwegstelsel is nog veel groter.



Webopgave 125 - Newton

Hoe kun je met de gravitatiewet berekenen hoe groot de massa in het centrum is? Schrijf de stappen één voor één op. (Tip: denk aan de middelpuntzoekende kracht op een ster $F_{mpz} = mv^2/r$ die geleverd wordt door de $F_g = G \cdot m \cdot M/r^2$)



Een impressie van de vorm van ons Melkwegstelsel zie je in dit videofragment.



Klik hier voor film.
kn.nu/ww.5cf37ef (flv, maken.wikiwijs.nl)



Webopgave 126 - Meerkeuzevraag

webopgave 126

maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/673454



Vul het goede antwoord in.

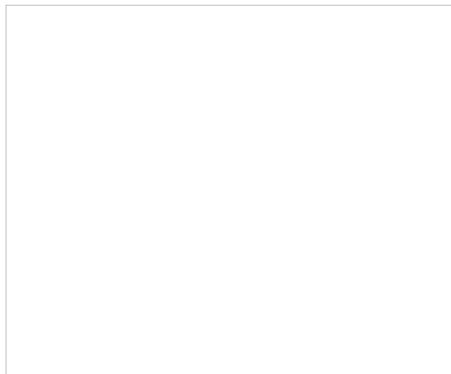
Waarom weten we niet zeker dat de melkweg er zo uit ziet?

- a. aan de hemel zie je alleen sterren en geen sterrenstelsels, daarom weten we niet zeker.
- a. We zitten in de melkweg en kunnen dus niet zien hoe de melkweg ervan buiten uitziet.
- a. We zitten in de melkweg en kunnen dus niet zien hoe de melkweg ervan buiten uitziet.

Uit hoeveel sterren bestaat de melkweg ongeveer en hoe weten we dat?

- a. Ongeveer 100 miljard en sterrenkundigen hebben ze één voor één geteld.
- a. De massa is berekend met de gravitatiewet van Newton en het aantal sterren is dan te berekenen met de aanname dat ze allen even zwaar zijn als de zon, dan kom je op gemiddeld 200 miljard.
- a. Ongeveer 500 miljard sterren, dat bepaal je doordat je weet dat de melkweg een gemiddeld sterrenstelsel is en een gemiddeld sterrenstelsel heeft 500 miljard sterren. Dat is namelijk gemeten.

4.1 - Sterrenstelsels



Ons melkwegstelsel lijkt erg op een van onze 'buren' in het heelal: de Andromedanevel. De Amerikaanse astronoom Edwin Hubble was in staat om de afstand tot de Andromedanevel te bepalen. Hij vond een afstand die veel groter was dan de afmetingen van ons Melkwegstelsel. In latere metingen is vastgesteld dat de Andromedanevel zelf een sterrenstelsel is, met een structuur en afmetingen die sterk op ons eigen Melkwegstelsel lijken. De Andromedanevel staat op 2,2 miljoen lichtjaar van de aarde, bevat 200 miljard sterren en is voor ons het dichtstbijzijnde sterrenstelsel in het heelal.



Webopgave 127 - Hubble

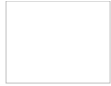
Een satelliet zoals de Hubble bestaat uit heel veel verschillende onderdelen. Om je te laten zien dat we in de natuurkunde allerlei onderwerpen combineren maak je deze opgave waarin de optica een grote rol speelt. Een satelliet 'kijkt' toch op een wat andere manier naar de verre ruimte. Voor de telescoop is het niet zo handig een grote dikke lens te gebruiken. Het grote gewicht en de afwijkingen van de beeldvorming zijn behoorlijk bezwaarlijk. De oplossing ligt in het gebruik van holle spiegels, die kunnen het licht ook bundelen en zo een beeld vormen in de opname apparatuur.

Hier zie je een animatie van de Space Telescope Hubble.



kn.nu/ww.6994f4a (maken.wikiwijs.nl)

Ga naar 'model' en vereenvoudig het plaatje totdat je de spiegels kunt zien. Beschrijf kort, met een tekening, hoe het licht van de ver weg gelegen sterrenstelsels op de camera van de Hubble terecht komt.



Meer weten?

http://nl.wikipedia.org/wiki/Ruimtetelescoop_Hubble

Afstanden van sterrenstelsels

Het op een betrouwbare manier bepalen van de afstanden van sterrenstelsels in het heelal is een probleem. De parallax van sterrenstelsels is zo klein, dat deze niet is waar te nemen. Daarom gebruikt men de waargenomen stralingsintensiteit van een speciaal soort sterren: de Cepheïden. Dit zijn veranderlijke sterren die genoemd zijn naar hun prototype: de ster Delta Cephei. Uit de lichtsterkte L en de op aarde gemeten stralingsintensiteit I de afstand r van de Cepheïde te berekenen. Deze methode werd door Hubble gebruikt om de afstand tot de Andromedanevel te bepalen. (zie ook: <http://nl.wikipedia.org/>)



Webopgave 128 - Afstandbepaling met Cepheïde



kn.nu/ww.4911225 (maken.wikiwijs.nl)

Hoe kon Hubble de geweldig grote afstand tot de andromedanevel meten? Beschrijf kort zijn methode. (zie ook <http://nl.wikipedia.org/wiki/Cephe%C3%AFde>)



Webopgave 129 - Stellingen.

Webopgave 129 - Stellingen.

maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/673458



Waar of niet waar?

Een cepheïde is een ster met constante lichtkracht.

- a. waar
- a. niet waar

De andromedanevel lijkt op de melkweg.

- a. waar
- a. niet waar

Henrietta Leavitt wist de afstand tot de andromedanevel op te meten met parallax.

- a. waar
- a. niet waar

De melkweg bestaat uit 200-400 miljard sterren.

- a. waar
- a. niet waar

Onze zon ligt op ongeveer 100 000 lichtjaar van het centrum van de melkweg.

- a. waar
- a. niet waar

4.2 Evolutie van het heelal

Samenvatting

Kosmologen proberen de vraag te beantwoorden hoe het heelal is ontstaan, hoe het heelal zich heeft ontwikkeld en hoe de toekomst van het heelal eruit ziet. Volgens de moderne inzichten ontstond het heelal ongeveer 13,7 miljard jaar geleden met de oerknal. Hiervoor is een aantal aanwijzingen, waaronder de waargenomen uitdijing van het heelal (volgens de wet van Hubble) en het bestaan van de kosmische achtergrondstraling. De wet van Hubble geeft het verband tussen de vluchtsnelheid v en de afstand d van sterrenstelsels: $v = H \cdot d$. In een relatief korte periode na de oerknal konden quarks zich verbinden tot protonen en neutronen, gevolgd door de vorming van eerst de atoomkernen en later de atomen van de lichtste elementen. Ruwweg 1 miljard jaar na de oerknal klonterde deze materie onder invloed van de gravitatiekracht samen tot de eerste sterren en sterrenstelsels. De atomen van de zwaardere elementen zijn later door kernfusieprocessen in de sterren ontstaan en bij supernova-explosies door het heelal verspreid. Het licht van een ster of sterrenstelsel heeft tijd nodig om de afstand naar de aarde te overbruggen. Wanneer wij dat licht waarnemen, kijken we dus naar het verleden.



Lees eerst de lesstof van hoofdstuk 4 paragraaf 4.2 t/m 'de vorming van zwaardere elementen'. Maak daarna de vragen op deze pagina.



Evolutie van het heelal.docx
kn.nu/ww.fb9ac0b (docx, maken.wikiwijs.nl)

Hoe is het heelal ontstaan, hoe heeft het heelal zich ontwikkeld en hoe ziet de toekomst van het heelal eruit?

