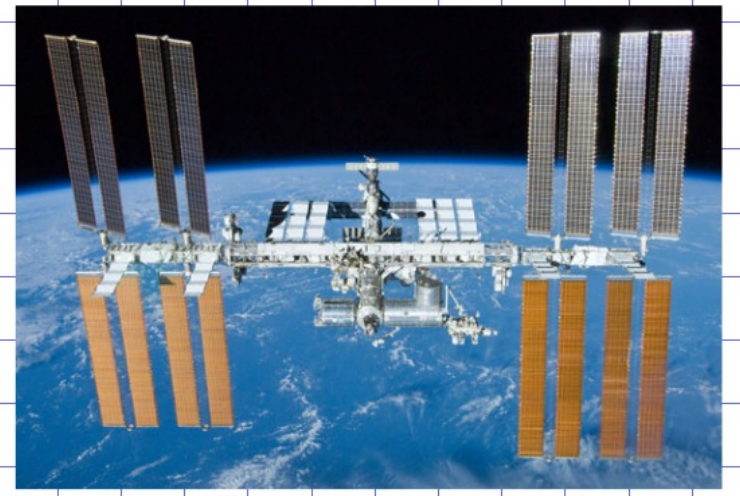
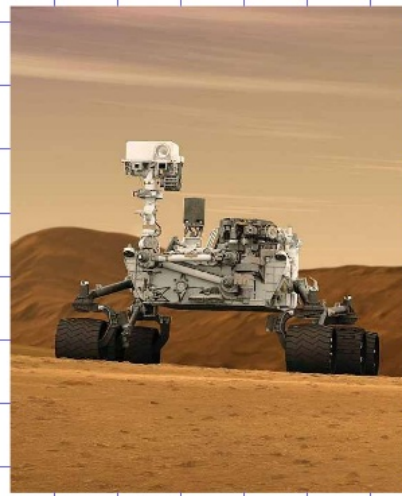
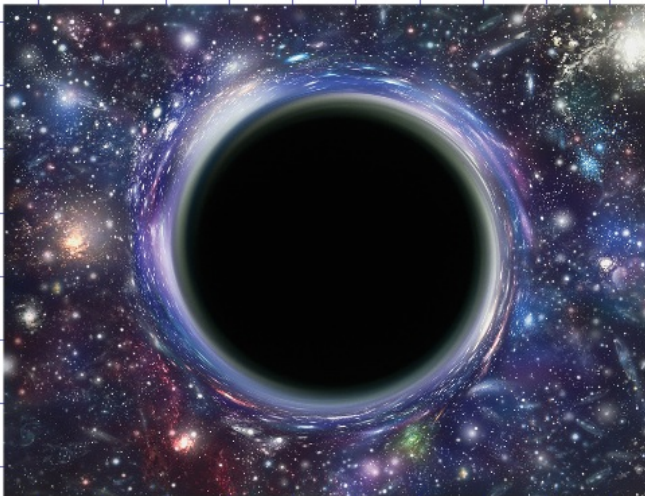




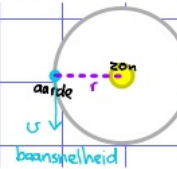
Hoofdstuk 8 Sterrenkunde



Je zult succesvol zijn op het proefwerk als...

§8.1 A. Je weet de betekenis van deze **begrippen**: zonnestelsel, aardse planeten, gasreuzen, atsoïdengordel, dwergplaneten komeet, meteoriet, meteor, ellips, brandpunten F_1 en F_2 , lange as, korte as, astronomische eenheid.

B. Je kunt **rekenen aan cirkelbanen** van planeten en satellieten met de formules en de begrippen *baanstraal*, *omlooptijd* en *baansnelheid*.

$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$$


planeet	baanstraal (AE)	omlooptijd (dagen)
Mercurius	0,39	88
Venus	0,72	225
Aarde	1	365
Mars	1,52	687
Jupiter	5,19	$4,33 \cdot 10^3$
Saturnus	9,51	$1,08 \cdot 10^4$
Uranus	19,13	$3,07 \cdot 10^4$
Neptunus	29,98	$6,02 \cdot 10^4$

AE = De afstand tot de zon op de omlooptijd van de planeten.

1 AE = $1,50 \times 10^8$ km

§8.2 C. Je weet de betekenis van deze **begrippen**: baanvlak/ecliptica, schrikkeljaar, aard-as, seizoenen, Poolster/Zuiderkruis, maanfasen: eerste kwartier, volle maan, laatste kwartier, nieuwe maan, zonsverduistering, maansverduistering, getijden: eb, vloed, springtij, doortij, satelliet, ISS, Ruimtetelescopen: Hubble en Webb, Langrange punten.

D. Je kunt **schijngestalten tekenen** van de maan gezien vanaf de aarde en andersom. **skill**

E. Je kunt **beredeneren welk seizoen het is** op een bepaald moment op een bepaalde plek op aarde. **skill**

§8.3 F. Je weet de betekenis van deze **begrippen**: sterrenstelsel, melkweg, lichtjaar, lichtsnelheid, sterrenbeeld, oerknal.

G. Je kunt **rekenen met de lichtsnelheid c** en afstanden in het heelal.

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ lichtjaar} = 9,46 \times 10^{12} \text{ km}$$

§8.4 H. Je weet de betekenis van deze **begrippen**: exoplaneet, transitmethode, bewoonbare zone, eisen voor een leefbare planeet: rotsachtig, heeft atmosfeer, heeft vloeibaar water, juiste temperatuur.

Welke grootheden en eenheden komen voor in dit hoofdstuk?

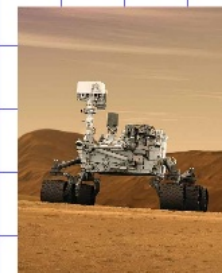
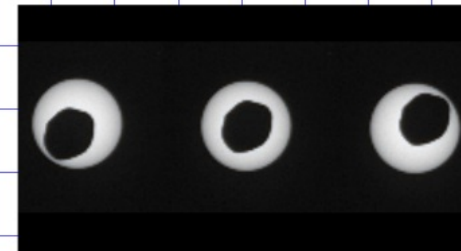
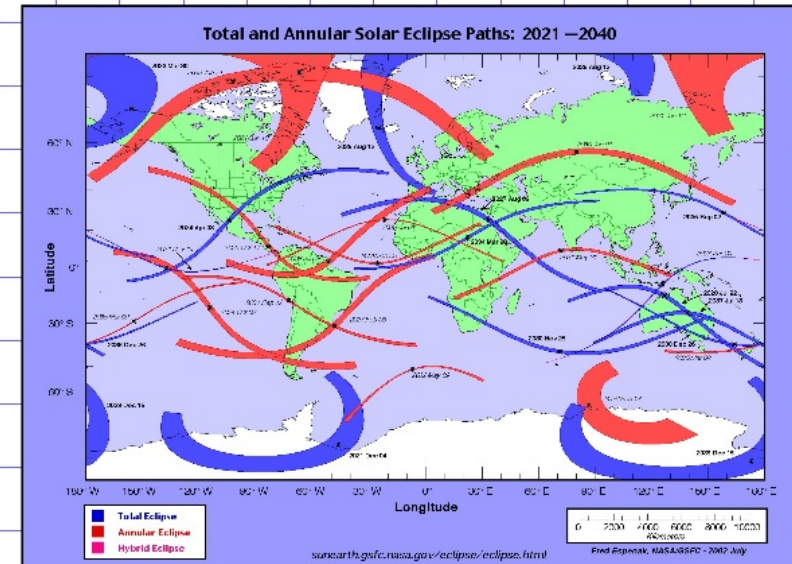
Grootheid	symbol in formule	Eenheid	symbol in eindantwoord
afstand	s	meter	m
tijdsduur	t	seconde	s
snelheid	v	meter per seconde	m/s
Kracht	F	Newton	N
Energie	E	Joule	J
		kilowattuur	kWh
		calorie	cal
arbeid	W	Joule	J
kinetische energie	K	Joule	J
warmte	Q	Joule	J

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

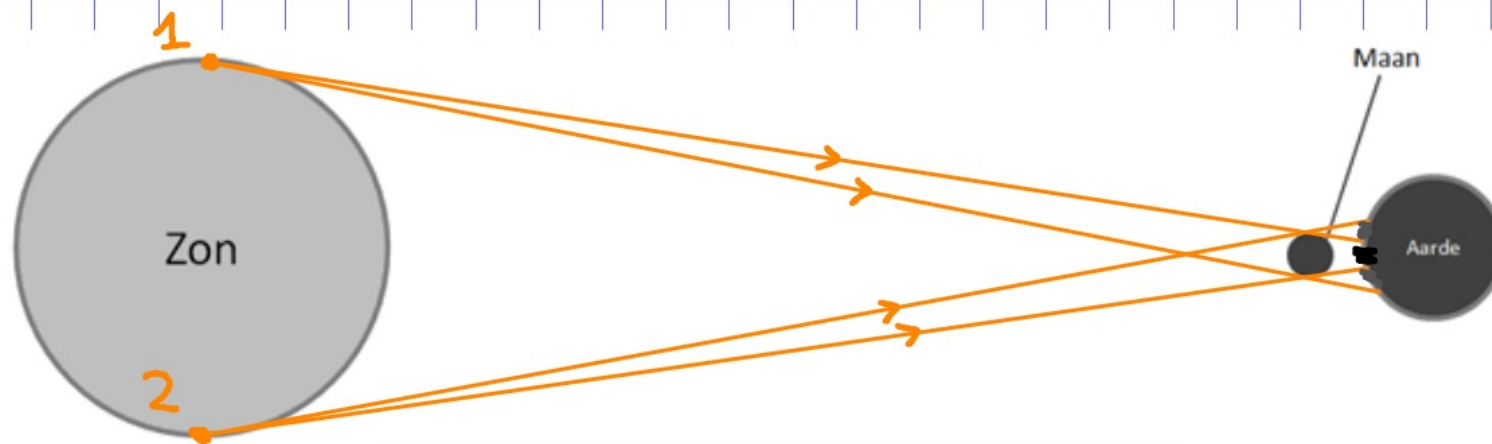
- CONTEXT -

De volgende pagina's geven interessante achtergrondinformatie bij de stof van dit hoofdstuk zoals voorbeelden uit de natuur van de verschijnselen of technische toepassingen van de natuurkundige inzichten bij deze verschijnselen. Zulke achtergrond informatie heet ook wel context. Het is niet noodzakelijk om deze pagina's te bestuderen voor het proefwerk maar het is wel interessante kennis!

"Hoe ontstaan zonsverduisteringen?"

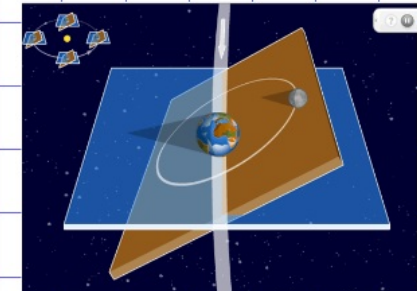
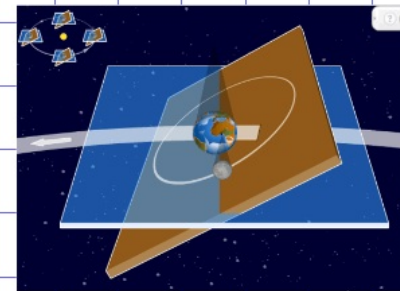
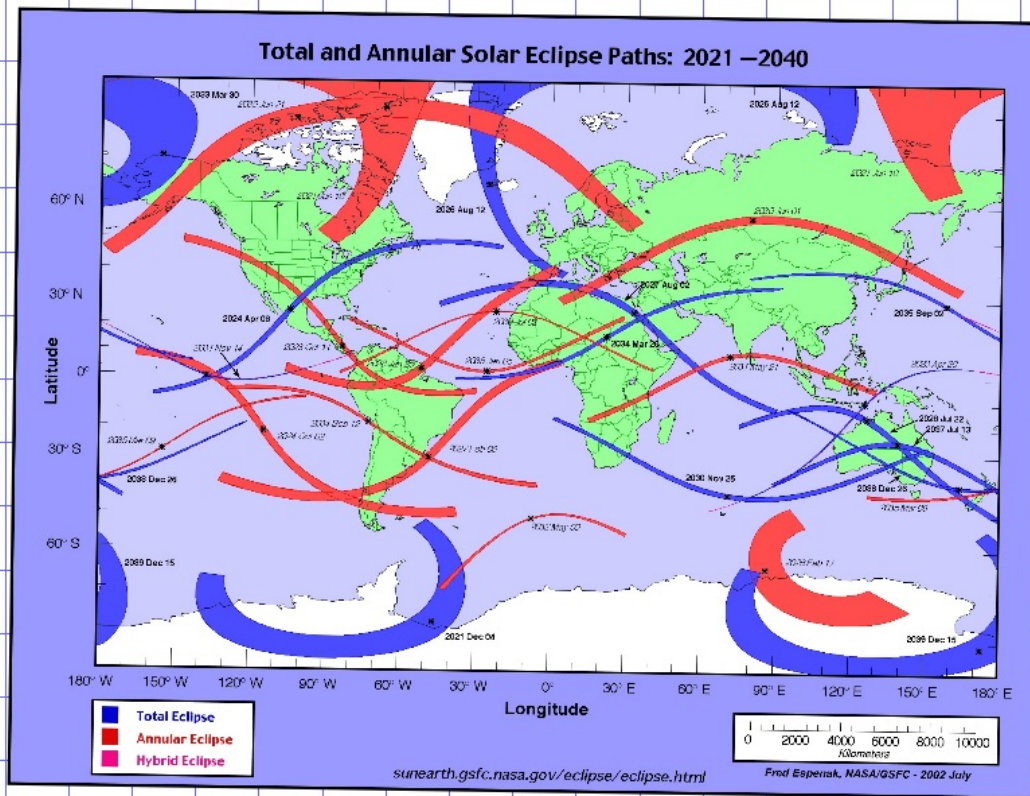


"Hoe ontstaan zonsverduisteringen?"

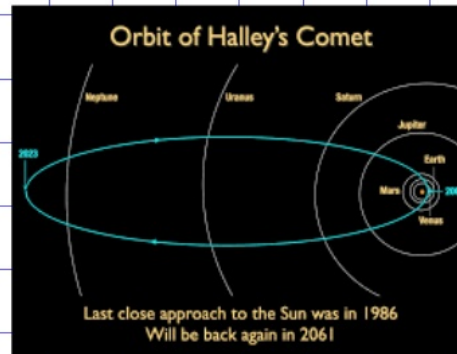
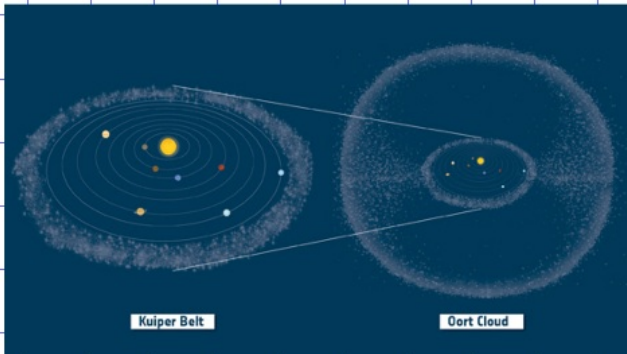
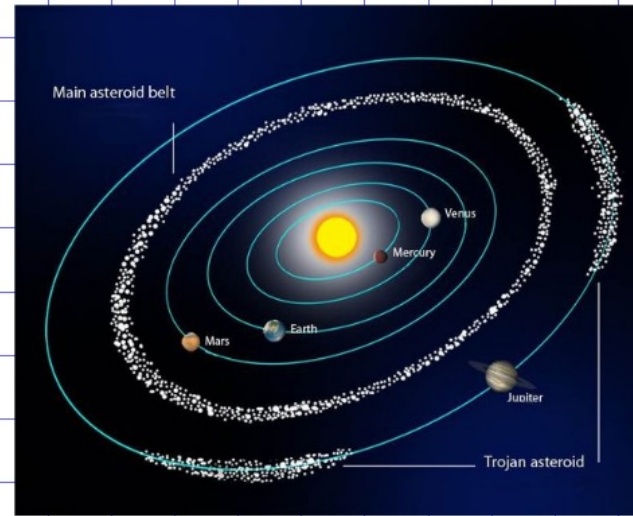
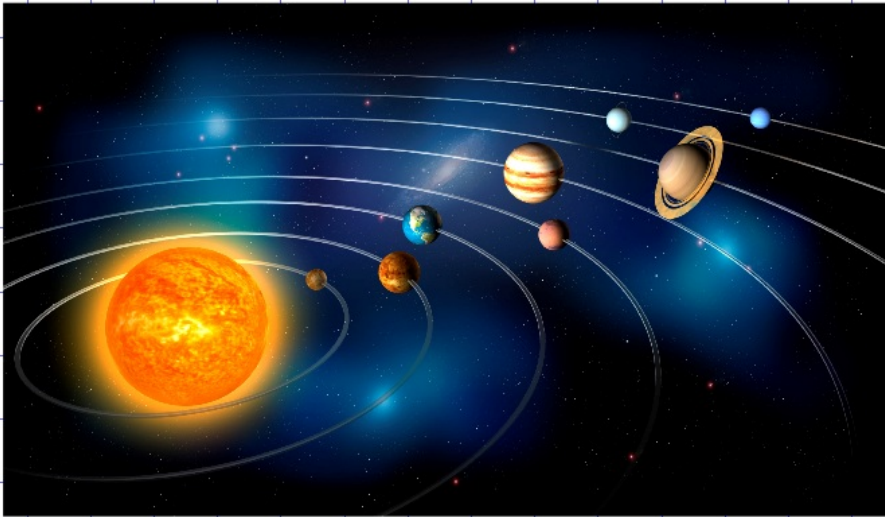


LET OP: een "grote lichtbron" of een langwerpige lichtbron behandel je als twee losse bronnen aan de uiteinden!

