

Samenvatting natuurkunde hoofdstuk 10, 14 en 15

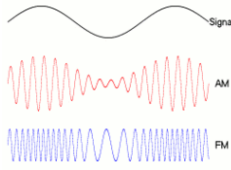
Hoofdstuk 10 straling

10.1 straling in soorten

Straling	<ul style="list-style-type: none"><li>• De warm aanvoelende straling van de zon heet infrarode straling</li><li>• <b>Ultraviolette straling</b> zorgt voor verkleuring van de huid</li><li>• Dit zijn allebei voorbeelden van <b>elektromagnetische straling</b></li><li>• Het <b>spectrum</b> van de zonnestraling bestaat naast zichtbaar licht uit nog veel soorten straling</li><li>• De soorten zijn ingedeeld op basis van de golflengte van de straling (deze straling beweegt met de lichtsnelheid)</li><li>• <b>Röntgenstraling</b> en gammastraling zitten nog voorbij ultraviolet in het spectrum</li><li>• <b>Radiogolven</b> hebben de grootste golflengte en <b>gammastraling</b> de kleinste</li></ul>
Röntgenstraling en kernstraling	<ul style="list-style-type: none"><li>• Röntgenstraling ontstaat als je stoffen in een röntgenbuis beschiet met een bundel van zeer snelle elektronen</li><li>• Deze straling kan dwars door ondoorzichtige stoffen heen</li><li>• Stoffen die spontaan straling uitzenden heten <b>radioactieve stoffen</b></li><li>• De straling van radioactieve stoffen bestaat uit tenminste twee verschillende soorten straling: alfastraling, bètastraling of gammastraling</li><li>• <b>Alfastraling</b> bestaat uit heliumkernen en heeft een positieve lading</li><li>• <b>Bètastraling</b> bestaat uit elektronen en heeft een negatieve lading</li><li>• <b>Gammastraling</b> is elektromagnetische straling</li></ul>
Achtergrondstraling	<ul style="list-style-type: none"><li>• De atmosfeer houdt een groot deel van de <b>kosmische straling</b> tegen</li><li>• Het totaal van alle straling op aarde heet de <b>achtergrondstraling</b></li><li>• De meeste straling komt van de aarde zelf</li><li>• De straling van het heelal en de aarde heet <b>natuurlijke achtergrondstraling</b></li><li>• <b>Kunstmatige straling</b> is vooral röntgen en gammastraling</li></ul>
10.2 ioniserende straling	
Ioniserende vermogen en energie	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uv-straling is gevaarlijk en kan het lichaam kapot maken<ul style="list-style-type: none"><li>○ Deze eigenschap heet het ioniserend vermogen van straling</li><li>○ De straling maakt elektronen los van atomen in je huid en gedraagt zich als een botsend deeltje<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Eén zo'n deeltje heet een <b>foton</b></li></ul></li><li>○ Bij de botsing verliest een atoom een elektron: je krijgt ionen<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Dit proces heet <b>ionisatie</b></li></ul></li></ul></li><li>• De golflengte zegt iets over hoeveel energie elk foton heeft<ul style="list-style-type: none"><li>○ Hoe groter de golflengte, des te kleiner de energie</li><li>○ UV-A heeft de laagste energie en is daarom het minst gevaarlijk en UV-C heeft de grootste ioniserende werking</li><li>○ De energie van fotonen wordt uitgedrukt in elektronvolt (eV) (<math>1,6 \cdot 10^{-19}</math>)</li></ul></li><li>• Straling die moleculen kan ioniseren heet ioniserende straling<ul style="list-style-type: none"><li>○ Van de kernstraling heeft <math>\alpha</math>-straling het grootste ioniserende vermogen en <math>\gamma</math>-straling de kleinste</li></ul></li></ul>
Doordringend vermogen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Het <b>doordringend vermogen</b> van straling hangt af van de dichtheid van de stof en de soort straling</li></ul>

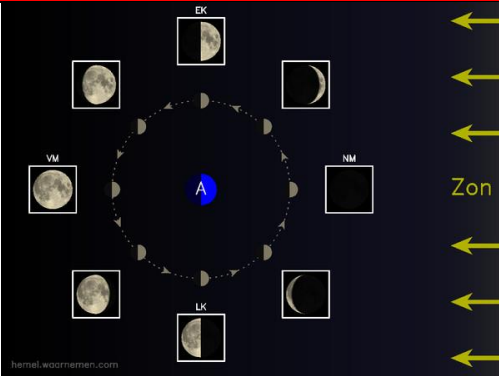