Kosmologie

Beantwoord na het lezen van de leerstof de volgende vragen.



Webopgave 130 - Invuloefening

Vul de juiste woorden in.

- Isotropie betekent in alle richtingen dezelfde _____.
- _____ is de studie naar het ontstaan en de structuur van het heelal.
- _____ betekent vanzelfde aard of samenstelling.
- Het studieobject van kosmologie is het _____.



Webopgave 131 - Oerknal

Wat is de oerknaltheorie?

De bekendste theorie over het ontstaan van het heelal wordt de oerknaltheorie, ook wel de Big Bang-theorie genoemd.



Bekijk de volgende film over de oerknal.



<https://youtu.be/OZPmQMyJnGc>

Bron: <http://www.youtube.com/watch?v=OZPmQMyJnGc>

Vragen:

1. Hoe lang duurt het voordat de eerste protonen en neutronen ontstaan?
2. Hoe lang duurt het vanaf de oerknal voordat de mensen op de aarde ontstaan?
3. Hoe heten de vier fundamentele krachten van de natuur?
4. Waarom kijk je eigenlijk naar het 'verleden' als je naar ver weg gelegen sterren kijkt?



Verloop van de oerknal

De oerknal of Big Bang begon met een hete en zeer dichte oersoep van quarks. Na ongeveer een milliseconde had het heelal de omvang van het zonnestelsel. Door de dalende temperatuur konden de quarks zich verbinden tot protonen en neutronen. Na 100 seconden werden de atoomkernen van de lichtste elementen gevormd, eerst waterstof en na verdere afkoeling ook helium (twee protonen en twee neutronen) en lithium (drie protonen en drie neutronen).

Na zo'n 300 000 jaar was het heelal zó ver afgekoeld, dat de elektronen en atoomkernen in atomen werden gebonden. Licht kan nu vrij bewegen. Na 1 miljard jaar klonterde materie onder invloed van de gravitatiekracht samen tot de eerste sterren en sterrenstelsels. We leven nu ongeveer 13,7 miljard jaar na de oerknal, schattingen lopen uiteen van 10 tot 20 miljard jaar.



Webopgave 132 - Tijdlijn oerknal

Bekijk de animatie (in het engels) en maak een gedetailleerde tijdlijn van de gebeurtenissen na de Big Bang.



Klik op de play knop rechts onder.



kn.nu/ww.8877bc2 (maken.wikiwijs.nl)

Hoe zijn de zwaardere elementen gevormd?



Lees eerst de lesstof van hoofdstuk 4 paragraaf 4.2 vanaf 'de vorming van zwaardere

elementen'.Maak daarna de vraag op deze pagina.



Zwaardere elementen.docx

kn.nu/ww.ce8f5a6 (docx, maken.wikiwijs.nl)

De zware elementen zijn ontstaan bij de explosie van zware sterren: die explosies zijn waar te nemen als nova's of de grotere supernova's..



In 1987 was er een supernova (links), een paar dagen voor de explosie is er op die plaats alleen een gewone ster te zien (rechts).



Webopgave 133

1. Lees de tekst en geef in maximaal 10 zinnen weer hoe de elementen als zuurstof, koolstof en bijvoorbeeld zwavel in het heelal ontstaan zijn.
2. Waarom zegt men wel dat wij allemaal bestaan uit sterrenstof? Is de uitspraak helemaal juist?

4.2 - Bewijs voor de oerknal



Lees eerst de lesstof van hoofdstuk 4 paragraaf 4.2 t/m de samenvatting.Maak daarna de vragen op deze pagina.

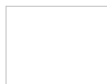
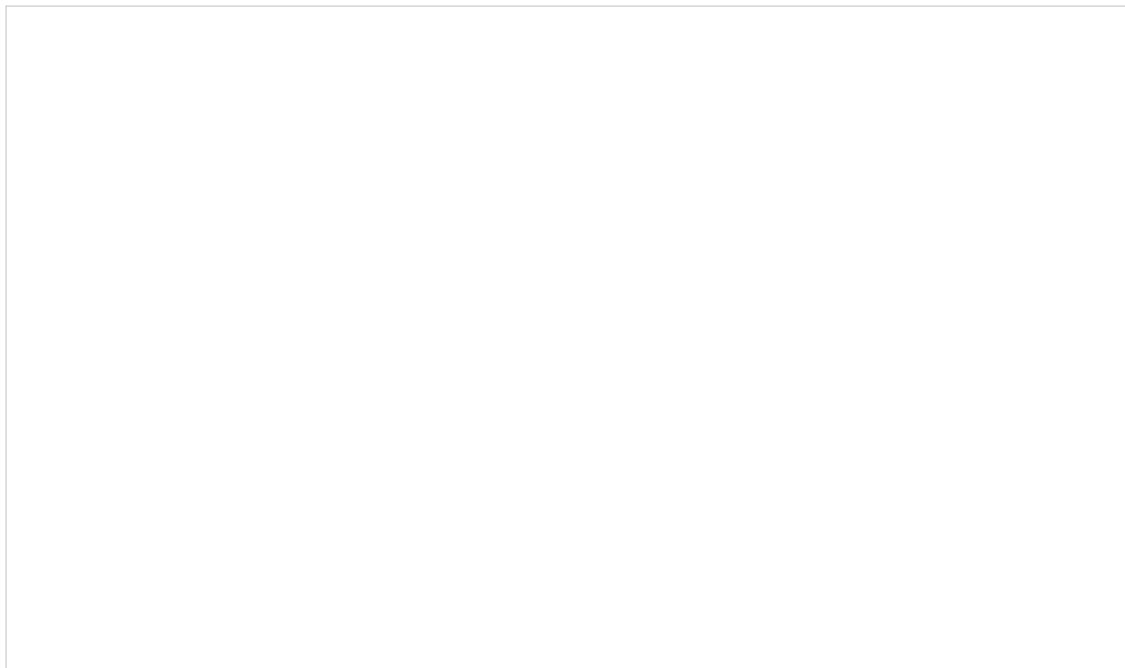


Bewijs voor de oerknal.docx

kn.nu/ww.317a01f (docx, maken.wikiwijs.nl)

Om de theorie van de oerknal weerleggen moet men één of ander verschijnsel waarnemen dat in strijd is met de uitgangspunten van deze theorie. We zouden een ster kunnen waarnemen die ouder is dan de het moment van de eerste stervorming, zoals voorspeld door de oerknaltheorie. Of we zouden een waarneming kunnen doen waaruit blijkt dat de verdeling van de Melkwegstelsels over het heelal niet

homogeen is. Bijvoorbeeld over de 'donkere materie' .



Meer weten? Maar dat dat niet altijd tot eenduidige resultaten leidt kun je lezen in het volgende artikel over donkere materie: [kosmologen-tasten-in-het-duister](#) en http://nl.wikipedia.org/wiki/Donkere_materie



Webopgave 134 - Donkere materie

1. Wat is donkere materie?
2. Hoe hebben de kosmologen de donkere materie ontdekt? Welke waarnemingen hebben ze daarvoor gedaan?

De wet van Hubble

Een belangrijke voorspelling van de oerknaltheorie is de uitdijning van het heelal. In 1929 nam de astronoom Edwin Hubble de uitdijning van het heelal daadwerkelijk waar. Aan de hand van zijn metingen stelde hij vast dat alle Melkwegstelsels zich van elkaar af bewegen. Bovendien geldt dat hoe verder ze van ons verwijderd zijn, des te groter is hun snelheid. Zijn resultaten vatte hij samen in een formule, die de wet van Hubble is gaan heten: volgens de wet van Hubble verwijderen sterrenstelsel zich van ons af met een snelheid die gegeven wordt door:



waarin geldt:

- v is de snelheid van een Melkwegstelsel in meters per seconde (ms^{-1})
- H is de afstand van het Melkwegstelsel tot ons in meters (m)
- d is een constante; deze wordt de constante van Hubble genoemd. De huidige waarde is: $2,31 \cdot 10^{-8}$.