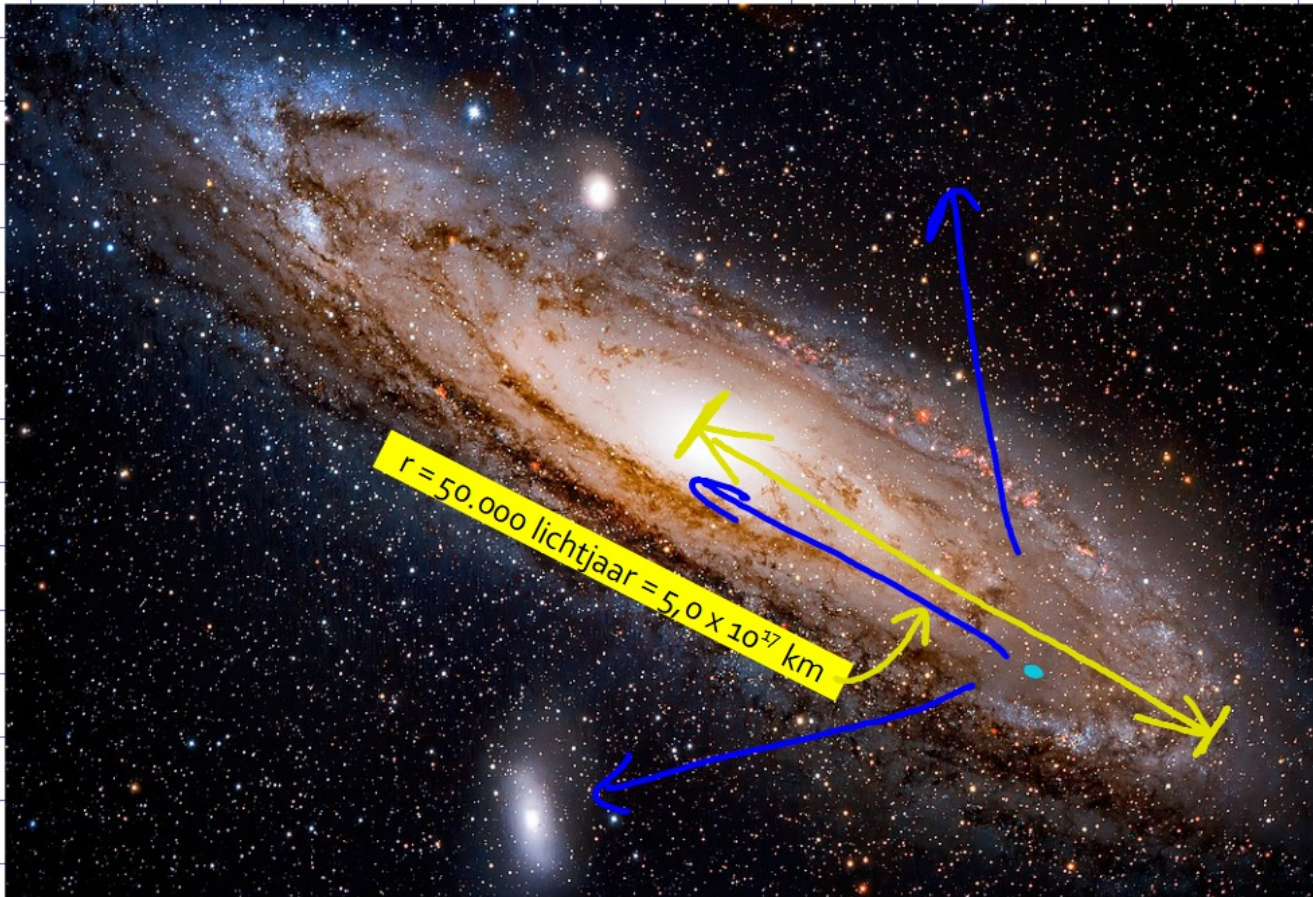
"Waarom is er niet elke maand een zonsverduistering?"



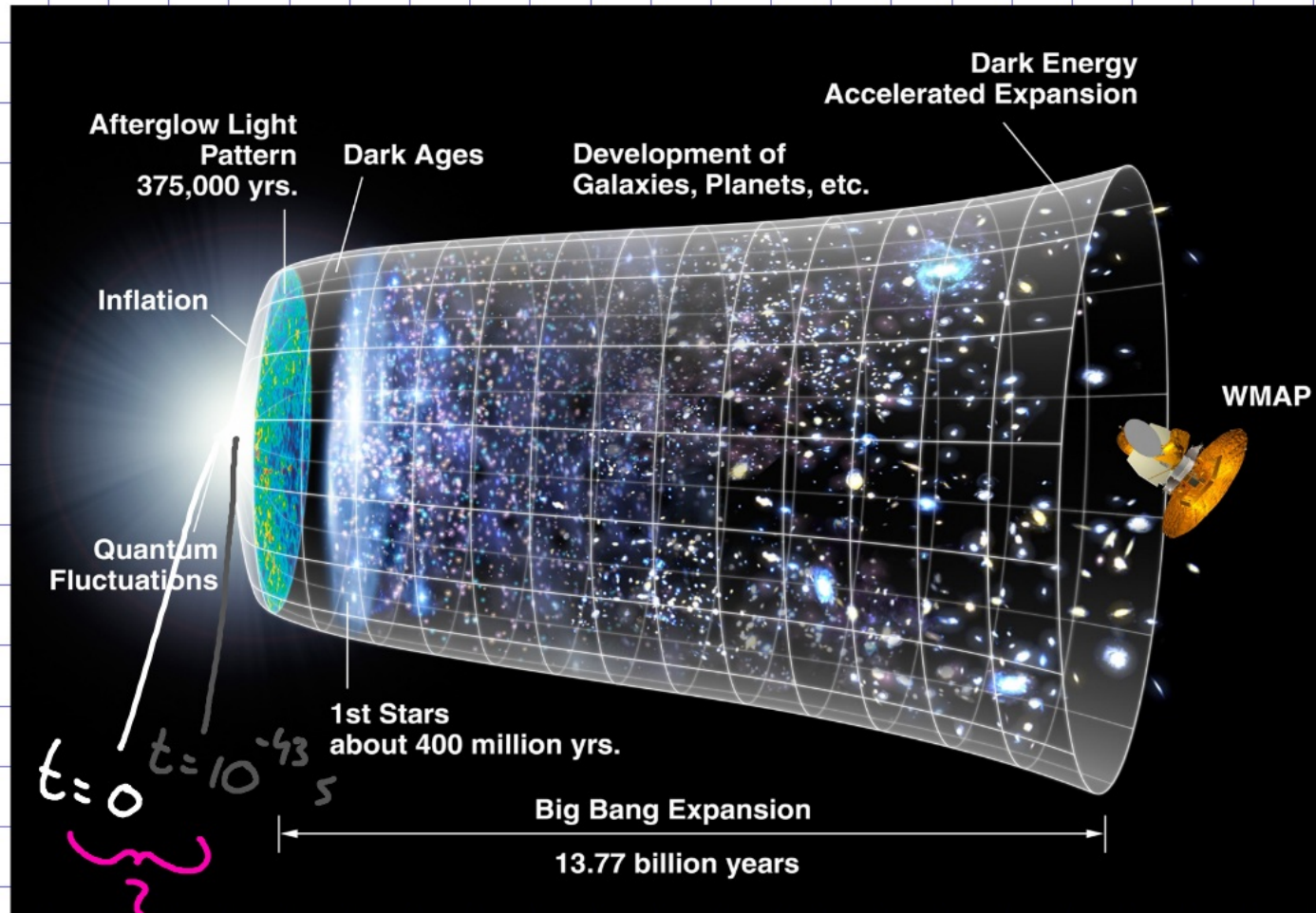
"Hoe zit ons zonnestelsel in elkaar?"



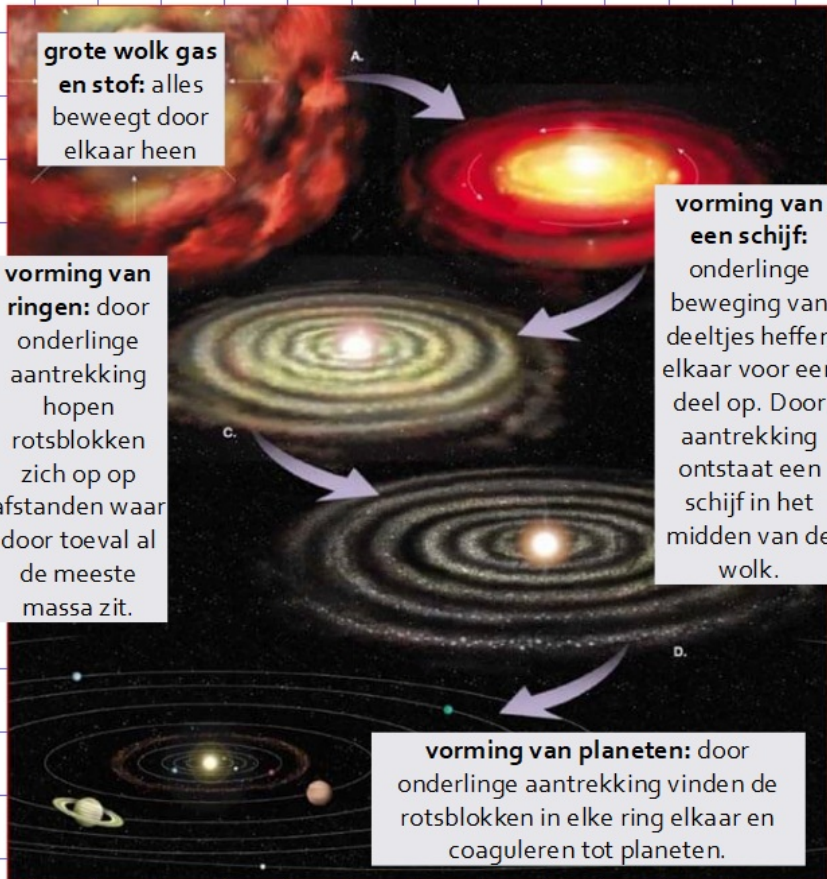
"Hoe groot is het heelal?"



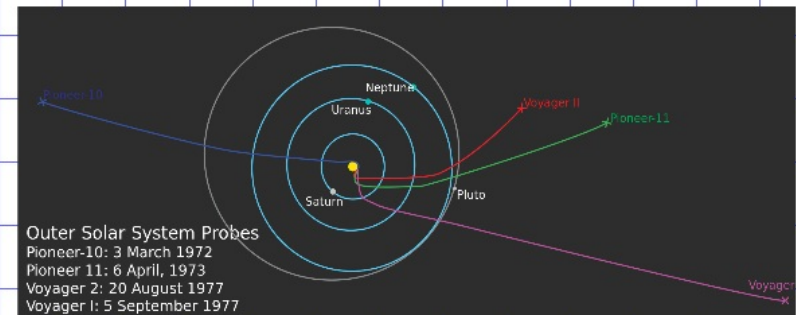
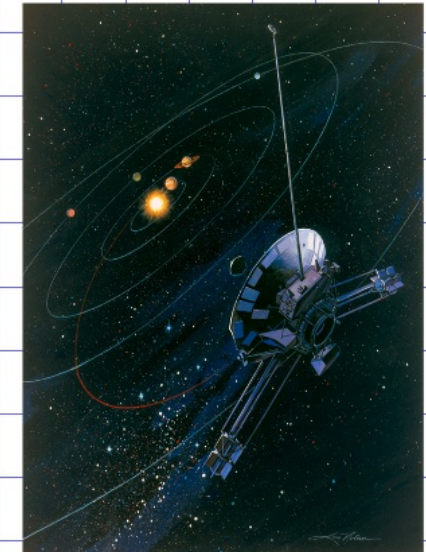
"Hoe oud
is het
heelal?"



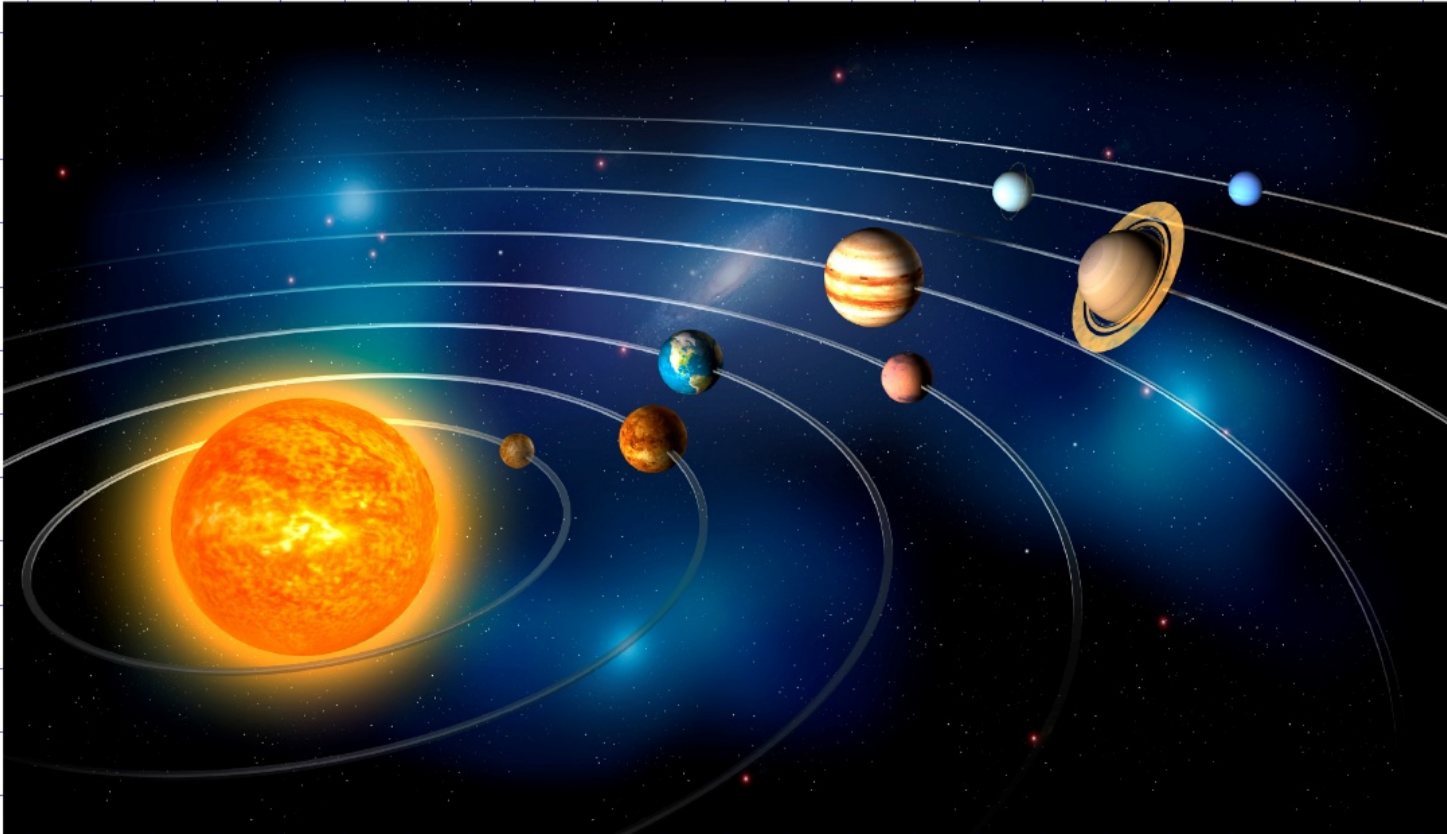
"Hoe is het zonnestelsel ontstaan en hoe vormen zich sterren en planeten?"