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\alpha</math>-straling heeft het kleinste doordringend vermogen</li> <li>• Bij iedere ionisatie verliest de straling een deel van zijn bewegingsenergie</li> <li>• <math>\gamma</math>-straling heeft een meter beton nodig om grotendeels geabsorbeerd te kunnen worden</li> <li>• De dracht is de afstand die <math>\alpha</math>- of <math>\beta</math>-straling aflegt in een stof</li> <li>• Een grote dracht betekent automatisch een klein ioniserend vermogen</li> <li>• <math>\gamma</math>-straling bestaat uit fotonen en hun energie kan 1x gebruikt worden</li> <li>• <math>\gamma</math>-straling heeft hierom dus geen dracht</li> <li>• <math>\beta</math>-straling bestaat uit elektronen en botst verschillende keren in een materiaal en verliest zijn energie daarom in stapjes</li> <li>• <math>\alpha</math>-deeltjes verliezen net als <math>\beta</math>-deeltjes hun energie in stapjes</li> </ul>
Halveringsdikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\alpha</math>- en <math>\beta</math>-straling verliezen hun energie door botsingen</li> <li>• Wanneer een stroom <math>\alpha</math>- of <math>\beta</math>-deeltjes met dezelfde snelheid in een stof doordringt, dan komen alle deeltjes ongeveer even ver</li> <li>• Fotonen verliezen hun energie in één keer; er is een kans dat een foton meteen wordt geabsorbeerd, maar er is ook een kans dat het foton nog een stukje in de stof wordt doorgelaten of er helemaal doorheen gaat</li> <li>• De dikte waarbij de helft van de straling wordt doorgelaten heet de <b>halveringsdikte</b></li> <li>• De hoeveelheid straling die wordt doorgelaten geef je aan met de <b>intensiteit I</b>:</li> <li>• <math>I = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n</math></li> </ul>
<b>10.3 Radioactief verval</b>	
Activiteit en halveringstijd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De activiteit A van een <b>radioactieve stof</b> is het aantal kernen dat per seconde verval</li> <li>• De straling komt uit de kern van een atoom, die daardoor verandert</li> <li>• Je drukt de activiteit uit in <b>becquerel</b> (Bq)</li> <li>• De <b>activiteit</b> van een radioactieve stof verval in de loop van de tijd</li> <li>• De formule voor activiteit is: <math>A = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ N = het aantal halveringstijden: <math>n = t/t_{1/2}</math></li> <li>○ De grafiek bij deze formule heet een <b>vervalkromme</b></li> </ul> </li> </ul>
Het verband tussen activiteit en het aantal kernen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wanneer een radioactieve stof verval, neemt de activiteit af</li> <li>• De formule om het aantal kernen N als functie van de tijd te berekenen, lijkt heel erg op de formule voor activiteit: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n</math></li> <li>○ <math>N_0</math> is het aantal kernen en n is het aantal halveringstijden</li> </ul> </li> <li>• <math>A_{gem} = -\frac{\Delta N}{\Delta t}</math></li> </ul>
De bouw van atoomkernen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ieder atoom</b> bestaat uit een <b>kern</b>, opgebouwd uit <b>protonen</b> en <b>neutronen</b> en rondom de kern bevinden zich <b>elektronen</b></li> <li>• Het aantal protonen in de kern bepaalt de atoomsoort</li> </ul> <p>Vb:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Een koolstofatoom noteer je als: <math>\frac{12}{6}C</math> (of algemeen: <math>\frac{A}{Z}X</math>)</li> <li>• Het onderste getal is het <b>atoomnummer</b> of het <b>landingsgetal</b> Z en het bovenste het <b>massagetal</b> A</li> </ul>


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nucleonen zijn protonen en neutronen</li> <li>• Het aantal nucleonen heet het massagetal</li> </ul>
Vervalvergelijkingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een atoom die <math>\alpha</math>-straling uitzendt noemt men een <math>\alpha</math>-straler</li> <li>• <math>\alpha</math>-straling bestaat uit heliumkernen</li> <li>• In een heliumkern zitten twee protonen en twee neutronen</li> <li>• Ra-224 wordt dus Ra-220 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\frac{224}{88}\text{Ra} \rightarrow \frac{220}{86}\text{Rn} + \frac{4}{2}\text{He}</math></li> </ul> </li> <li>• Het vervallen van de radioactieve kernen gaat net zo lang door totdat er een stabiele kern ontstaat (<b>radioactieve vervalreeks</b>)</li> <li>• Als een kern <math>\beta</math>-straling uitzend, dan schiet deze 1 elektron weg: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\frac{228}{88}\text{Ra} \rightarrow \frac{228}{89}\text{Ac} + \frac{0}{-1}\text{e}</math></li> </ul> </li> <li>• Zo'n reactie waarbij een kern verdwijnt en een nieuwe kern ontstaat, heet een kernreactie</li> </ul>
<b>10.4 straling en risico's</b>	
Straling detecteren en meten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een maat voor de hoeveelheid straling is de dosis</li> <li>• Geiger-Muller tellers kunnen radioactief materiaal opsporen</li> <li>• Ziekenhuismedewerkers dragen een badge die het radioactief materiaal meet</li> <li>• In de badge zit een fotografische film, waarop ionen ontstaan als er straling op valt</li> </ul>
Besmetting en bestraling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij een besmetting komt de radioactieve stof, de bron, in contact met het lichaam, de ontvanger</li> <li>• De meeste besmette mensen bezweken uiteindelijk aan de grote hoeveelheid ontvangen straling bij Tsjernobyl</li> <li>• Straling veroorzaakt ionisaties in levende cellen</li> <li>• Processen in de cel worden verstoord en er kunnen mutaties in het DNA optreden</li> <li>• Cellen gaan dood of gaan ongeremd delen wat kan leiden tot de vorming van tumoren</li> </ul>
Stralingsdosis en dosisequivalent	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De hoeveelheid straling geef je aan met de <b>stralingsdosis D</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dat is de hoeveelheid stralingsenergie <math>E_{\text{str}}</math> die per kilogram levend weefsel wordt geabsorbeerd</li> <li>○ De eenheid is joule per kilogram (J/kg) of <b>gray (Gy)</b></li> <li>○ Je berekent de dosis met: <math>D = \frac{E_{\text{str}}}{m}</math></li> <li>○ Als je rekening houdt met de stralingsweegfactor spreek je van de equivalente dosis of dosisequivalent H <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Je vindt de dosisequivalent door de stralingsdosis te vermenigvuldigen met de stralingsweegfactor van de straling: <math>H = w_r \cdot D</math></li> <li>▪ De eenheid is sievert (Sv)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <math>\alpha</math>-straling dringt niet door de huid, maar als je een <math>\alpha</math>-straler binnenkrijgt richt deze wel veel schade aan</li> <li>• Een mens ontvangt ongeveer 2 mSv per jaar aan achtergrondstraling</li> </ul>
<b>Hoofdstuk 14 communicatie en medische beeldvorming</b>	
<b>14.1 zender en ontvanger</b>	
De ontvanger	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle elektromagnetische golven bewegen met de lichtsnelheid <math>c</math></li> <li>• In vacuüm is de lichtsnelheid <math>3,0 \times 10^8</math> m/s</li> </ul> <p>In formule: <math>c = f\lambda</math> (<math>f</math> = frequentie) (<math>\lambda</math> = golflengte)</p>

	<p>Frequenties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FM-band (radio) = 87,5 – 108 MHz</li> <li>• AM-band (radio) = 150 kHz – 26 MHz</li> <li>• UHF-band (TV) = 474 – 876 MHz</li> <li>• Mobiele telefonie en mobiel internet = 800+ MHz</li> <li>• <u>De antenne zet de radiogolven die passen bij de golflengte om in elektrische signalen</u></li> </ul>