Webopgave 135 - Video Edwin Hubble

Edwin Hubble ontdekte dat het heelal heel groot was. Met zijn wet beschreef hij ook het uitdijende heelal.



Bekijk de video.



<https://youtu.be/hVApTLE7Csc>

Bron: <http://www.youtube.com/watch?v=hVApTLE7Csc>

Vragen :

1. Leg uit wat redshift (roodverschuiving) is.
2. Hoe kwam Edwin Hubble achter zijn wet?
3. Leg uit dat de wet van Hubble een argument is, dat de oerknal theorie waar kan zijn.
4. Welke eenheid hoort er bij de Hubble constante d?
5. Op welke hoogte hangt de Hubble telescoop? (reken het aantal miles om naar km.)

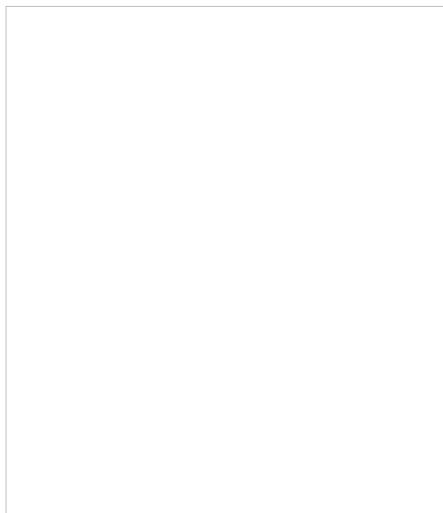
Door de onzekerheid in de afstandsschaal is er echter ook de waarde van de Hubble constante niet precies bekend en daarmee in de leeftijd van het heelal.

Als de Hubble constante groot is, dilt het heelal sneller uit en moet de huidige toestand sneller bereikt zijn. De leeftijd van het heelal is dus evenredig met het omgekeerde van de Hubble constante. De wet van Hubble wil overigens niet zeggen, dat ons sterrenstelsel zich in het centrum bevindt. Dat wordt ook het kosmologisch principe genoemd.



Webopgave 136

1. Beschrijf in het kort wat dit principe inhoudt, zie ook: http://nl.wikipedia.org/wiki/Kosmologisch_principe
2. Waarom bevinden wij ons dus niet in het midden van het heelal?



Stel je eens voor dat we op de ballon van de onderstaande figuur leven en dat de stippen op de ballon de sterrenstelsels voorstellen. Als de ballon wordt opgeblazen, dilt het gehele heelal (het oppervlak) uit en "ziet" elke stip de andere stippen van zich af bewegen. Vanuit elk punt lijkt het dus alsof jij je in het middelpunt van het heelal bevindt. Probeer het maar eens uit!



Webopgave 137 - Krentenbol

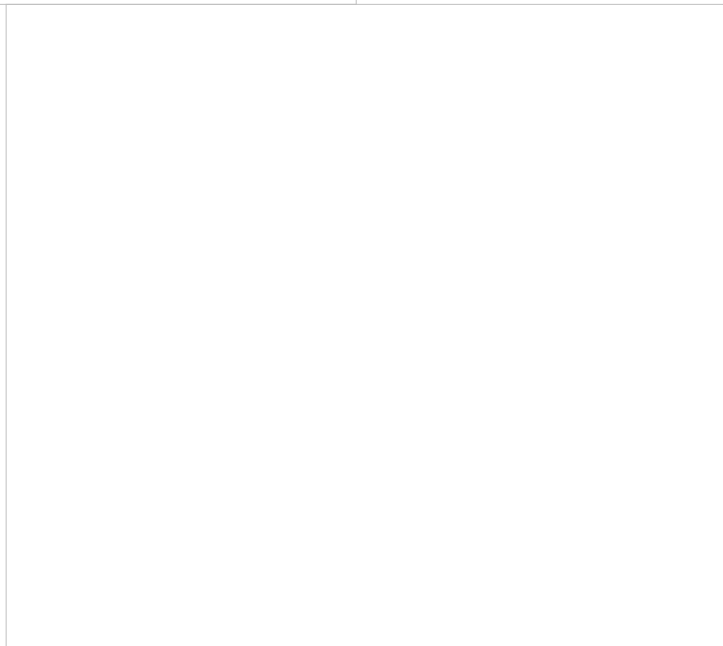
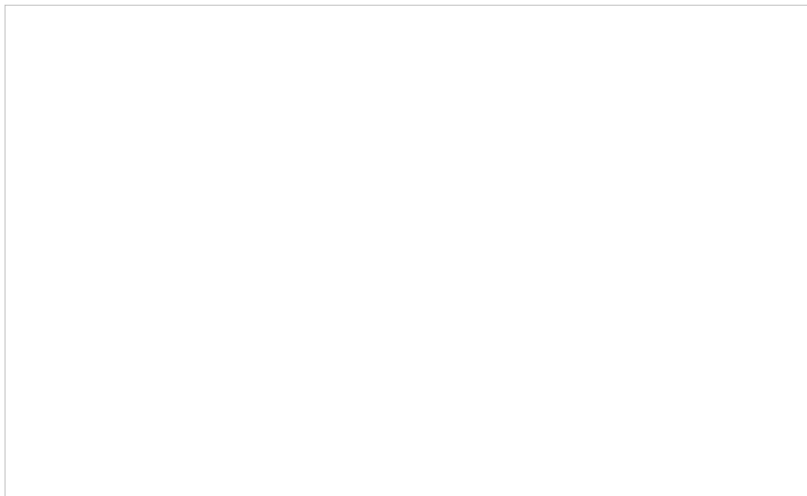
Soms nemen we ook wel een ander voorbeeld: een bol deeg met daarin wat krenten. Als het deeg rijst.....

Waarom is dit voorbeeld beter dan het balonnetje?

[klik hier](#)

Kosmische achtergrondstraling

De kosmische achtergrondstraling geeft ons informatie over de begintijd van het Heelal. Deze microgolfstraling werd in 1965 door Arno Penzias en Robert Wilson ontdekt. Met de satelliet Cobe (COsmic Background Explorer) werd in 1992 de kosmische achtergrondstraling nauwkeurig in kaart gebracht. Deze straling bleek - zoals voorspeld door de oerknaltheorie - heel gelijkmatig te zijn, met slechts minimale variaties.



Webopgave 138 COBE keek dus naar de achtergrondstraling van ons Heelal.

1. Wanneer is die straling uitgezonden?

2. Waarom geven de kleine variaties in de straling aan dat er sterrenstelsels gevormd kunnen zijn?

4.3 Opgaven

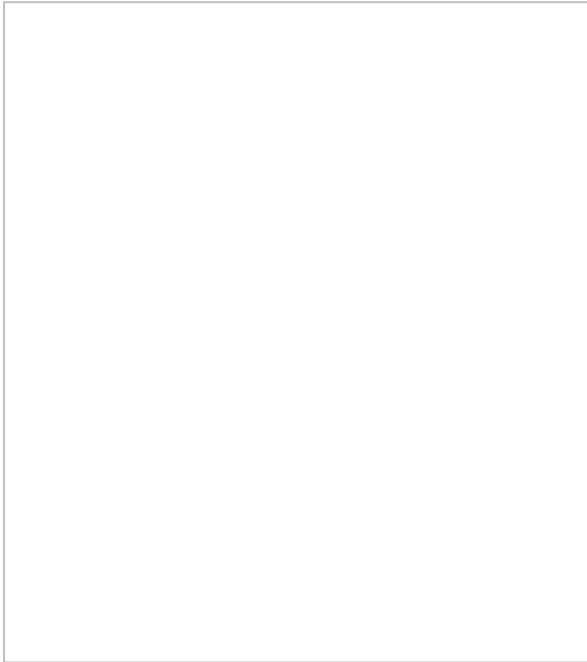
4.3 - Opgaven paragraaf 4.1 a



Webopgave 139 - Orion

De onderstaande figuur laat het sterrenbeeld Orion zien met de heldere sterren Betelgeuze en Rigel. Betelgeuze is roodachtig van kleur en Rigel blauwachtig.