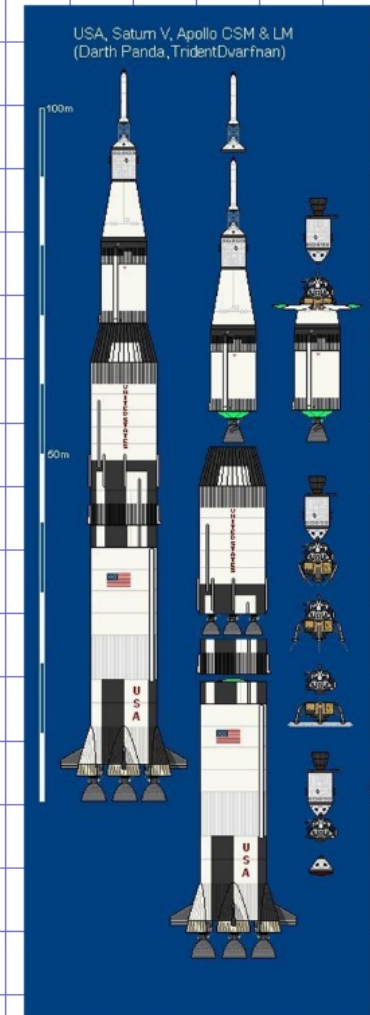
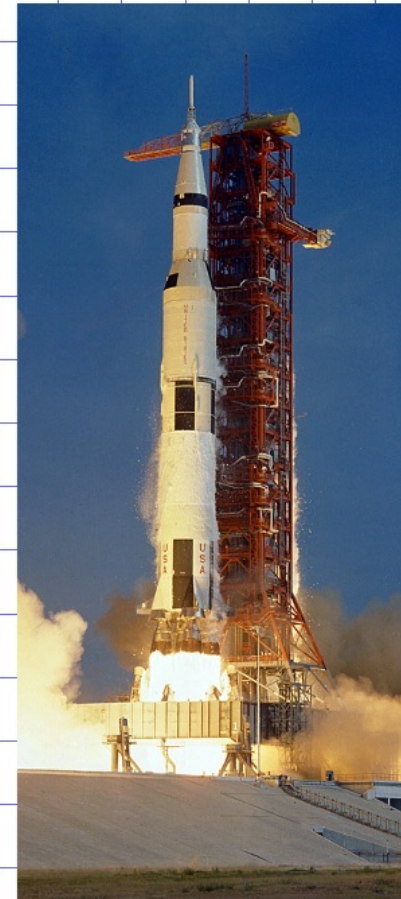
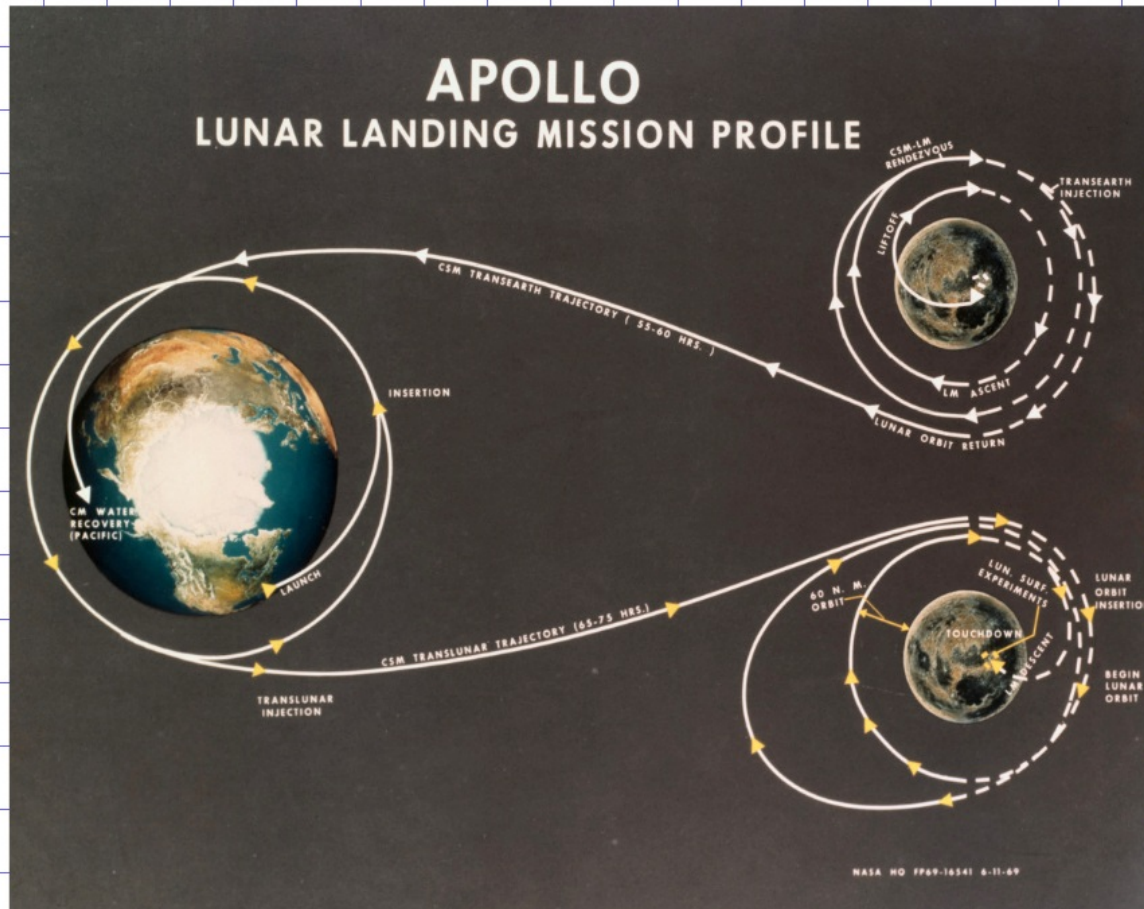
"Is er buitenaards leven?"



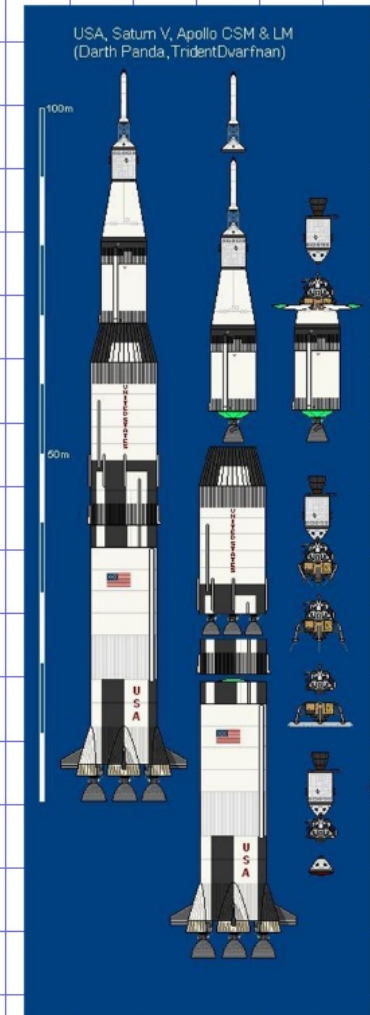
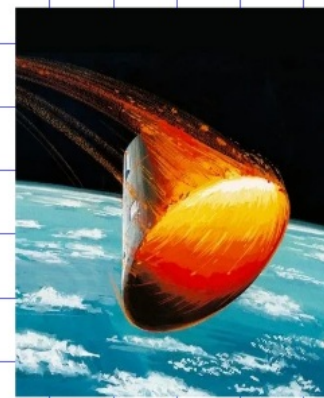
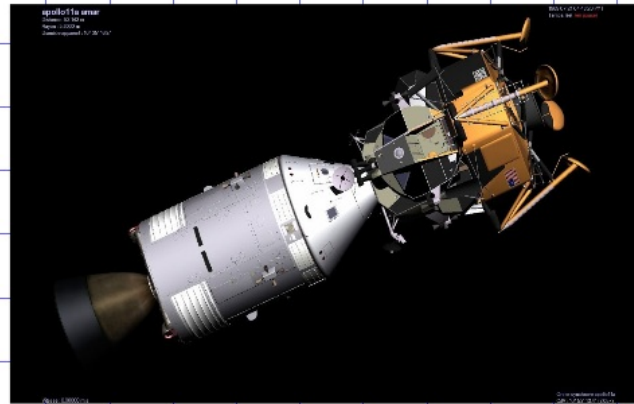
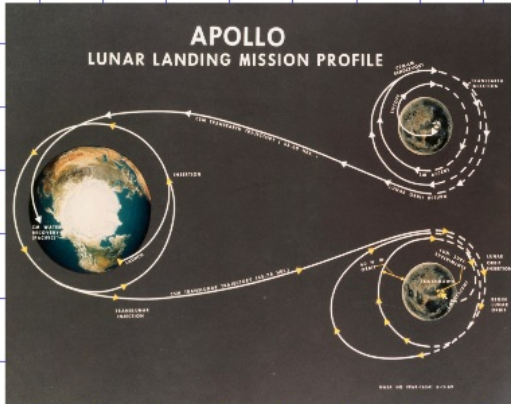
"Welke krachten houden het zonnestelsel in beweging?"



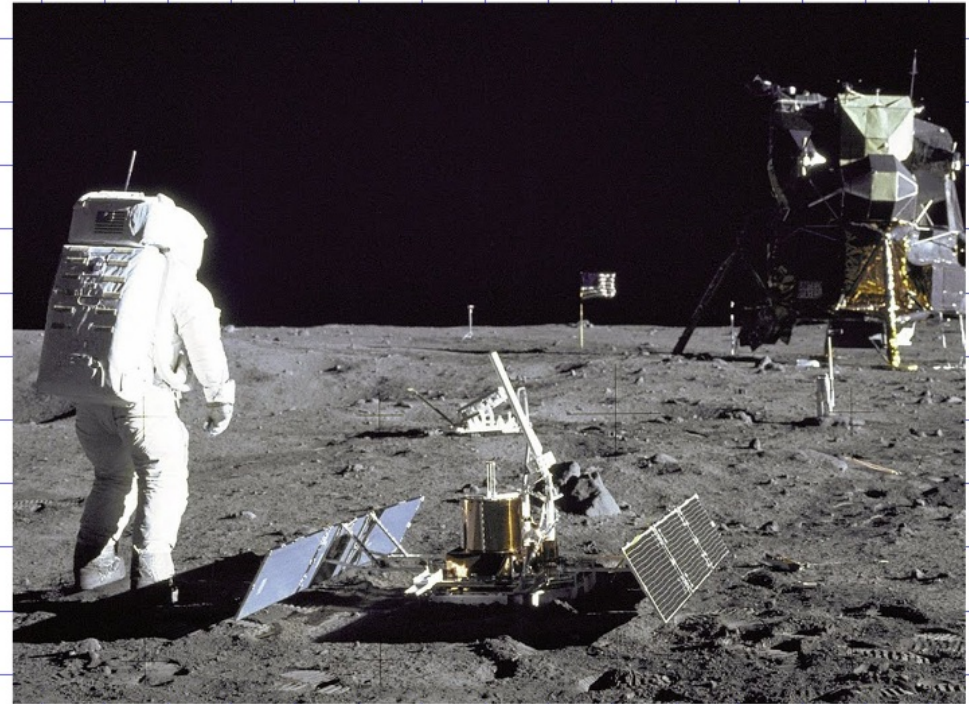
"Hoe zaten de Apollo-maanlandingsmissies (1969-1972) in elkaar?"



"Hoe zaten de Apollo-maanlandingsmissies (1969-1972) in elkaar?"

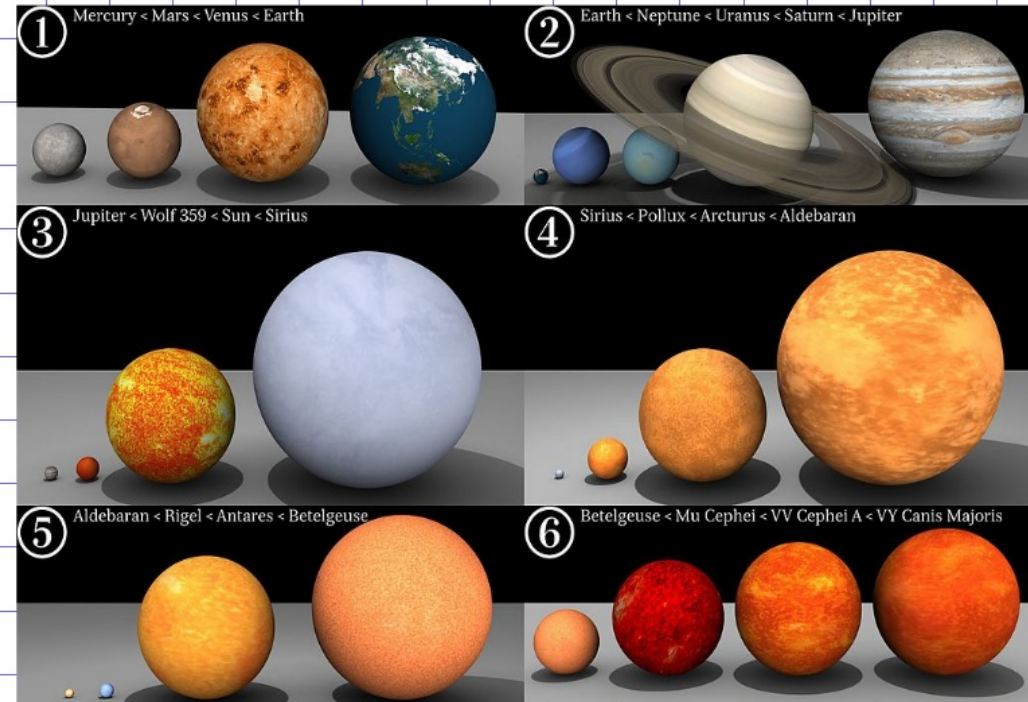
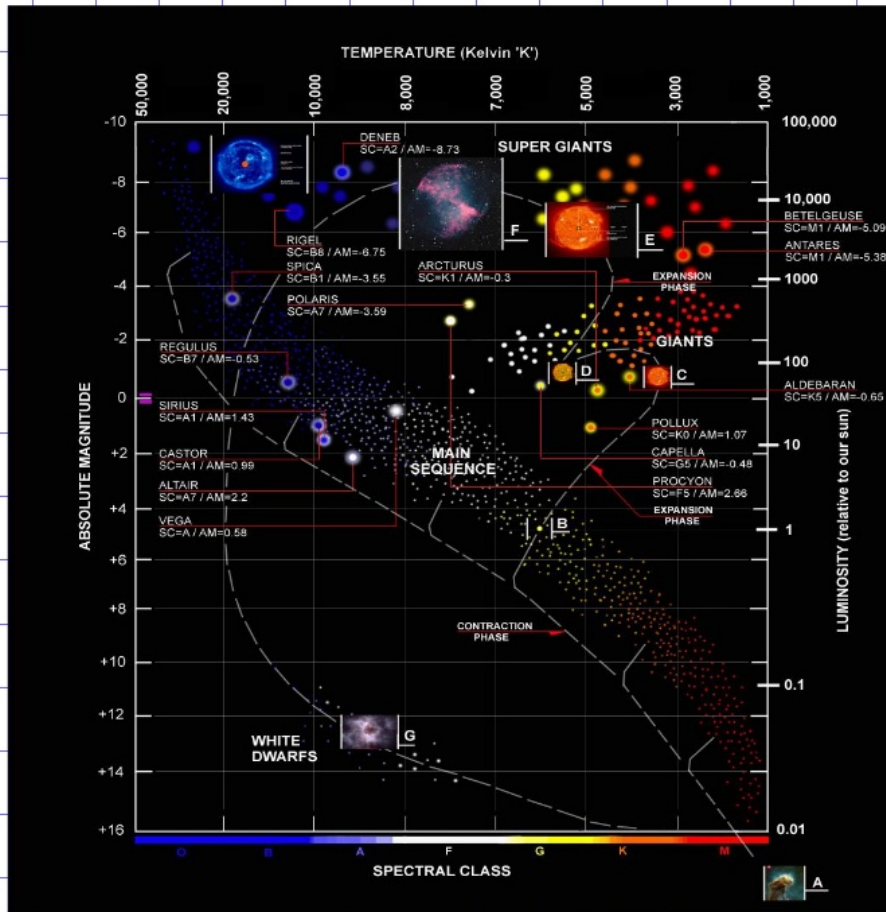