<p>Moduleren en zenden</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Met een transistor kun je elektrische signalen beïnvloeden waardoor het mogelijk is om spraak en muziek uit te zenden met elektromagnetische golven</li> <li>• Een zender zendt uit op een bepaalde frequentie, de draaggolf</li> <li>• Het geluidssignaal brengt verandering aan in de draaggolf en dat heet modulatie</li> <li>• AM staat voor amplitudemodulatie (is eenvoudig te moduleren) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hierbij varieert de amplitude van de draaggolf met de informatie van het geluidssignaal</li> </ul> </li> <li>• FM staat voor frequentiemodulatie <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De frequentie van de draaggolf varieert op het ritme van de geluidstrilling</li> <li>○ Bij een hoge frequentie wordt de golf wat in elkaar gedrukt</li> <li>○ Bij een lage frequentie wordt de golf wat uitgerekt</li> </ul> </li> <li>• Bliksem klinkt bij AM als hard geknetter omdat er een uitschieter in de amplitude ontstaat (storing in het geluid)</li> </ul>
<p>Bandbreedte</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandbreedte is de ruimte in het spectrum die een gemoduleerde draaggolf inneemt</li> <li>• De bandbreedte van een FM-sigitaal is 200 kHz</li> <li>• Er passen slechts een aantal zenders naast elkaar op een ontvangstband (ieder plekje is een kanaal)</li> <li>• Als twee FM-zenders draaggolven hebben die met hun frequenties dichter bij elkaar liggen dan de bandbreedte, dan zitten ze in elkaars kanaal en storen ze elkaar (kanaalscheiding nodig)</li> </ul>
<p>14.2 mobiele telefonie</p>	
<p>Mobiele telefonienetwerk</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je mobieltje communiceert met het dichtstbijzijnde basisstation</li> <li>• Het basisstation bestaat uit een antennemast en een kast vol elektronica</li> <li>• Mobieltjes zenden en ontvangen via de basisstations</li> <li>• De basisstations zijn onderling verbonden via een vast netwerk</li> <li>• Antennemasten hebben een bereik van maximaal 20 km dus dat betekent dat je veel masten nodig hebt om iedereen bereikbaar te kunnen laten zijn <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Op drukke plekken ongeveer 500 meter vanwege overbelasting van de antennes</li> </ul> </li> <li>• De antennes zijn gericht in 3 richtingen (tussen elkaar 120 graden) om zo veel mogelijk met andere antennes in contact te staan</li> </ul>
<p>Digitaliseren</p>	<p>LP:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Groef met golvende zijanten die de naald laat trillen</li> <li>• De trilling heeft een amplitude en een frequentie</li> <li>• De informatie is analoog</li> </ul> <p>Cd:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alleen maar nullen en enen in de vorm van puntjes op het oppervlak</li> <li>• De informatie heeft geen amplitude</li> <li>• We spreken van een digitaal signaal wat veel minder gevoelig is voor storingen en slijtage dan analoog</li> <li>• Geluids- en filmopnames moeten meestal omgezet worden van een elektrisch signaal naar een digitaal signaal <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eerst wordt de grootte van het analoge signaal periodiek gemeten (dit wordt bemonsteren genoemd)</li> </ul> </li> <li>• 2 dingen hebben invloed op de grootte van de digitale code: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het aantal samples dat je neemt per seconde</li> <li>- De nauwkeurigheid waarmee je de hoogte van de 'stokjes' in getallen omzet</li> </ul> </li> </ul>
<b>14.3 medische beeldvorming met geluid</b>	
Ultrasoon geluid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geluid met hogere frequenties heet ultrasoon geluid</li> <li>• Echolocatie is het verkennen van de omgeving met behulp van reflecties van ultrasoon geluid</li> </ul>