Van welke ster is de oppervlaktetemperatuur het hoogst? Leg uit waarom.



Webopgave 140 - Warmtestraling

Alle voorwerpen in je omgeving stralen – net als een ster – energie uit.

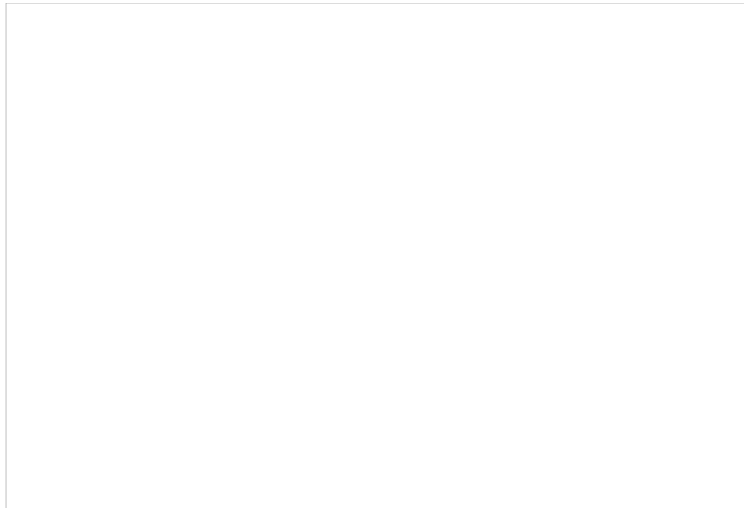
1. Waarom kun je deze voorwerpen dan in het donker niet zien?
2. Bereken de golflengte van de piek in het stralingspectrum van deze voorwerpen. In welk gebied van het elektromagnetisch spectrum ligt deze straling?



Webopgave 141 - Oppervlaktetemperatuur van een ster

De onderstaande figuur geeft het stralingspectrum weer van een ster.

Bepaal met de grafiek de oppervlaktetemperatuur.



Webopgave 142 - Zwakke en heldere sterren

Een ster met een grote lichtsterkte kan voor ons op aarde zwakker zijn dan een ster met een kleine lichtsterkte. Verklaar dit.



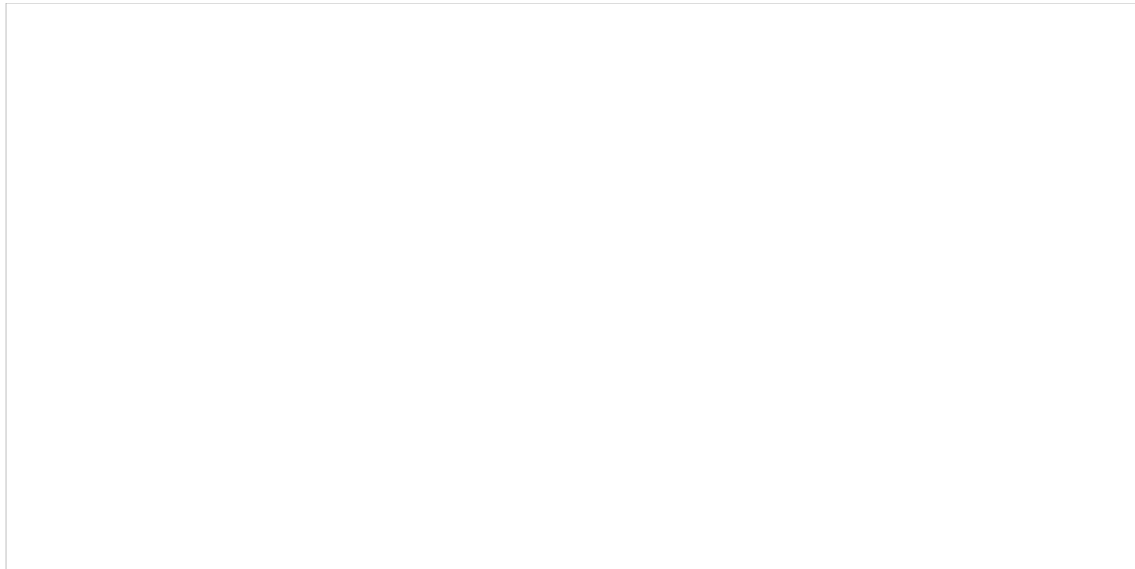
Webopgave 143 - Lichtsterkte van de zon

De stralingsintensiteit I van de zon hier op aarde is $1,40 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$. We noemen dit de zonneconstante. Met dit gegeven is de lichtsterkte of het stralingsvermogen van de zon te berekenen. Het door de zon uitgezonden stralingsvermogen L_{zon} verspreidt zich in alle richtingen over een boloppervlak in de ruimte (figuur). Ter plaatse van de aarde is dat het oppervlak van een bol met een straal r die gelijk is aan de afstand zon-aarde. En op dat boloppervlak is de stralingsintensiteit I van de zon bekend: de zonneconstante.

1. Bereken het oppervlak van de bol om de zon waarop de aarde ligt.
Aanwijzing: Het oppervlak A van een bol met straal r wordt gegeven door $A = 4 \cdot \pi \cdot r^2$.
2. Bereken met dat boloppervlak en de zonneconstante het door de zon uitgestraalde vermogen L_{zon} . Controleer je antwoord met Binas.
3. Laat zien dat je de lichtsterkte L_{zon} bepaald hebt met de volgende formule:

$$L_{\text{zon}} = I_{\text{zon}} \cdot 4 \pi r^2$$

In deze formule is I_{zon} de zonneconstante (de stralingsintensiteit van de zon op aarde) en r de afstand zon-aarde.



Webopgave 144 - Lichtsterkte van de ster Sirius

Op aarde is de stralingsintensiteit van de ster Sirius $1,33 \cdot 10^{-7} \text{ W/m}^2$. De afstand van de aarde tot Sirius is bekend: $8,1 \cdot 10^{16} \text{ m}$.

Aanwijzing: ga op dezelfde wijze te werk als in webopgave 143.

1. Bereken de lichtsterkte van de ster Sirius.
2. Hoeveel keer zo groot is de lichtsterkte van de ster Sirius, vergeleken met de lichtsterkte van de zon?