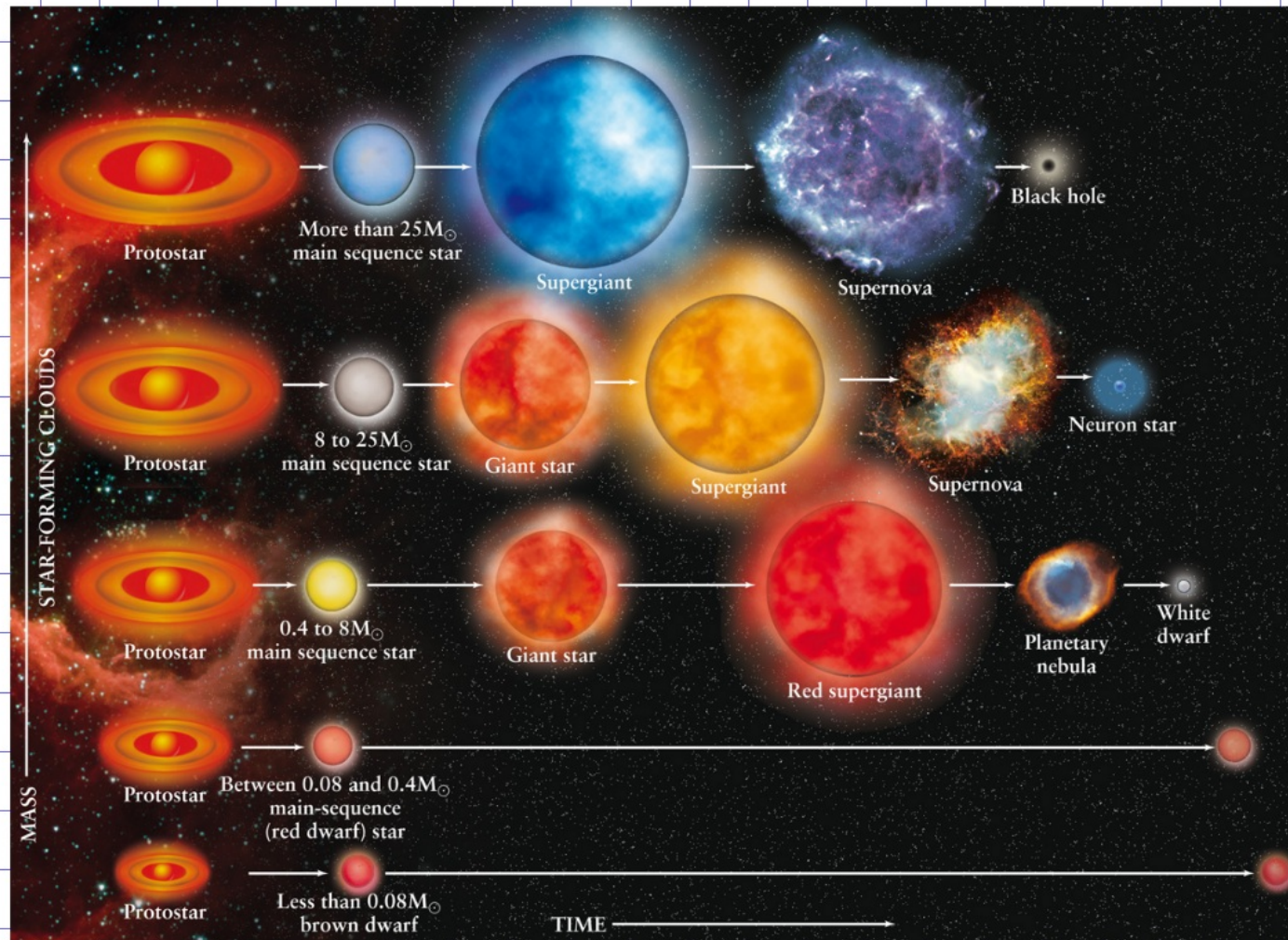
"Hoe landden de astronauten op de maan ..."



"... en hoe stegen ze daar weer op?"

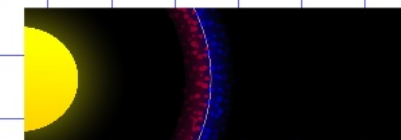
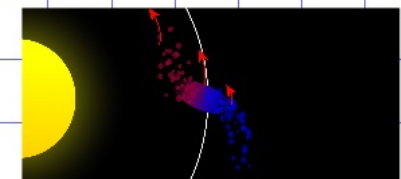
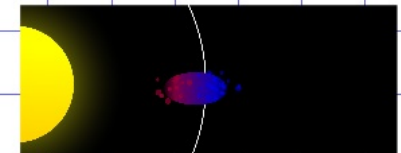
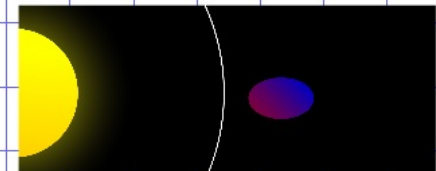
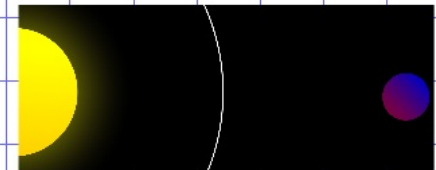
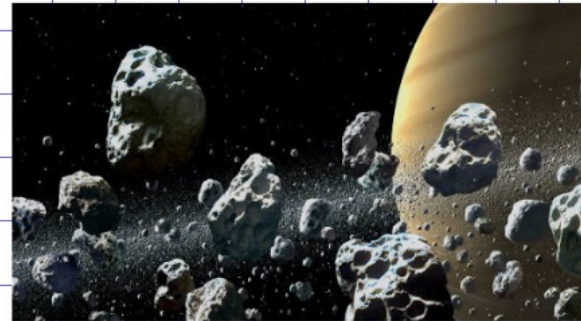
"Welke soorten en maten sterren bestaan er?"



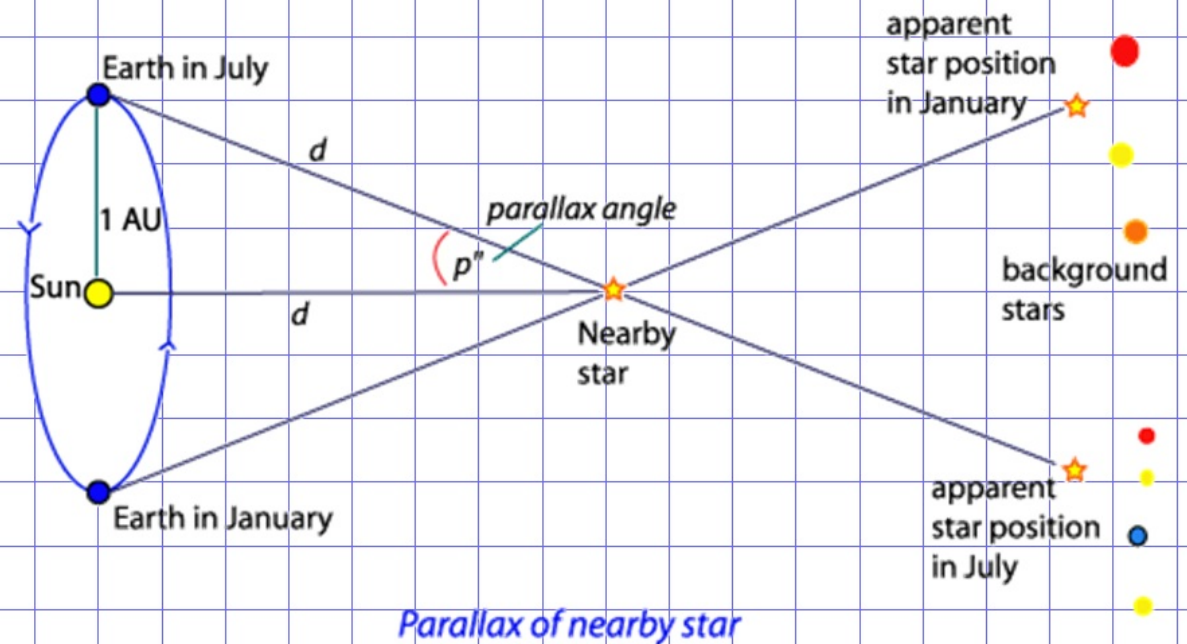
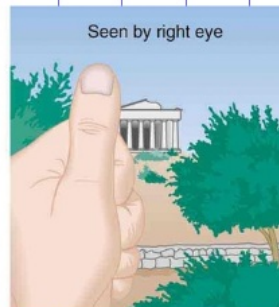
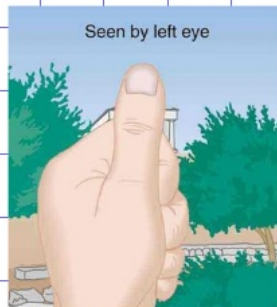
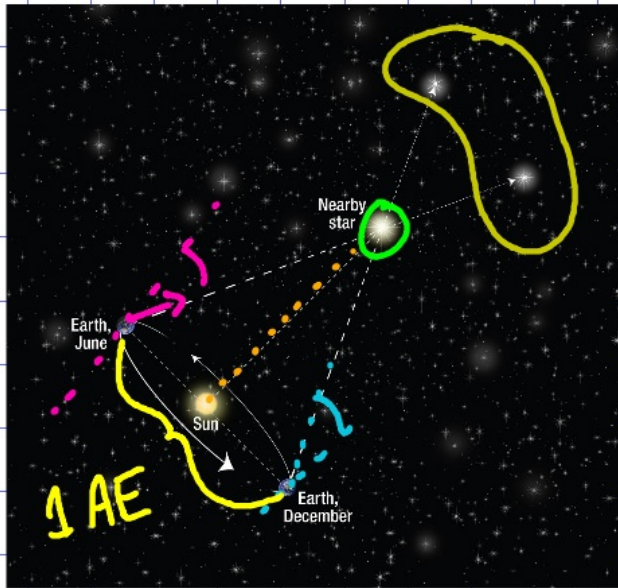


"Hoe ontwikkelen sterren zich gedurende hun bestaan?"

"Waarom hebben sommige planeten ringen?"

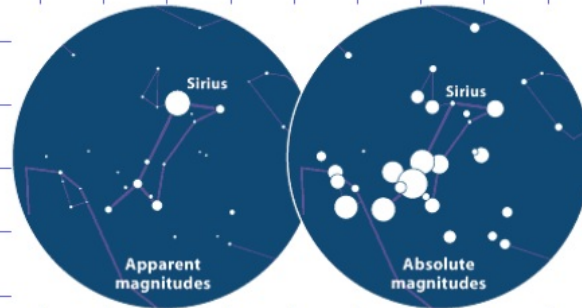
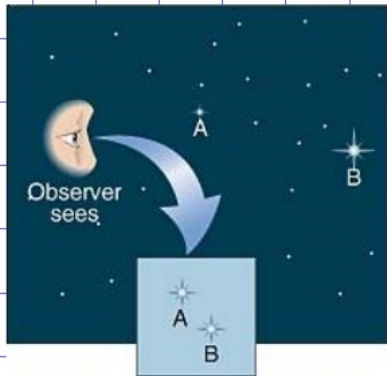


"Hoe meten astronomen afstanden in het heelal?"

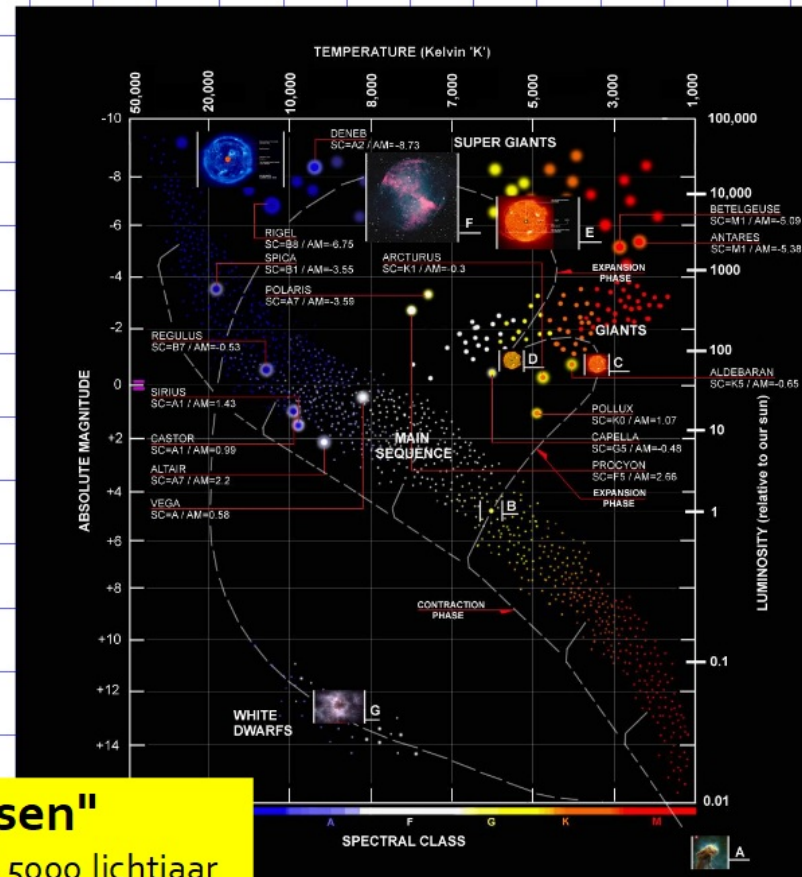


de parallax-methode
geschikt voor afstanden tot +/- 5000 lichtjaar

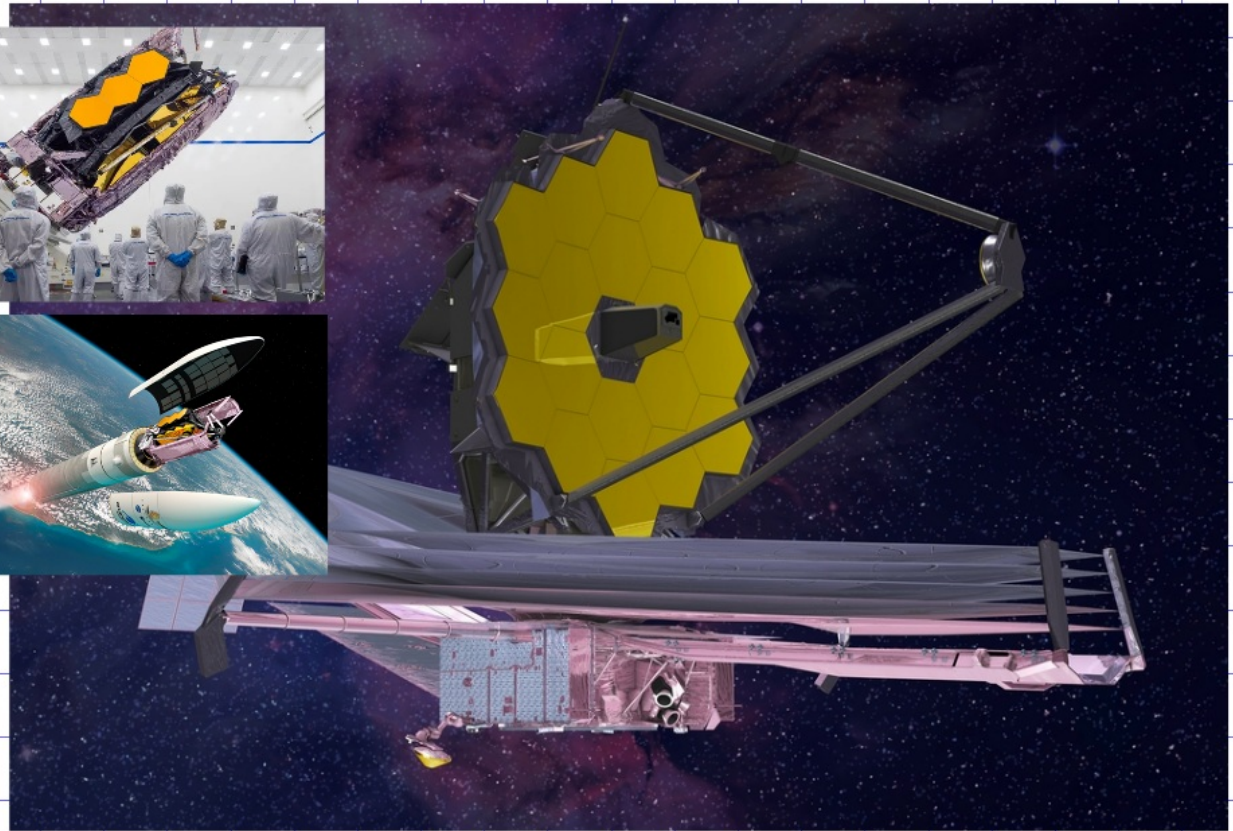
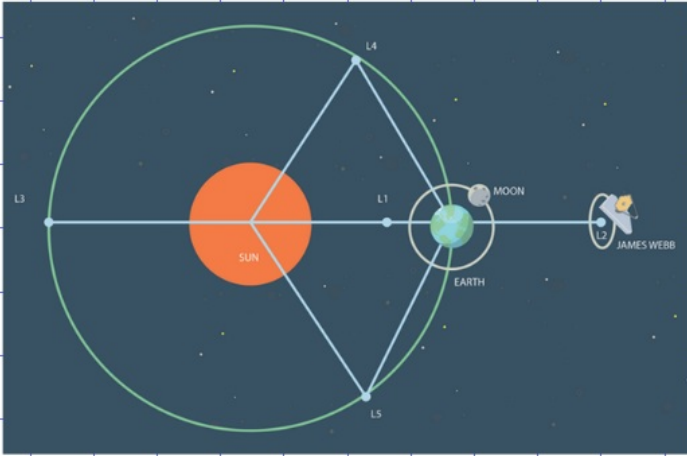
"Hoe meten astronomen afstanden in het heelal?"