Echografie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Met echografie kan men kijken of alles goed is met de foetus</li> <li>• De buik wordt ingesmeerd met een gel en dan wordt een transducer, een gecombineerde ultrageluidzender en -ontvanger, op de buik geplaatst</li> <li>• De gel wordt aangebracht omdat het ultrageluid anders zou reflecteren op de luchtspleet tussen de transducer en de huid</li> <li>• De ultrasone geluidsgolven worden door de transducer uitgezonden en weerkaatsen in het lichaam op grensoppervlakken van hard en zachter weefsel</li> <li>• Door de tijd tussen het weerkaatsen en ontvangen te meten kan een beeld worden gevormd</li> <li>• Echografie is niet schadelijk omdat je enkel geluidsgolven gebruikt</li> <li>• Nadeel: kan niet door botten heen en is niet erg scherp</li> </ul>
Medische beeldvorming met straling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vooral elektromagnetische straling (röntgenstraling en gammastraling) worden gebruikt in de gezondheidszorg</li> <li>• Elektromagnetische straling bestaat uit fotonen die met lichtsnelheid bewegen</li> <li>• De energie van een foton is recht evenredig met de frequentie van de straling: <math>E = hf</math></li> <li>• <math>h</math> is de constante van Planck (<math>6,63 \cdot 10^{-34}</math> Js)</li> <li>• Hoe groter de frequentie, hoe meer energie, hoe groter het doordringend vermogen in lichaamsweefsel</li> <li>• Bij een röntgenopname zit het weefsel tussen de stralingsbron en de detector</li> <li>• Hoe dichter bij het weefsel, des te kleiner is de hoeveelheid straling die de detector bereikt</li> <li>• Het verschil in intensiteit zorgt voor het contrast op de foto</li> <li>• Bij een CT-scan wordt een driedimensionaal beeld gemaakt</li> <li>• Hierbij draait er een röntgenbuis en een detector om de patiënt heen die voortdurend foto's maakt</li> </ul>
MRI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij een CT-scan zit de röntgenbron aan de ene kant van het lichaam en een detector aan de andere kant, en je meet welk deel van de straling er doorgelaten wordt</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij MRI wekken een aantal grote spoelen een sterk magneetveld op die ongevaarlijke radiogolven uit het lichaam halen</li> <li>• MRI maakt gebruik van waterstofkernen omdat waterstofkernen om hun as draaien (kernspin), alleen MRI zorgt ervoor dat zij de andere kant op gaan draaien <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Door de energie van de radiogolven klappen de spins om</li> <li>○ Na korte tijd klappen de spins weer terug waarbij ze radiogolven uitzenden die worden gemeten <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dit wordt kernspinresonantie genoemd</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p>Voordelen MRI: geen ioniserende straling / scherper beeld van de weefsels Nadelen MRI: niet goedkoop / niet geschikt voor mensen met een pacemaker of implantaat</p>
Nucleaire diagnostiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een tracer is een stof die radioactieve isotopen met gammastraling uitzend in het lichaam zodat een gammacamera die straling kan meten in het lichaam</li> <li>• De gebruikte isotopen moeten een korte halveringstijd hebben, zodat de patiënt niet te veel straling krijgt</li> </ul>
<b>Hoofdstuk 15 zonnestelsel en heelal</b>	
<b>15.1 waarnemingen in de sterrenkunde</b>	
Informatie uit licht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• de volgorde in het elektromagnetische spectrum vertelt iets over de golflengte van de straling: radiogolven grootste golflengte en gammastraling de kleinste</li> <li>• Voorwerpen zenden straling uit: hoe warmer het voorwerp, hoe meer straling (verwarmde ijzerstaaf: grijs → rood → wit)</li> <li>• Je kunt de temperatuur van het oppervlak van een ster bepalen door de golflengte te vinden waarbij deze de meeste straling uitzendt</li> <li>• <math>\lambda_{max} \cdot T = k_w</math> (golflengte · temperatuur in K = constante van Wien)</li> <li>• Constante van Wien <math>k_w = 2,90 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}</math></li> </ul> <div data-bbox="877 891 1398 1232" style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">THE ELECTRO MAGNETIC SPECTRUM</p> <p style="text-align: center;">Wavelength (metres)</p> <p style="text-align: center;">Radio    Microwave    Infrared    Visible    Ultraviolet    X-Ray    Gamma Ray</p> <p style="text-align: center;">10<sup>3</sup>    10<sup>-2</sup>    10<sup>-3</sup>    10<sup>-6</sup>    10<sup>-8</sup>    10<sup>-10</sup>    10<sup>-12</sup></p> <p style="text-align: center;">Frequency (Hz)</p> <p style="text-align: center;">10<sup>4</sup>    10<sup>8</sup>    10<sup>12</sup>    10<sup>15</sup>    10<sup>16</sup>    10<sup>18</sup>    10<sup>20</sup></p> </div>