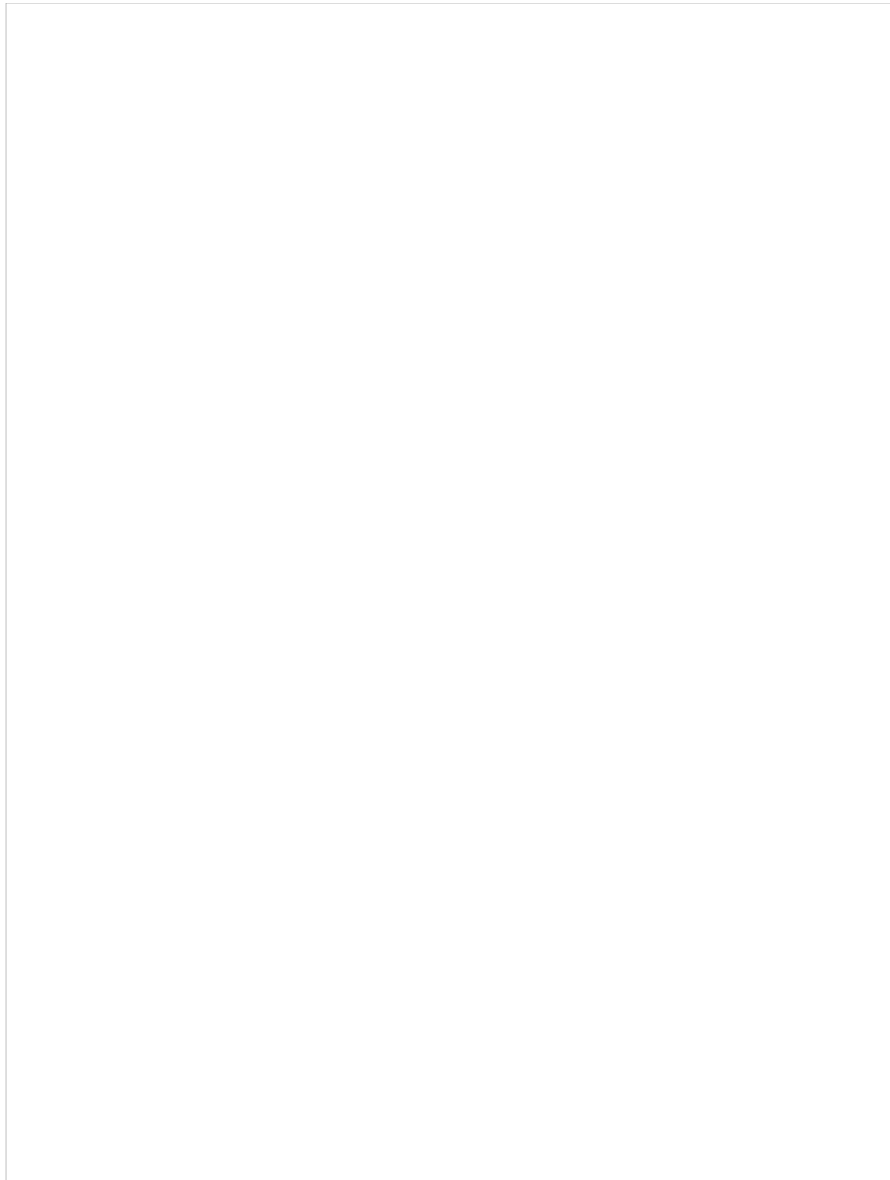
4.3 - Opgaven paragraaf 4.1 b



Webopgave 145 - Het Hertzsprung-Russel diagram

In het Hertzsprung-Russel diagram hieronder staan de sterren waarvan de lichtsterkte L en de oppervlaktetemperatuur T bekend is.

1. Welke gegevens van een ster hebben we nodig om de lichtsterkte van die ster te kunnen bepalen? En hoe bepalen we dan die lichtsterkte?
2. Welke gegevens van een ster hebben we nodig om de oppervlaktetemperatuur van die ster te kunnen bepalen? En hoe bepalen we dan die oppervlaktetemperatuur?



Hertzsprung-Russel diagram (bron: Malmberg)



Webopgave 146 - Afstandbepaling met het Hertzsprung-Russel diagram

Met behulp van het Hertzsprung-Russel diagram van de figuur hierboven is de afstand van een ster te bepalen, als die ster te ver weg ligt voor het gebruik van de parallaxmethode.

De aanname hierbij is dat de ster op de zogenaamde hoofdreeks ligt.

Voor deze manier van afstandbepaling moet het stralingsspectrum van de ster worden gemeten.

1. Leg uit waarom dit een redelijke aanname is.
2. De piek van het stralingsspectrum van deze ster ligt bij een golflengte van 290 nm. Bereken de oppervlaktetemperatuur van deze ster.
3. Bepaal met deze oppervlaktetemperatuur en het Hertzsprung-Russel diagram van de figuur hierboven de lichtsterkte van deze ster.

De stralingsintensiteit van deze ster is op aarde $1,4 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$.

4. Bereken de afstand van deze ster.

Aanwijzing: ga op dezelfde wijze te werk als in webopgave 143, maar dan in omgekeerde volgorde: je weet nu de lichtsterkte L en de stralingsintensiteit I van de ster, maar niet de

afstand r .



Webopgave 147 - Exoplaneet

Lees eerst het onderstaande deel van een krantenartikel over de speurtocht naar exoplaneten: planeten bij andere sterren dan de zon.

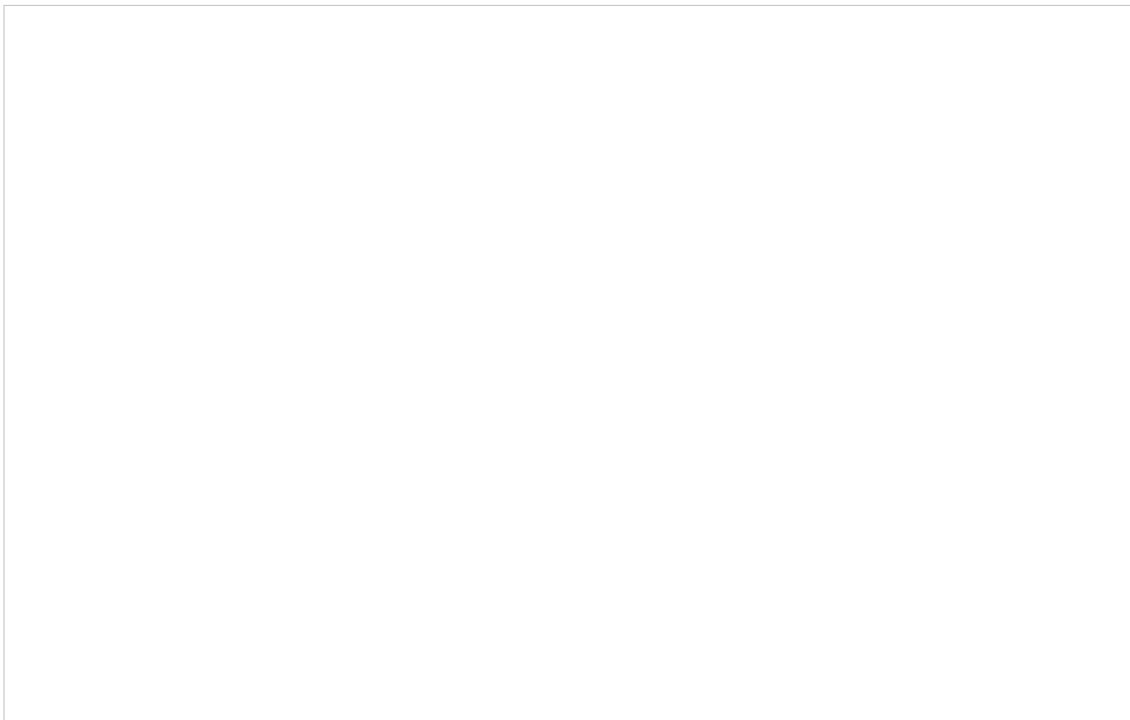
Planeet in zicht

Over het bestaan van planeten bij andere sterren (exoplaneten) wordt al eeuwenlang gespeculeerd. Christiaan Huygens rekende al voor dat je ze met een telescoop nooit kunt zien: een planeet weerkaatst maar een heel klein beetje licht van zijn moederster, en zo'n zwak lichtstipje wordt volledig door de ster overstraald. Toch zijn er sinds 1995 ruim honderd exoplaneten gevonden. Hun bestaan is afgeleid uit kleine, periodieke snelheidsvariaties van de ster waar ze omheen draaien: de ster schommelt een beetje door de geringe zwaartekracht van de planeet. Op die manier worden vooral zware planeten in kleine omloopbanen gevonden - die veroorzaken de grootste snelheidsvariaties.