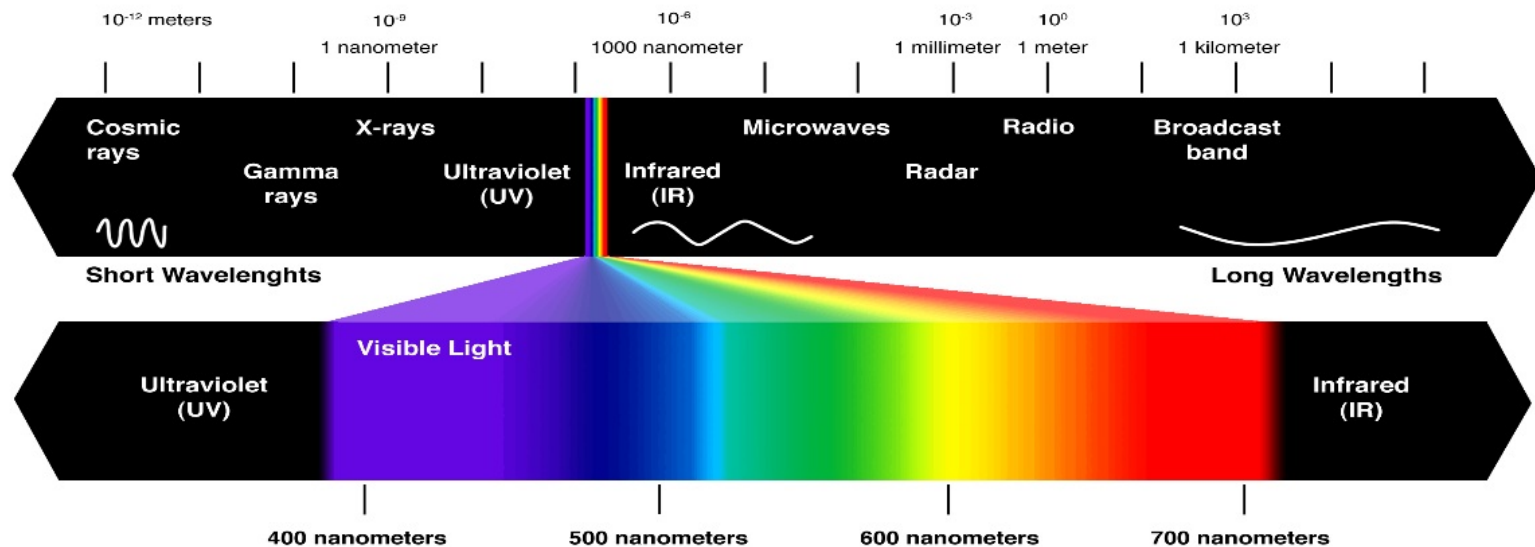
"standaardkaarsen"
geschikt voor afstanden tot +/- 5000 lichtjaar



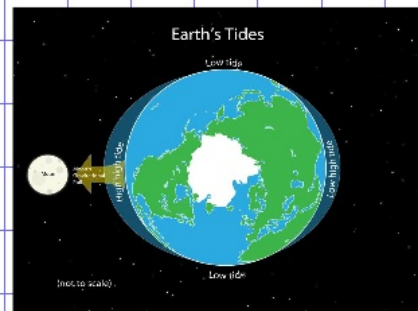
"Wat zijn Lagrange-punten?"



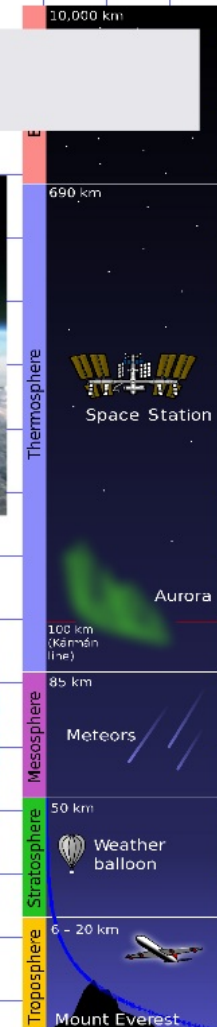
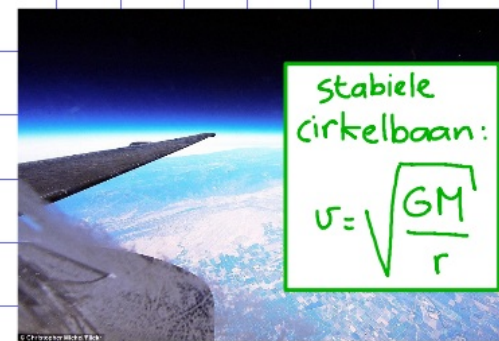
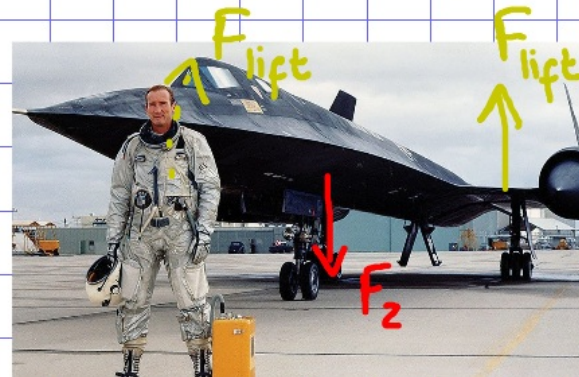
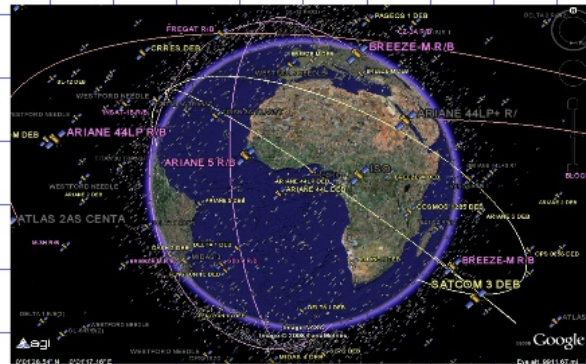
"Wat wordt bedoeld met het *elektromagnetisch spectrum*?"



"Waarom is er eb en vloed?"



"Wat betekent het als je in de ruimte bent?"



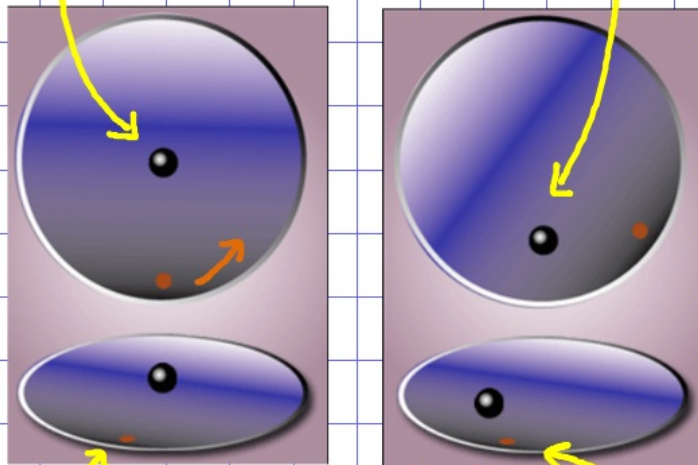
Hoofdstuk 17: Gravitatie

"Waarom is er twee keer eb en twee keer vloed per dag?"

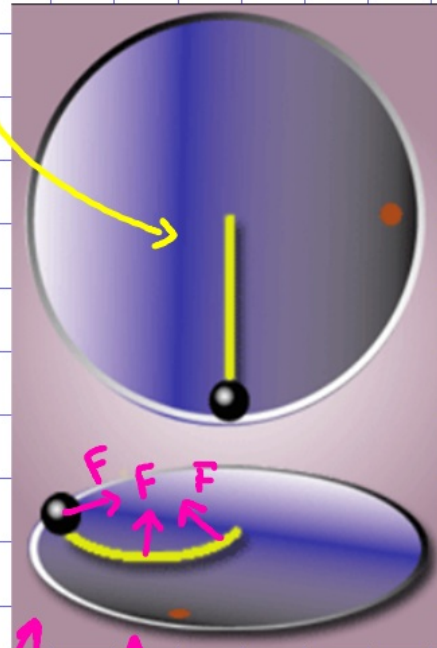


"Wat zijn schijnkrachten?"

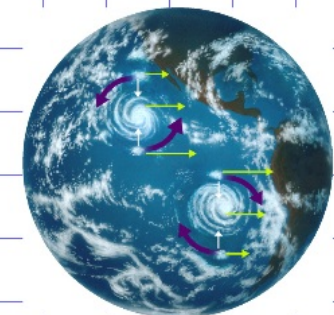
De zwarte bal vliegt in een rechte lijn (gezien vanuit ons perspectief) over de draaiende schijf.



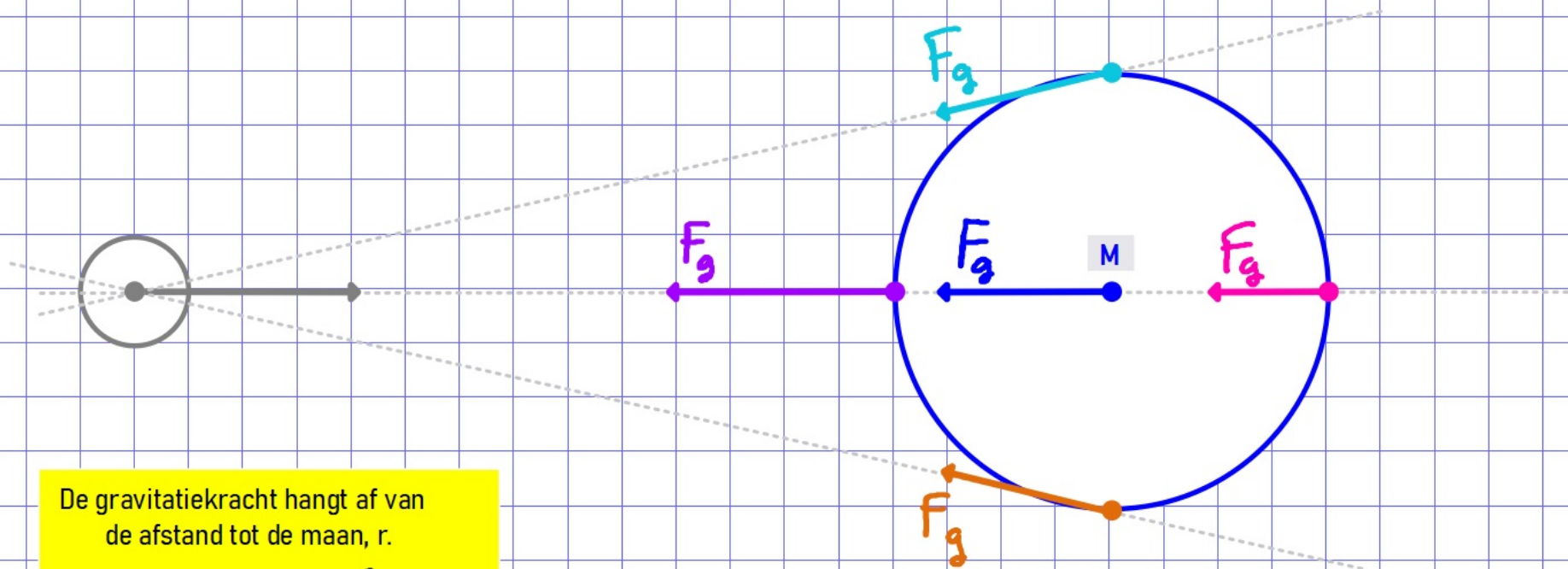
Een waarnemer die op de schijf staat en meedraait (de oranje stip) ziet de bal een kromme baan beschrijven. Deze waarnemer concludeert dat er een nettokracht op de bal moet werken omdat deze niet in een rechte lijn beweegt.



Deze (netto)kracht bestaat niet echt, maar moet geïntroduceerd worden omdat de waarnemer de situatie beschouwt vanuit een stelsel dat geen inertiaalstelsel is (een stelsel dat zelf niet versnelt). Zulke krachten noemt men fictieve krachten of pseudokrachten.



"Waarom is er twee keer per dag eb en vloed?"

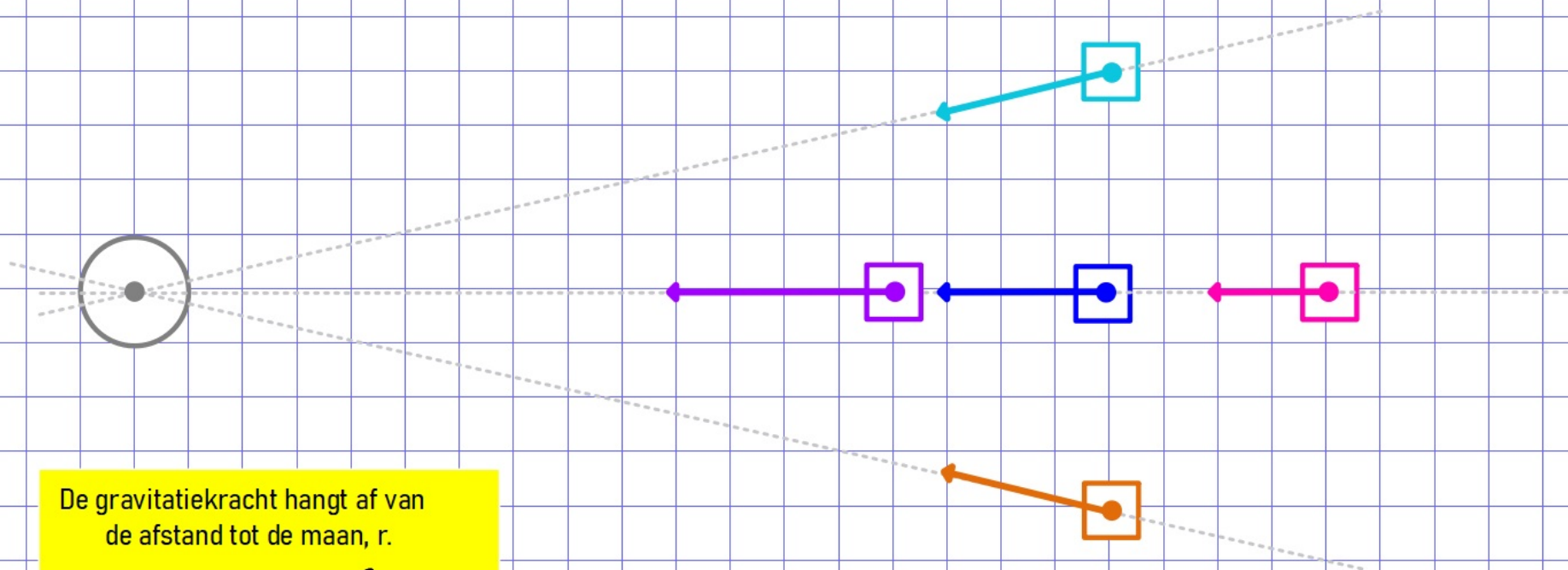


De gravitatiekracht hangt af van de afstand tot de maan, r .

$$F_z = \frac{M \cdot m \cdot G}{r^2}$$

De richting en grootte van de gravitatiekracht van de maan op elk van deze punten op aarde is dus iets anders dan in de andere punten.