Absorptie- en emissiespectrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een continu spectrum bestaat uit een ononderbroken reeks kleuren</li> <li>• Het uitzenden van straling heet emissie</li> <li>• Het spectrum dat ontstaat als heet gas zelf fotonen uitzendt, is een emissiespectrum</li> <li>• Je kunt de energie van een foton berekenen met de formule: <math display="block">E = \frac{h \times c}{\lambda}</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laat je wit licht door dit gas schijnen, dan worden fotonen met bepaalde energieën geabsorbeerd</li> <li>• Het absorptiespectrum van een ster geeft informatie over welke atoomsoorten er in een ster zitten</li> </ul> </li> </ul>
Telescopen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Met een optische telescoop bekijk je objecten in het zichtbare deel van het elektromagnetische spectrum</li> <li>• De dampkring laat slechts een klein deel van de straling uit de ruimte door</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ruimtetelescopen nemen vooral straling waar die door de dampkring wordt tegengehouden</li> <li>● Radiogolven hebben geen last van de dampkring en gaan zelfs door een wolkendeek heen</li> <li>● Met radiotelescopen kunnen dus beelden maken uit de ruimte van die radiogolven</li> </ul>
<b>15.2 de beweging van hemellichamen</b>	
De baan van de maan	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Op het plaatje zie je de schijngestalten van de maan</li> <li>● De exacte omlooptijd van de maan om de aarde is 27 dagen</li> <li>● De baansnelheid is te berekenen met de formule: <math>v = \frac{2\pi r}{T}</math></li> <li>● Een satelliet met een geostationaire baan heeft een omlooptijd die gelijk is aan de rotatieperiode van de aarde</li> </ul>
	 <p>The diagram shows Earth (A) at the center with a dashed circular orbit. Eight positions of the Moon are marked with their corresponding phases: EK (Eenkwartmaan), WM (Wolvenmaan), LK (Lekwartaan), NM (Nieuwmaan), and two crescent moons. Yellow arrows on the right represent the Sun's rays. The source 'hemel.woornamen.com' is noted at the bottom left of the diagram.</p>
Middelpuntzoekende kracht en gravitatiekracht	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Voor een cirkelbaan is een middelpuntzoekende kracht nodig</li> <li>● Deze bereken je met de formule <math>F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}</math></li> <li>● Newton stelde vast dat er een gravitatiekracht moet bestaan die ervoor zorgt dat de maan om de aarde blijft draaien, en de aarde om de zon (hoe groter de afstand hoe kleiner de gravitatiekracht)</li> <li>● Formule: <math>F_g = G \frac{mM}{r^2}</math></li> <li>● Hierin is <math>F_g</math> de gravitatiekracht en G de gravitatieconstante</li> </ul>
<b>15.3 het zonnestelsel</b>	
Vershillende wereldbeelden	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Het idee dat de aarde in het centrum van het universum staat wordt het geocentrisch wereldbeeld genoemd</li> <li>● Vanwege steeds nauwkeurigere waarnemingen ging men over naar het heliocentrische wereldbeeld waarbij de zon het centrum werd en de planeten in cirkelbanen er omheen gingen bewegen</li> </ul>