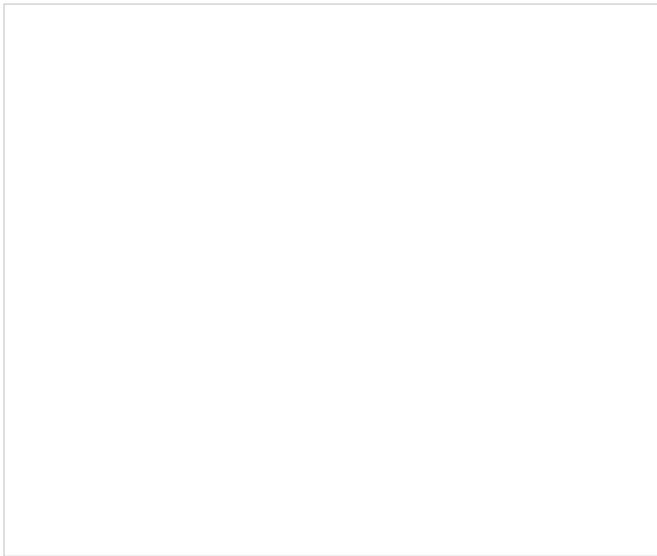
Bron: de Volkskrant, 9 augustus 2003.

In deze opgave ga je na hoe astronomen de massa en de baanstraal van zo'n exoplaneet bepalen. Een voorbeeld van een exoplaneet is die bij de ster HD 209458. Van deze ster is de massa M bekend: $M = 2,1 \cdot 10^{30}$ kg.

Uit het spectrum van deze ster blijkt, dat deze afwisselend naar ons toe en van ons af beweegt. Die beweging wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van een exoplaneet. Planeten draaien namelijk niet in (ruwweg) een cirkelbaan rond een ster, maar zowel de planeet als de ster draaien beide in een cirkelbaan rond hun gemeenschappelijk zwaartepunt Z . Dat is in bovenaanzicht - en nogal overdreven - weergegeven in de onderstaande figuur. Als we aannemen dat de aarde zich in hetzelfde vlak bevindt als het baanvlak van de exoplaneet, zal de ster zich regelmatig in zijn baan rond het punt Z naar de aarde toe en van de aarde af bewegen.



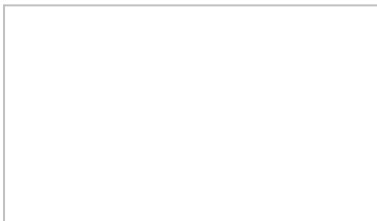
Uit het spectrum van de ster is met de theorie van het dopplereffect de snelheid van de ster te berekenen. Het resultaat staat in de onderstaande figuur.



De snelheid v van de ster HD 209458 ten opzichte van de aarde in de loop van de tijd t . (bron: Malmberg)

1. Bepaal uit het diagram de baansnelheid v_1 en de omlooptijd T van de ster.
2. Bereken met behulp van de baansnelheid v_1 en de omlooptijd T de straal r_1 van de cirkelbaan van de ster rond het gemeenschappelijk zwaartepunt Z .

Met behulp van de bekende gegevens van de ster zijn nu de massa m en de baanstraal r_2 van de exoplaneet te bepalen. In figuur 95 zijn nogmaals de banen van de ster en de exoplaneet weergegeven. Beide massa's beschrijven in dezelfde omlooptijd T cirkelbanen rond hun gemeenschappelijke zwaartepunt Z . De relatie tussen de onderlinge afstand a en de omlooptijd T van de planeet rond de ster wordt gegeven door de derde wet van Kepler:

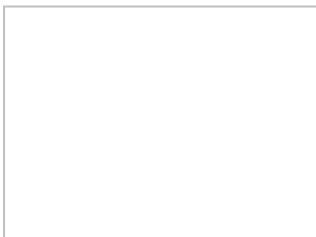


3. *Aanwijzing: De massa M van de ster is bekend: zie het begin van deze opgave.*

Voor de massa's van de ster en de exoplaneet geldt de volgende formule:

4. Bereken met de derde wet van Kepler de onderlinge afstand a tussen de ster en de exoplaneet.

Bereken nu met a en r_1 de baanstraal r_2 van de exoplaneet.



5. Bereken met deze formule de massa m van de exoplaneet.

6. Vergelijk de baanstraal van de exoplaneet met die van de aarde: staat de exoplaneet dichterbij zijn ster dan de aarde bij de zon?

7. Vergelijk de massa van de exoplaneet met die van de aarde: hoeveel keer groter is de massa van de exoplaneet? Op welke planeet uit ons zonnestelsel lijkt de exoplaneet waarschijnlijk het meest?



Extra: exoplaneet ontdekt door Leidse studenten.

Leidse sterrenkundigen laten voor het eerst zien dat een planeet rondom een andere ster dan de zon net zulke schijngestalten vertoont als onze maan. De exoplaneet, CoRoT-1b, staat op zo'n 1600 lichtjaar afstand in het sterrenbeeld Eenhoorn, en is ontdekt door de Frans/Europese CoRoT-satelliet. De resultaten van de Leidse onderzoekers worden aanstaande donderdag gepubliceerd in het tijdschrift Nature.

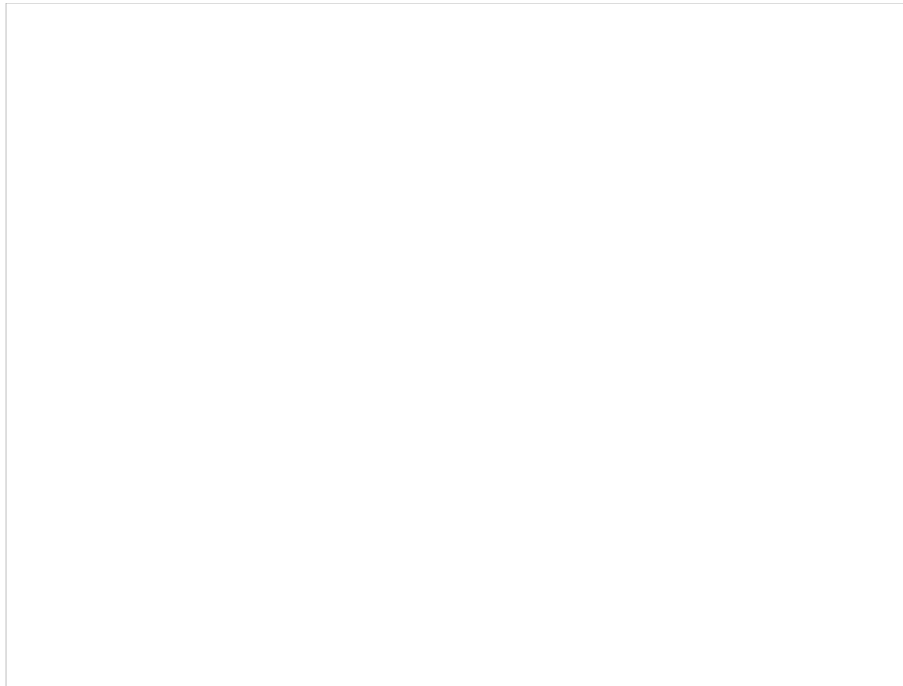
Uit de waarnemingen van CoRoT maken de astronomen op dat de nachtzijde van de planeet compleet donker is, terwijl de dagzijde sterk wordt verwarmd door de ster, tot waarschijnlijk zo'n 2000 graden celsius.