"Waarom is er twee keer per dag eb en vloed?"

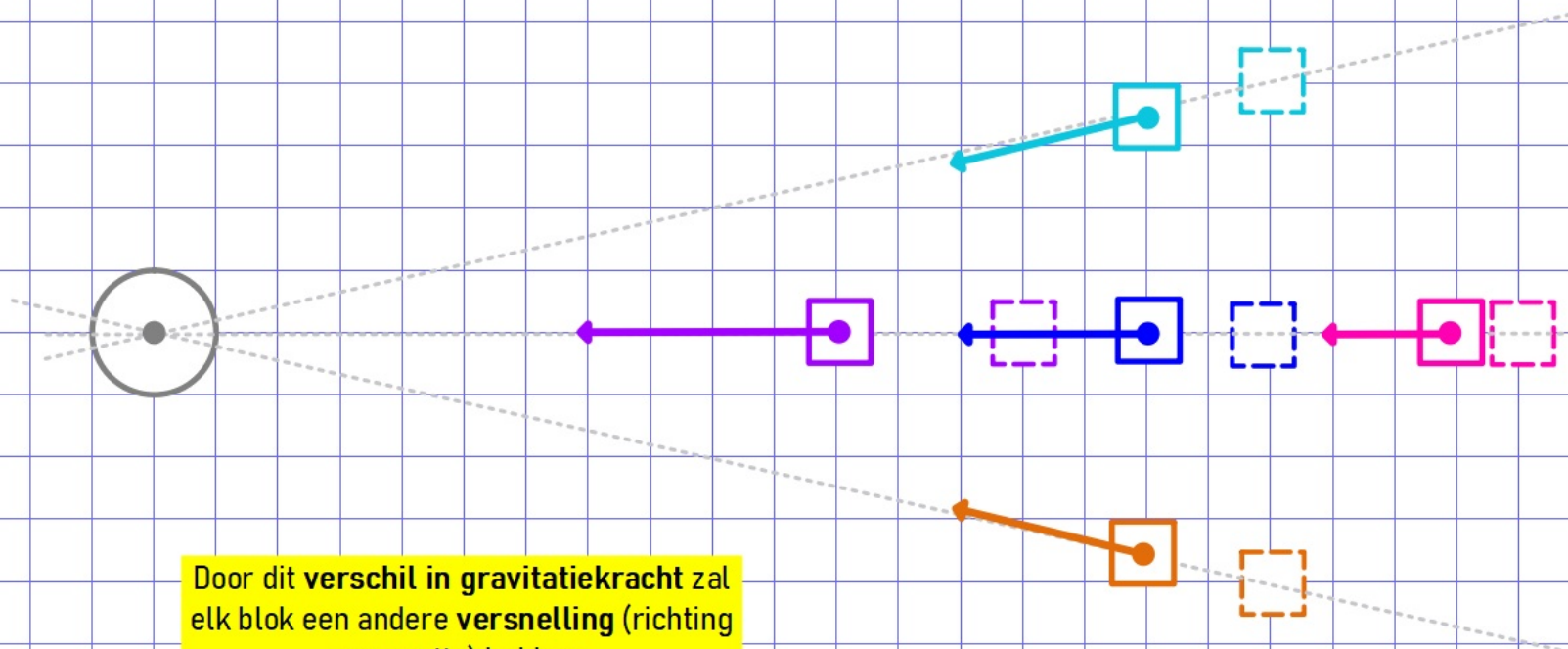


De gravitatiekracht hangt af van de afstand tot de maan, r .

$$F_z = \frac{M \cdot m \cdot G}{r^2}$$

We halen de aarde weg en plaatsen blokken in de vijf punten. De richting en grootte van de gravitatiekracht van de maan op **elk van deze blokken** is ook weer iets anders dan op de andere blokken.

"Waarom is er twee keer per dag eb en vloed?"



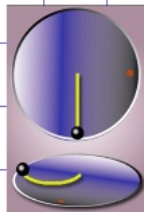
"Waarom is er twee keer per dag eb en vloed?"

1. Voor het blauwe, middelste blok lijken het paarse blok en het roze blok van zich vandaan te versnellen.

2. Het lijkt voor het blauwe blok dus alsof er een kracht naar buiten is op het paarse en het roze blok.

4. Deze krachten worden **getijdenkrachten** genoemd en het zijn **schijnkrachten**. Ze lijken alleen op te treden omdat je de beweging van de blokken **beschouwt vanuit het perspectief van een voorwerp dat zelf versnelt, namelijk het blauwe blok**.

3. Het groene en het oranje blok versnellen juist naar het blauwe blok toe. Hierop lijkt een kracht naar het middelpunt te werken.

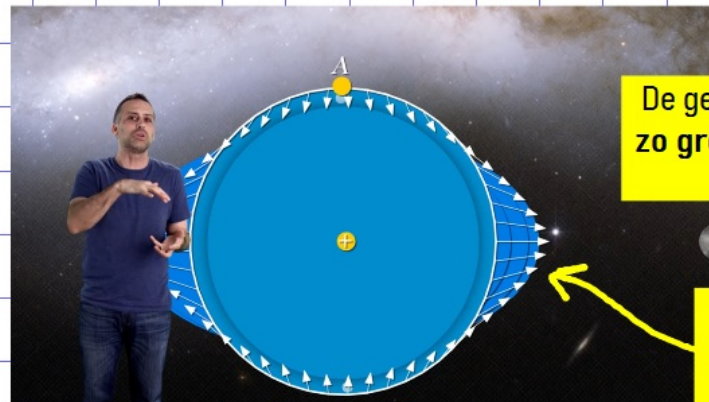


"Waarom is er twee keer per dag eb en vloed?"



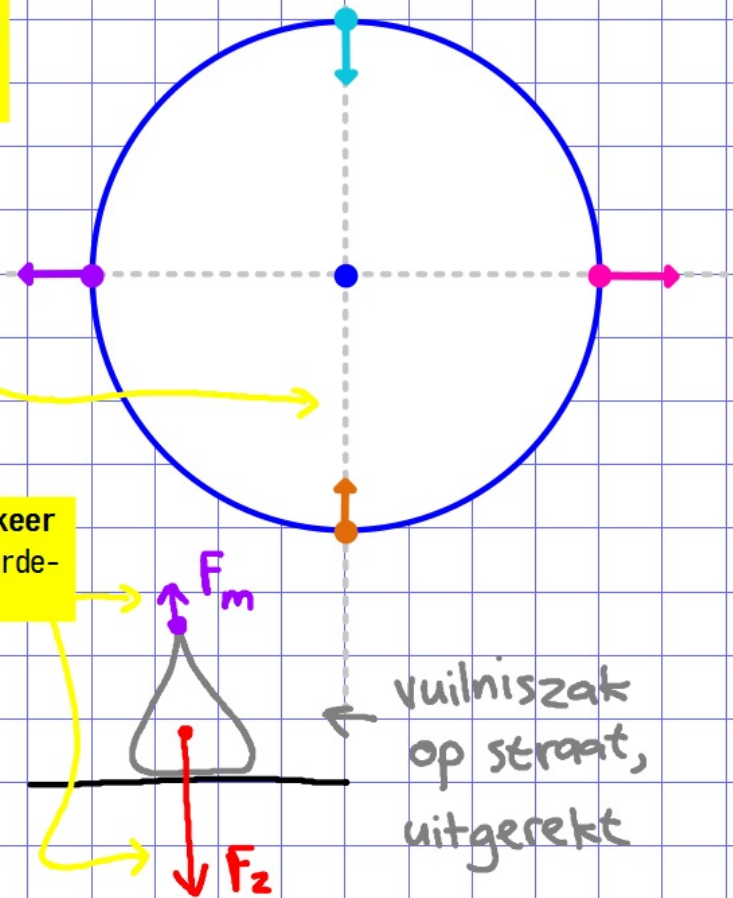
De **getijdenkracht** lijkt te werken op elk punt op aarde en kan weergegeven worden als een **getijdenveld**.

De getijdenkracht lijkt op de **aarde-maan-as** als een soort anti-zwaartekracht te werken, en **haaks** op deze as de zwaartekracht juist te versterken.

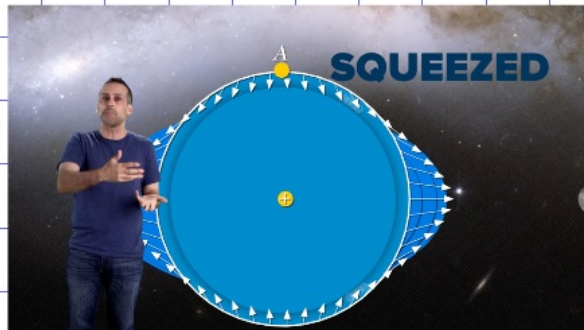
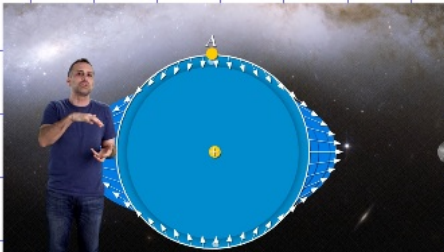


De getijdenkracht is maar klein, ongeveer 10^{-7} keer zo groot als F_Z . Daarom stijgen dingen op de aarde-maan-as niet op.

Maar door de getijdenkracht raakt de wereldomvattende watermassa van de oceanen wel **vervormd**.



"Waarom is er twee keer per dag eb en vloed?"



De totale resultante van alle getijdenkrachtjes bij elkaar vervormt de wereldomvattende watermassa tot de vorm in de afbeeldingen. De aarde draait in 24 uur een keer rond in deze vorm en elke plek op aarde komt dus per dag niet één maar twee vloedbergen tegen.



"Waarom is er twee keer per dag eb en vloed?"



Circular Motion

For circular motion at a constant speed v , the centripetal acceleration of the motion can be derived. Since in radian measure,

$$\theta = \frac{s}{r} = \frac{v \Delta t}{r}$$

we can draw a similar triangle with the velocities and conclude

$$\theta = \frac{\Delta v}{v}$$

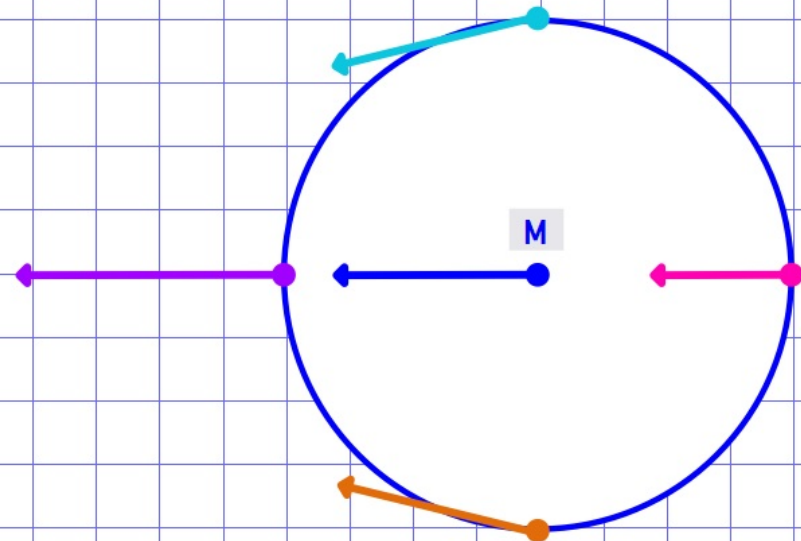
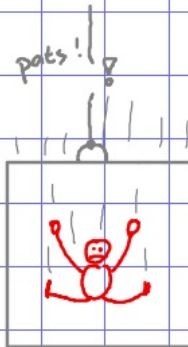
Setting the two expressions for θ equal and solving for the acceleration gives:

$$a_{\text{centripetal}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$$

Expand

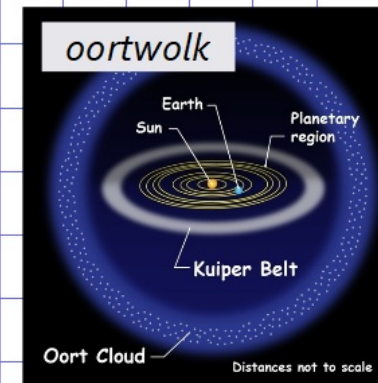
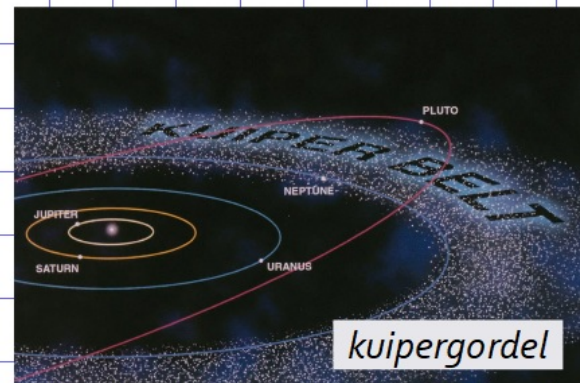
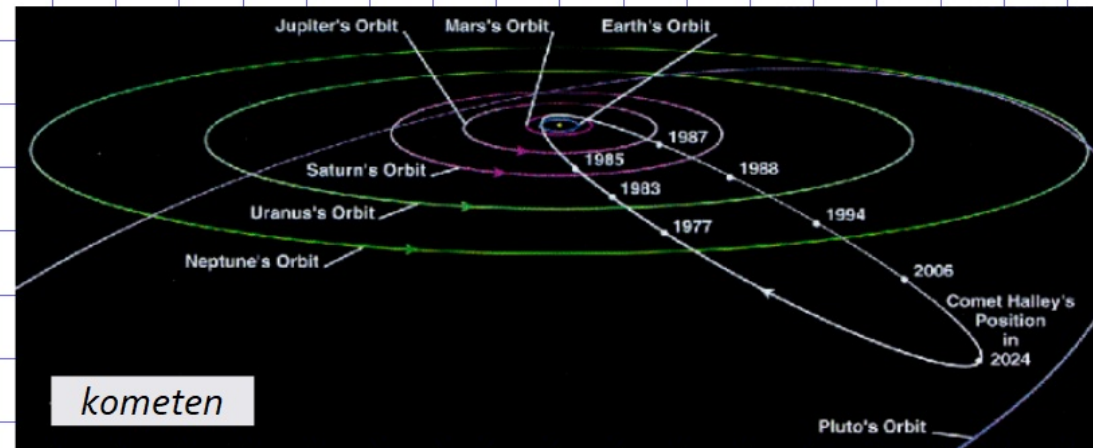
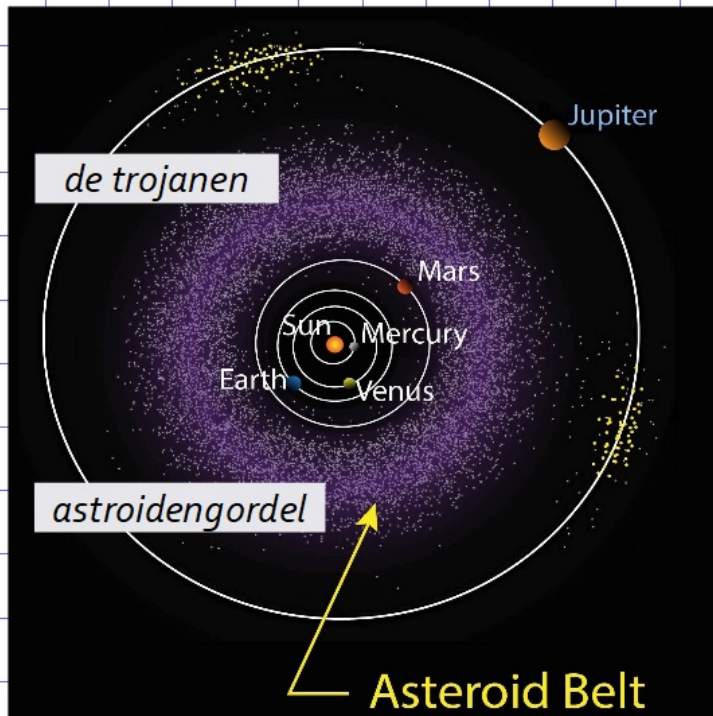
We approximate the arc s by the chord here to derive the acceleration, but the chord approaches the arc for small angles and in the limit, the result we get is exact.