Vorming van het zonnestelsel	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Als je het zonnestelsel van bovenaf zou bekijken zou je zien dat: <ul style="list-style-type: none"> <li>- De banen van de acht planeten in vrijwel hetzelfde vlak liggen</li> <li>- De banen vrijwel cirkelvormig zijn</li> <li>- De planeten allemaal in dezelfde richting rond de zon draaien</li> <li>- De rotatieas van elke planeet min of meer loodrecht op het vlak van zijn loopbaan staat</li> </ul> </li> <li>● Zon en planeten tegen de wijzers van de klok om hun as draaien</li> <li>● Ons zonnestelsel is ontstaan door het samentrekken van een langzaam draaiende gaswolk die steeds sneller ging draaien en kleiner werd <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Deze schijf werd afgeplat en de zon en de planeten ontstonden</li> </ul> </li> </ul>
De acht planeten	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Een planeet is een object dat: <ul style="list-style-type: none"> <li>- In een baan rond een ster draait</li> <li>- Zo zwaar is dat zijn eigen zwaartekracht hem bolvormig heeft gemaakt</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alles wat zich in de omgeving van zijn loopbaan bevond, heeft opgeveegd</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afstanden in het zonnestelsel worden niet uitgedrukt in lichtseconden maar in astronomische eenheden (1 AE = afstand aarde zon (150 miljoen km))</li> </ul>
Botsingen in het zonnestelsel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kometen zijn hemellichamen die bestaan uit ijsig materiaal vermengd met fijn steengruis die langs elliptische banen bewegen</li> <li>• De gravitatiekracht van een komeet werkt altijd richting de zon</li> <li>• Als een komeet de zon nadert, begint zijn ijs te verdampen en laten de steengruis deeltjes los</li> <li>• De vele botsingen die in het jonge zonnestelsel plaatsvonden, hebben wellicht gezorgd voor de afwijkende draairichtingen van sommige planeten en de vorming van het aarde-maanstelsel</li> <li>• Een inslaand rotsblok wordt een meteoriet genoemd</li> <li>• Een rotsblok dat volledig verbrandt in de dampkring heet een meteor</li> </ul>
<b>15.4 zon en sterren</b>	
Onze zon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De zon en andere sterren bestaan voor 70% uit waterstof (H), voor 28% uit helium (He) en voor 2% uit andere stoffen</li> <li>• De energie van de zon wordt opgewekt door middel van kernfusie <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bij een temperatuur van <math>16 \cdot 10^6</math> K fuseren (versmelten) atoomkernen van waterstof tot kernen van helium waarbij veel energie vrijkomt</li> <li>○ De totale massa na de reactie is kleiner dan de totale massa voor de reactie en de verloren massa wordt omgezet in energie: <math>E = \Delta mc^2</math> (hierin is <math>c</math> de lichtsnelheid)</li> </ul> </li> </ul>
Ons sterrenstelsel: de Melkweg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De zon en ongeveer 200 miljard andere sterren vormen samen een sterrenstelsel dat de Melkweg wordt genoemd</li> <li>• In het heelal bevinden zich miljarden sterrenstelsels</li> </ul>
<b>15.5 het heelal</b>	
Roodverschuiving	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als een lichtbron van je af beweegt, wordt de golflengte van het uitgezonden licht groter</li> <li>• Komt de bron naar je toe, dan wordt de golflengte kleiner <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dit wordt het dopplereffect genoemd</li> </ul> </li> <li>• Het heelal dilt uit</li> <li>• Alle verre sterrenstelsels bewegen van ons vandaan met een snelheid die recht evenredig is met hun afstand <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dit wordt de wet van Hubble genoemd</li> </ul> </li> </ul>
De leeftijd van ons heelal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leeftijd van het heelal wordt geschat op 13,8 miljard jaar en is begonnen met de oerknal</li> </ul>