"De afstand van CoRoT-1b tot de ster is dan ook minder dan 3 procent van de afstand aarde-zon", zegt Ignas Snellen, die het onderzoek heeft geleid. Gedurende de 36 uur dat de planeet om de ster draait, zien de astronomen afwisselend de lichte dagzijde en de donkere nachtzijde van de planeet. Omdat de ster zo'n 10.000 keer helderder is dan de planeet, zien ze het systeem bij elkaar steeds éénhonderdste van een procent lichter en donkerder worden. "Een ongelooflijk precieze meting, waarvoor het team rondom de CoRoT-satelliet alle credit moet krijgen", aldus Snellen.

Het gemeten effect lijkt erg op de schijngestalten bij hemellichamen in ons eigen zonnestelsel, zoals bij onze maan, waarbij de zon steeds van een andere kant op de maan schijnt terwijl deze om de aarde draait. Al gaat het hierbij wel om gereflecteerd zonlicht, terwijl het bij CoRoT-1b waarschijnlijk om warmtestraling gaat. Een interessant detail is dat 2009 door de Verenigde Naties is uitgeroepen tot Internationaal Jaar van de Sterrenkunde. Dit jaar wordt herdacht dat 400 jaar geleden, in 1609, Galileo Galilei voor het eerst met een (in Nederland uitgevonden) telescoop de sterrenhemel bestudeerde. Een van de eerste waarnemingen van de Italiaanse astronoom waren de schijngestalten van Venus, waarmee hij de ware aard van ons zonnestelsel blootlegde. Precies 400 jaar later is nu voor het eerst hetzelfde effect waargenomen voor een hemellichaam buiten ons zonnestelsel.



Bekijk het filmpje.



Klik hier voor film.

kn.nu/ww.6cbdcbb (flv, maken.wikiwijs.nl)



Webopgave 148 - Opdracht:

Het waarnemen van schijngestalten bij een hemellichaam is dus opnieuw wereldnieuws en leidt tot nieuwe ontdekkingen.

1. Waarom waren de schijngestalten die Galilei waarnam bij Venus ook alweer zo belangrijk?
2. Probeer uit te zoeken op internet welke technieken de leidse astronomen gebruiken om de schijngestalten waar te nemen.

4.3 - Opgaven paragraaf 4.2



Webopgave 149 - Oerknal

In de onderstaande figuur staat een schematische weergave van de oerknaltheorie.

1. Wat houdt de oerknaltheorie in?
2. Maak een tijdlijn van de geschiedenis van het heelal vanaf de oerknal tot nu. Geef op die tijdlijn de volgende gebeurtenissen aan: de vorming van protonen en neutronen, de vorming van atomen, de vorming van sterren en sterrenstelsels en de eerste supernova-explosies.



Hint: website [met een animatie van de big bang](#)



Webopgave 150 - Vluchtende sterrenstelsels

In 1912 onderzoekt C. Slipher het spectrum van een groot aantal sterrenstelsels. Uit zo'n spectrum is met behulp van de theorie van het dopplereffect de snelheid van een sterrenstelsel te bepalen. Uit Slipher's metingen blijkt dat alle sterrenstelsels zich van ons Melkwegstelsel verwijderen.

En dat de grootste snelheden optreden bij zeer lichtzwakke sterrenstelsels.

a. Op welk (kwalitatief) verband tussen de vluchtsnelheid en de afstand van de onderzochte sterrenstelsels wijst dit?

In 1936 gebruikt Edwin Hubble de door hem gemeten afstand van een aantal sterrenstelsels om de relatie tussen vluchtsnelheid en afstand in een formule vast te leggen. Zijn metingen staan in de onderstaande tabel.

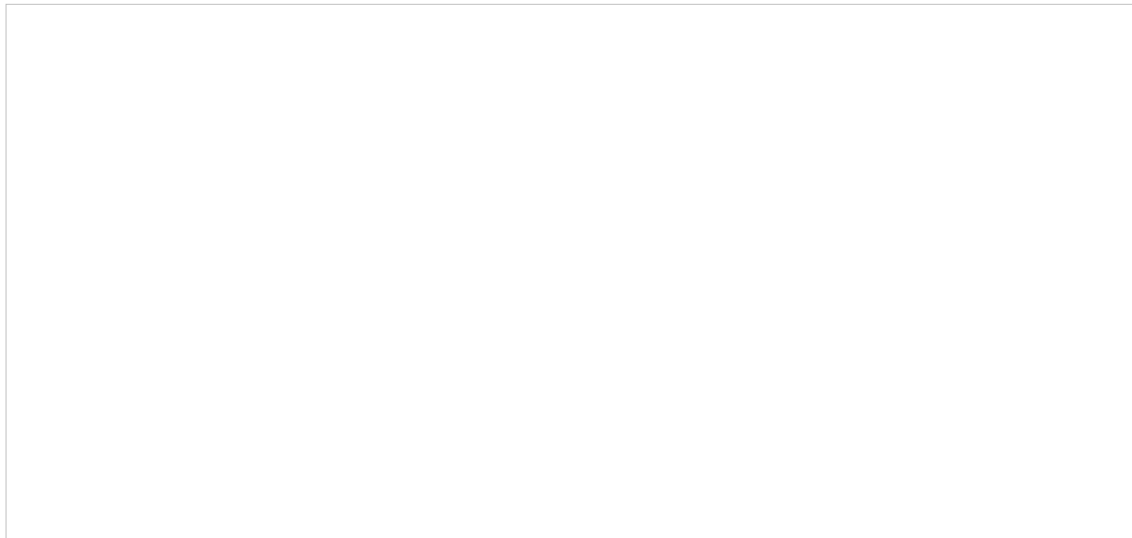
b. Zet in een diagram de vluchtsnelheid (verticaal) uit tegen de afstand (horizontaal) voor minstens vijf sterrenstelsels uit de tabel.

Het verband tussen vluchtsnelheid en afstand blijkt recht evenredig te zijn, en kan dus worden uitgedrukt in de volgende formule: $v = H \cdot d$

In deze formule is v de vluchtsnelheid (in m/s) van een sterrenstelsel en d de afstand (in m) tot ons Melkwegstelsel. De evenredigheidsconstante H noemen we de constante van Hubble.

c. Bepaal uit het getekende diagram de waarde van de Hubble-constante.

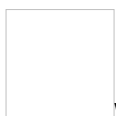
d. De huidige waarde van de Hubble-constante H is $2,31 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$. Verklaar het verschil met de waarde waarop Hubble zelf uitkwam (vraag c).



Webopgave 151 - Bewegend sterrenstelsel

Een sterrenstelsel beweegt met de helft van de lichtsnelheid van ons af.

Hoe ver weg staat dit sterrenstelsel?



Webopgave 152 - Ouderdom van het heelal

De schatting van de ouderdom van het heelal berust op de veronderstelling dat de vluchtsnelheid van een sterrenstelsel steeds constant is geweest.

1. Een sterrenstelsel bevindt zich op een afstand van $2,0 \cdot 10^{25}$ m van het Melkwegstelsel. Bereken de vluchtsnelheid van dit sterrenstelsel met de formule van Hubble.
2. Bereken de tijd, die dit sterrenstelsel nodig heeft gehad om deze afstand met constante snelheid af te leggen.
3. Hoe groot is dan naar schatting de ouderdom (in jaren) van het heelal?
4. Laat met een berekening of een redenering zien dat de ouderdom van het heelal gelijk is aan het omgekeerde van de Hubble-constante.