Calculation

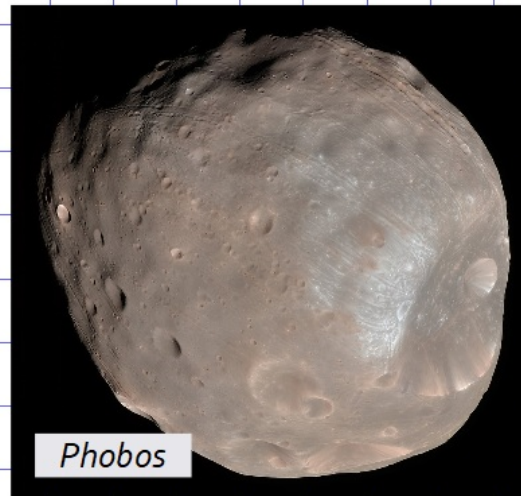
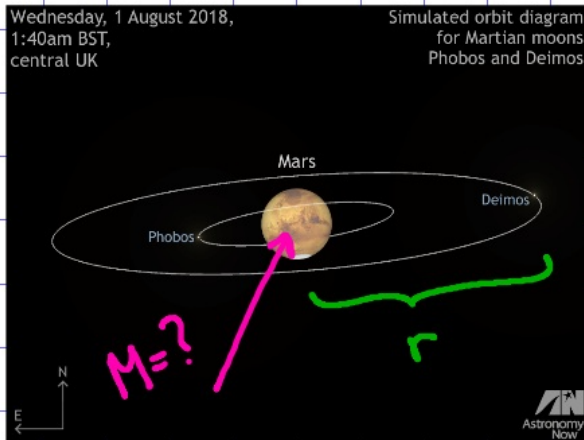


De aarde lijkt niet rechtstreeks naar de maan te vallen, maar de eenparige cirkelbeweging van de aarde om de maan heen tellt wel als een versnelling naar de maan toe. De aarde valt naar de maan toe, maar heeft ook een dusdanig grote baansnelheid die loodrecht op de maan-aarde-as staat waardoor de aarde nooit op de maan stort.

"Welke objecten vind je nog meer in het zonnestelsel?"



"Hoe bepaal je de massa van een planeet?"



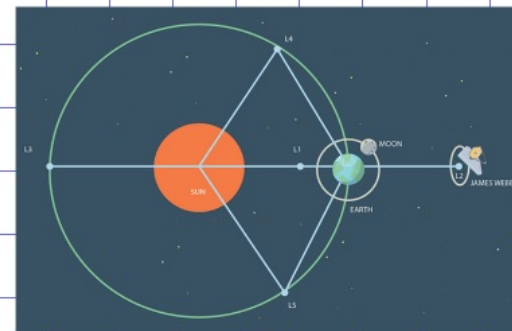
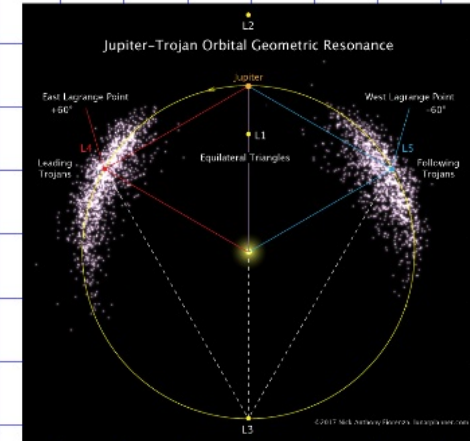
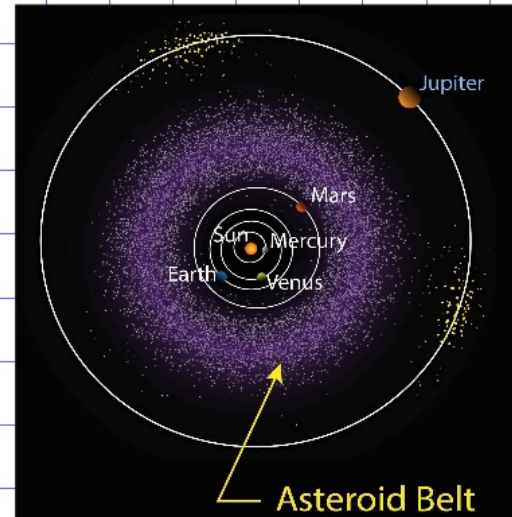
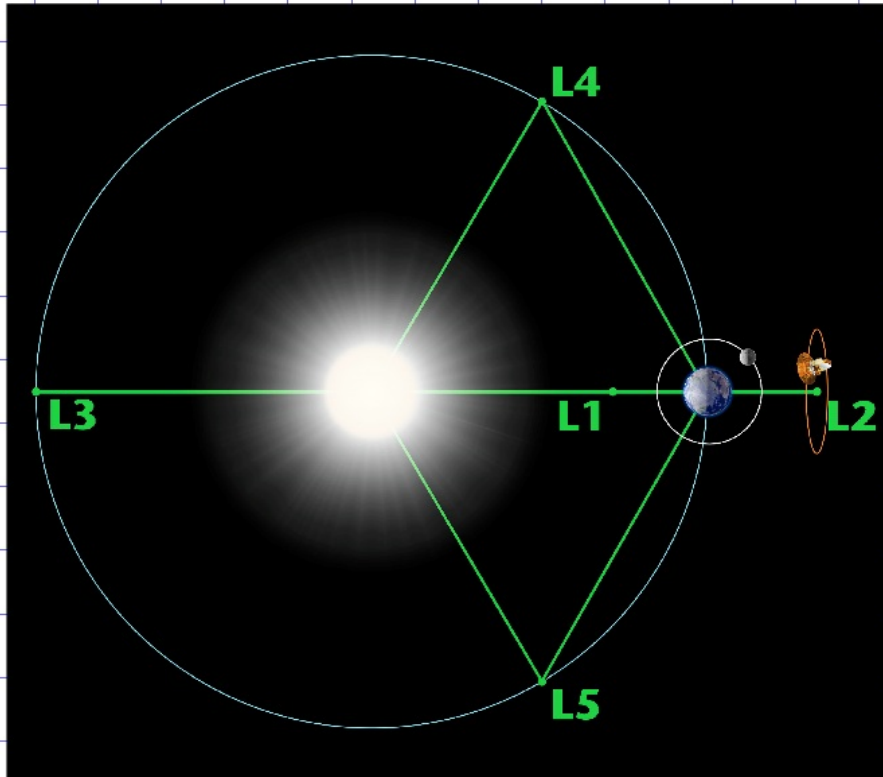
stabiële
cirkelbaan:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

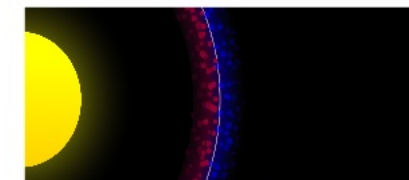
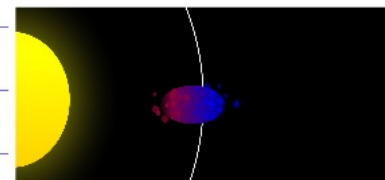
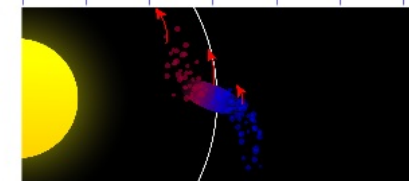
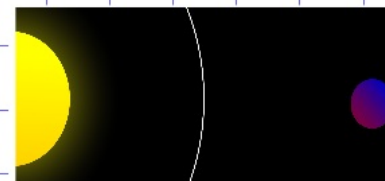
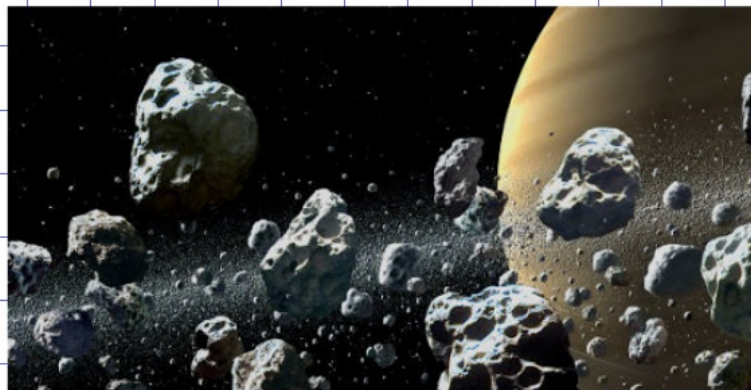
omloopsnelheid

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

"Wat zijn Lagrange-punten?"



"Waarom hebben sommige planeten ringen?"



"Waarom lijkt het alsof er geen zwaartekracht is in de ruimte?"



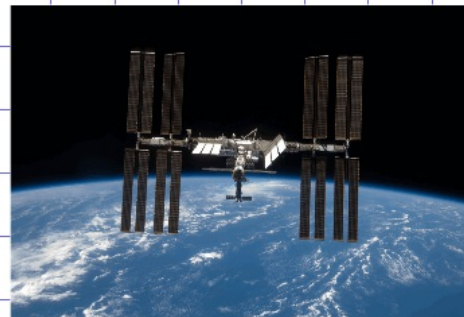
[Fidget Spinner in Space \(YouTube\)](#)

[Sleeping in Space \(YouTube\)](#)

[Washing Hair in Space \(YouTube\)](#)

[Life on Station \(YouTube\)](#)

[Weightlessness in ISS \(YouTube\)](#)



stabiele
cirkelbaan:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

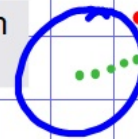
"Waarom lijkt het alsof er geen

Elke twee voorwerpen oefenen zwaartekracht op elkaar uit volgens:

$$F_z = \frac{\text{massa A} \cdot \text{massa B} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}}{(\text{afstand})^2}$$

← universele zwaartekracht-constante "G"

Omdat G zo klein is merk je pas iets van zwaartekracht als een van de twee voorwerpen een grote massa heeft (zoals een planeet).



$$m_{\text{aarde}} = 5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$
$$r_{\text{aarde}} = 6400 \cdot 10^3 \text{ m}$$

Dicht bij het aardoppervlak kun je de zwaartekracht op een voorwerp uitrekenen met:

$$F_z = \frac{5,976 \cdot 10^{24} \cdot m_B \cdot 6,6726 \cdot 10^{-11}}{(6378 \cdot 10^3)^2}$$

$$F_z = m_B \cdot 9,81$$

versnelling door zwaartekracht aan aardoppervlak "g"

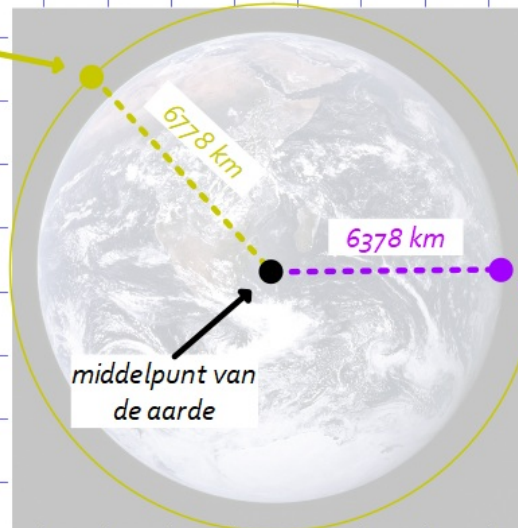
"Waarom lijkt het alsof er geen

De zwaartekracht wordt zwakker naarmate je verder weg gaat van een planeet:

$$F_z = \frac{\text{massa A} \cdot \text{massa B} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}}{(\text{afstand})^2}$$

baan van het ISS
(400 km boven aarde)

$$F_z = m_B \cdot 8,93$$

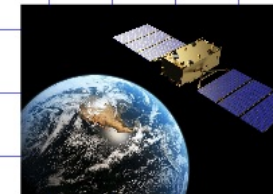


aan het
aardoppervlak

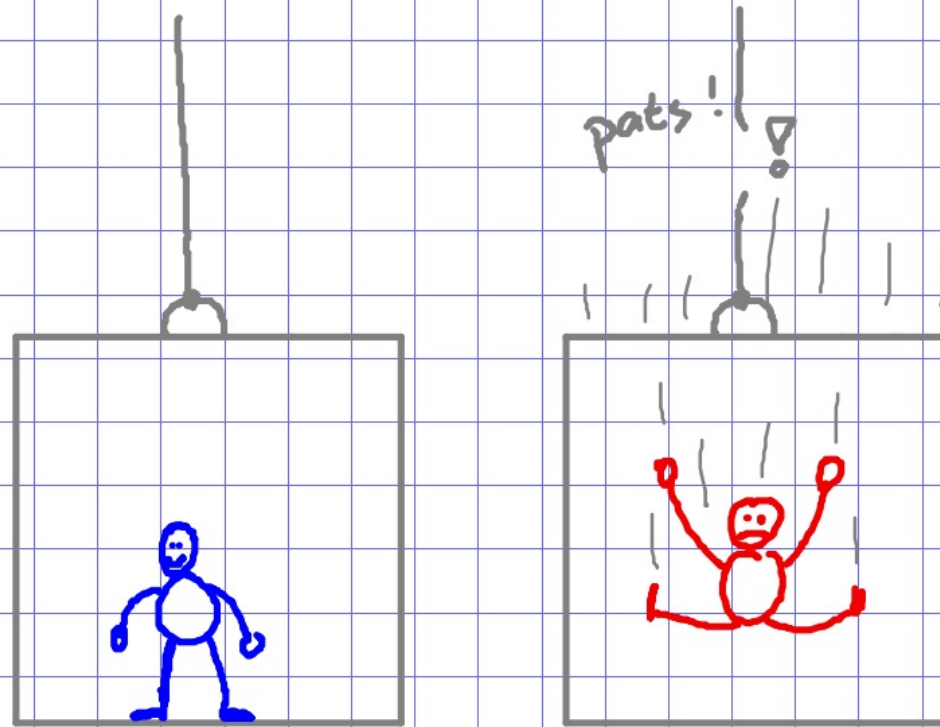
$$F_z = m_B \cdot 9,81$$

geostationaire baan
(36.000 km boven aarde)