Webopgave 153 - Achtergrondstraling

De kosmische achtergrondstraling is te vergelijken met die van een stralend object met een temperatuur van 2,73 K.

1. Bij welke golflengte ligt de piek in het spectrum van de kosmische achtergrondstraling?
2. In welk gebied van het elektromagnetisch spectrum ligt deze piek?

Groepsopdrachten



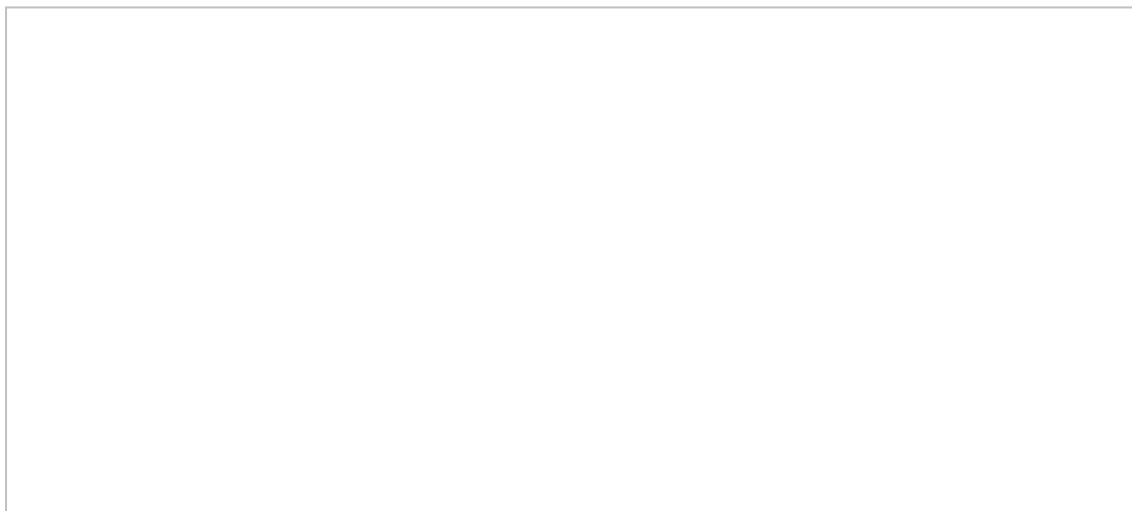
Webopgave 154 - Sterrenstelsels in soorten

Een sterrenstelsel kan de vorm hebben van een spiraal, zoals het Melkwegstelsel en het Andromedastelsel. Deze soort sterrenstelsels noemen we spiraalstelsels. Maar er zijn ook sterrenstelsels met andere vormen. Ga naar de website van [Astronomical Picture of the Day](#). Zoek minstens drie sterrenstelsels met duidelijk van elkaar verschillende vormen en beschrijf elk van die vormen.



Webopgave 155 - Een uitdijend heelal

Op de twee kaarten van de onderstaande figuur zie je het Melkwegstelsel (MW) en enkele relatief dichtbij gelegen sterrenstelsels. Links is de huidige situatie getekend, rechts de situatie over 6 miljard jaar.



Welke twee gegevens over de sterrenstelsels zijn gebruikt om de twee kaarten te maken?

Maak een kopie van de rechterkaart op een vel doorzichtig plastic (bijvoorbeeld een transparant voor

de overheadprojector). Bestand om het plaatje om uit te printen.



om te printen

kn.nu/ww.5fbc33e (docx, maken.wikiwijs.nl)

Leg de kopie over de linkerkaart en laat het Melkwegstelsel op beide kaarten samenvallen. Beschrijf hoe vanuit het Melkwegstelsel gezien het heelal uitdijt.

Kies een willekeurig ander sterrenstelsel en laat dat sterrenstelsel op de twee kaarten samenvallen. Beschrijf hoe vanuit dit sterrenstelsel gezien het heelal uitdijt.

Kun je nu ook zeggen in welk punt de Big Bang is begonnen? Leg uit waarom wel of niet.

Over dit lesmateriaal

Colofon

Dit materiaal is achtereenvolgens ontwikkeld en getest in een SURF-project (2008-2011: e-klassen als voertuig voor aansluiting VO-HO) en een IIO-project (2011-2015: e-klassen&PAL-student). In het SURF project zijn in samenwerking met vakdocenten van VO-scholen, universiteiten en hogescholen e-modules ontwikkeld voor Informatica, Wiskunde D en NLT. In het IIO-project (Innovatie Impuls Onderwijs) zijn in samenwerking modules ontwikkeld voor de vakken Biologie, Natuurkunde en Scheikunde (bovenbouw havo/vwo). Meer dan 40 scholen waren bij deze ontwikkeling betrokken. Organisatie en begeleiding van uitvoering en ontwikkeling is gecoördineerd vanuit **B&apartners/Its Academy,** een samenwerkingsverband tussen scholen en vervolgopleidingen. Zie ook www.itsacademy.nl De auteurs hebben bij de ontwikkeling van de module gebruik gemaakt van materiaal van derden en daarvoor toestemming verkregen. Bij het achterhalen en voldoen van de rechten op teksten, illustraties, en andere gegevens is de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht. Mochten er desondanks personen of instanties zijn die rechten menen te kunnen doen gelden op tekstgedeeltes, illustraties, enz. van een module, dan worden zij verzocht zich in verbinding te stellen met de programmamanager van de Its Academy (zie website). Gebruiksvoorwaarden: creative commons cc-by sa 3.0 Handleidingen, toetsen en achtergrondmateriaal zijn voor docenten verkrijgbaar via de b&asteunpunten.

| | |
|-------------------------|---|
| Auteur | Its Academy |
| Laatst gewijzigd | 08 may 2015 om 15:13 |
| Licentie | Dit lesmateriaal is gepubliceerd onder de Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie. Dit houdt in dat je onder de voorwaarde van naamsvermelding en publicatie onder dezelfde licentie vrij bent om: <ul style="list-style-type: none">• het werk te delen - te kopiëren, te verspreiden en door te geven via elk medium of bestandsformaat• het werk te bewerken - te remixen, te veranderen en afgeleide werken te maken• voor alle doeleinden, inclusief commerciële doeleinden. |

[Meer informatie over de CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie](#)

Aanvullende informatie over dit lesmateriaal

Van dit lesmateriaal is de volgende aanvullende informatie beschikbaar:

| | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Leerniveau | ; |
| Leerinhoud en doelen | ; |
| Eindgebruiker | leerling/student |
| Moeilijkheidsgraad | gemiddeld |
| Trefwoorden | e-klassen rearrangeerbaar |

Bronnen

| Bron | Type |
|--|-------|
| https://youtu.be/nsKGvTmu-Jw https://youtu.be/nsKGvTmu-Jw | Video |
| https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/b3fdb2b867c2aeee442a04481beca59a.swf https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/b3fdb2b867c2aeee442a04481beca59a.swf | Video |
| https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/a1bb253e3d1a3556432f7c313b102cba.swf https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/a1bb253e3d1a3556432f7c313b102cba.swf | Video |
| https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/89db83e308a52dbea8b319eafee1c1e6.swf https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/89db83e308a52dbea8b319eafee1c1e6.swf | Video |
| https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/abda194dfafa5fcd0234bfd92f97dc1.swf https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/abda194dfafa5fcd0234bfd92f97dc1.swf | Video |
| https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/dad1a88ff2d4b138a92572a1246e0866.swf https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/dad1a88ff2d4b138a92572a1246e0866.swf | Video |

Gebruikte Wikiwijs Arrangementen

Academy, Its. (z.d.). *test*. <https://maken.wikiwijs.nl/45635/test>