$$F_z = m_B \cdot 0,24$$

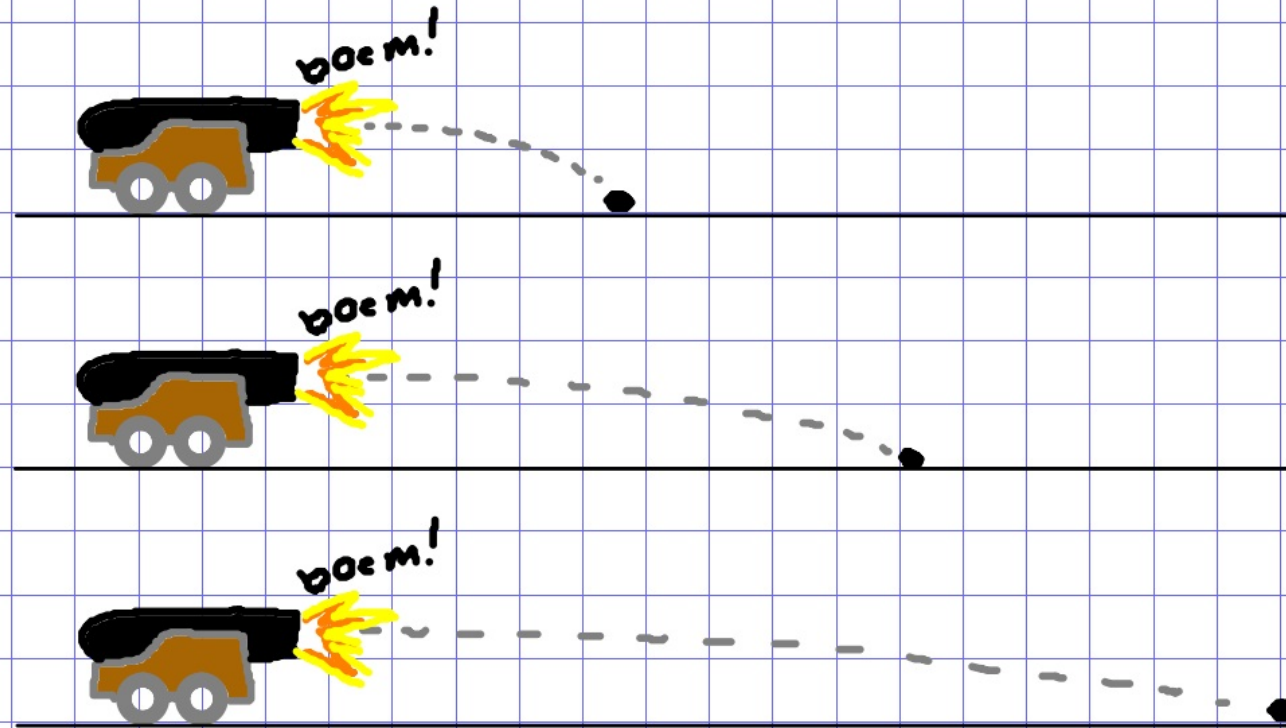


"Waarom lijkt het alsof er geen



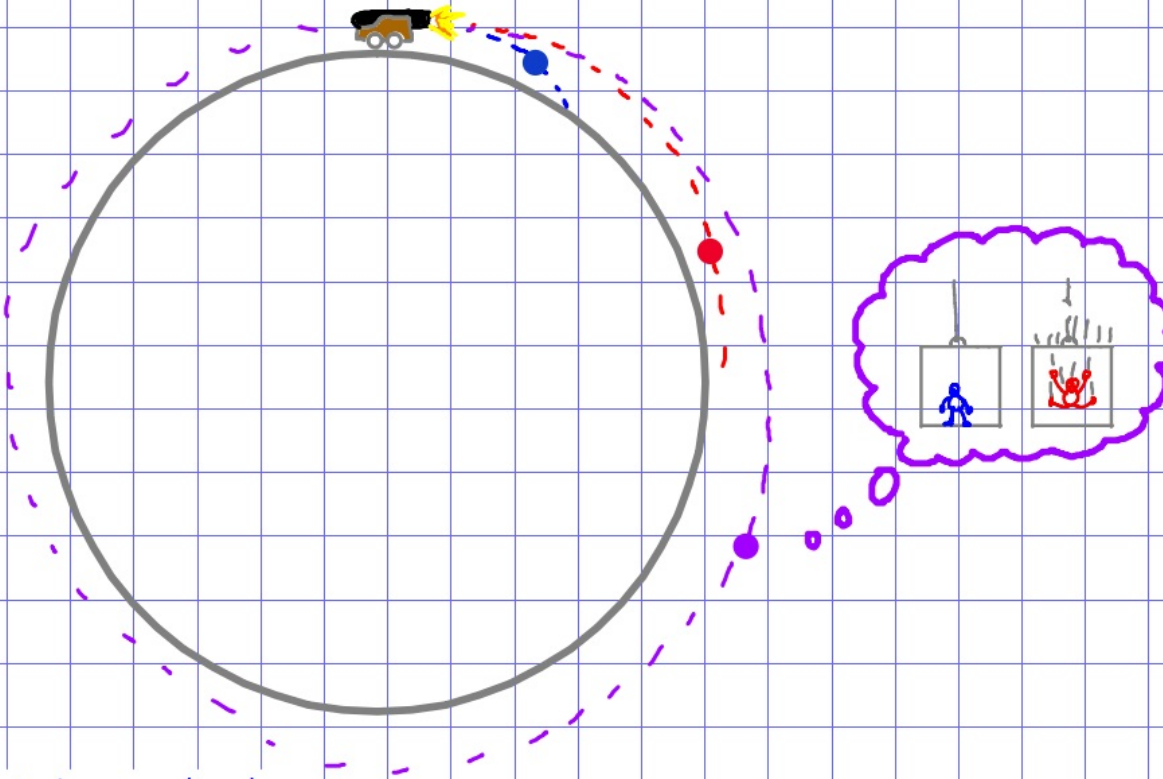
Als de lift valt *lijkt* het alsof er geen zwaartekracht is...

"Waarom lijkt het alsof er geen



Hoe harder je schiet, hoe verder de kogel vliegt...

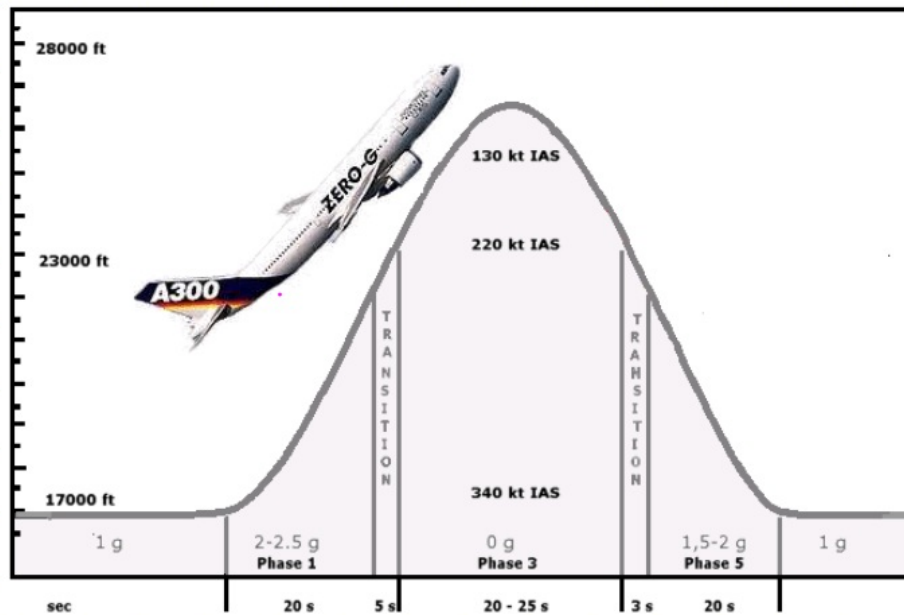
"Waarom lijkt het alsof er geen zwaartekracht is in de ruimte?"



[Applet Newton's cannon \(java\)](#)

Een voorwerp (kogel/ruimtestation) in een baan om de aarde is constant in vrije val...

"Waarom lijkt het alsof er geen zwaartekracht is in de ruimte?"



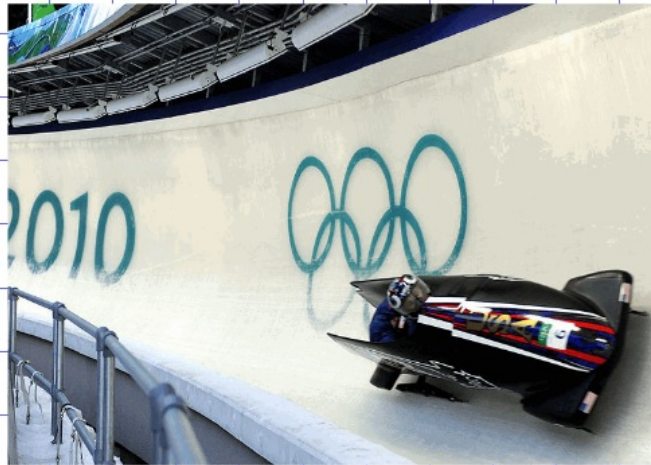
[Window View of Parabolic Flight \(YouTube\)](#)

[Brian Cox in Zero G BBC \(YouTube\)](#)

[Promo GoZeroG \(YouTube\)](#)

[Website GoZeroG](#)

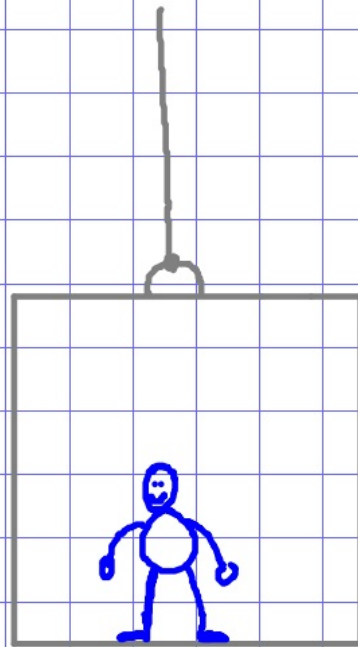
"Hoe ontstaan g-krachten?"



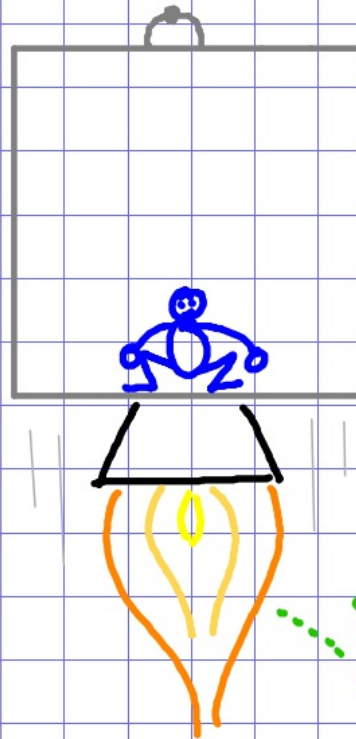
[G-Force Training 1 \(YouTube\)](#)

[Hilarious G-Force Training \(YouTube\)](#)

"Hoe ontstaan g-krachten?"

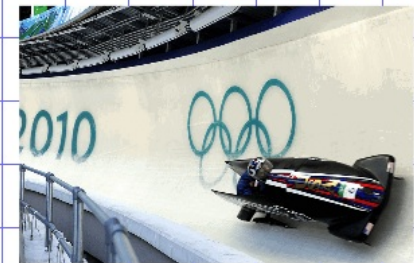
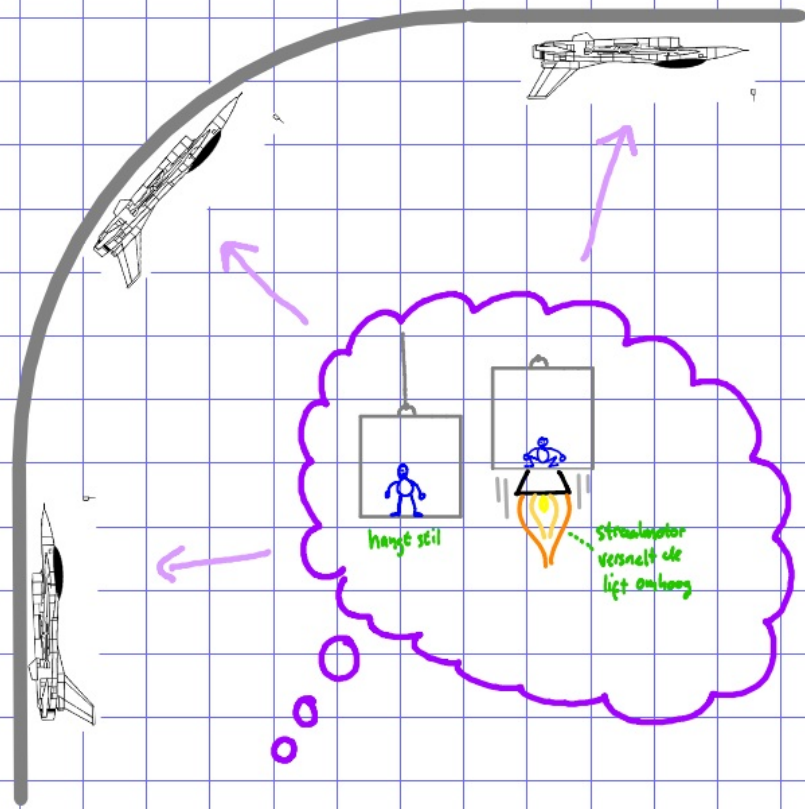


hangt stil



struilmotor
versnelt de
lift omhoog

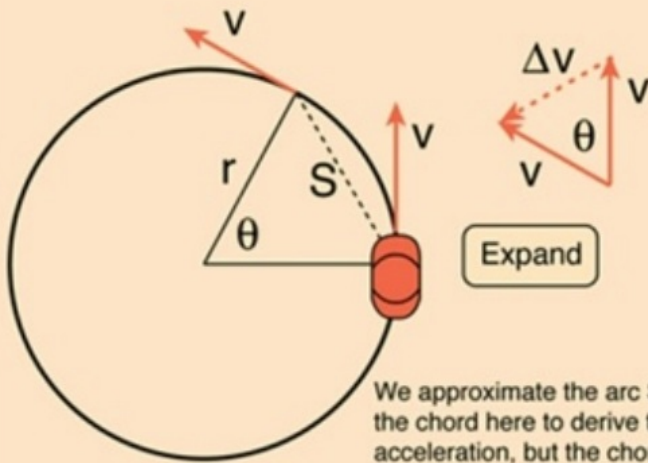
"Hoe ontstaan g-krachten?"



"Hoe ontstaan g-krachten?"

Circular Motion

For circular motion at a constant speed v , the centripetal acceleration of the motion can be derived. Since in radian measure,



We approximate the arc S by the chord here to derive the acceleration, but the chord approaches the arc for small angles and in the limit, the result we get is exact.

$$\theta = \frac{S}{r} = \frac{v\Delta t}{r}$$

we can draw a similar triangle with the velocities and conclude

$$\theta = \frac{\Delta v}{v}$$

Setting the two expressions for θ equal and solving for the acceleration gives:

$$a_{\text{centripetal}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$$

Calculation



Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

- *BONUSVRAGEN* -

Hier staan de bonusvragen bij dit hoofdstuk. Deze vragen zijn bedoeld om je te laten nadenken over wat je geleerd hebt. Soms moet je kennis reproduceren of een geoefende techniek laten zien. Ook zitten hier inzichtvragen tussen waarvoor je geleerde kennis op een nieuwe en creatieve manier moet toepassen. Deze vragen zijn zeer nuttig om voor een proefwerk nog een keer langs te lopen!

"Tekst bonusvraag hier?"

- BONUSVRAAG

1a

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

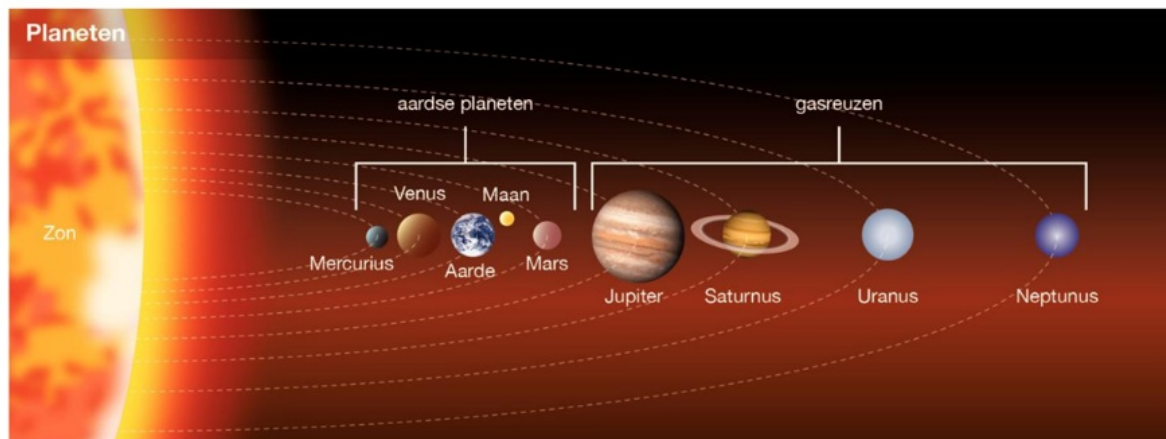
Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

- UITLEG & AANTEKENINGEN -

De volgende dia's zijn de aantekeningen die je in de les overgenomen hebt. Alles wat hier tussen de rode lijnen staat zou ook in je schrift moeten staan. Dit is de essentiële stof voor het proefwerk en deze moet je proberen volledig te begrijpen. Je vindt hier ook de tekst bij de bordoefeningen waarvan je als het goed is alleen de uitwerkingen hebt opgeschreven.

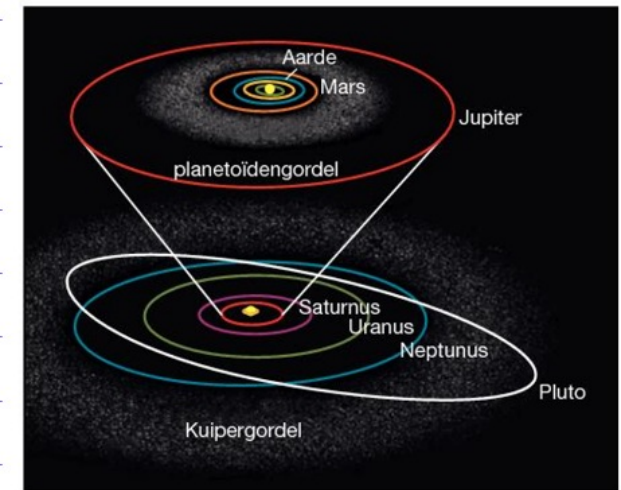
Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.1 Ons zonnestelsel

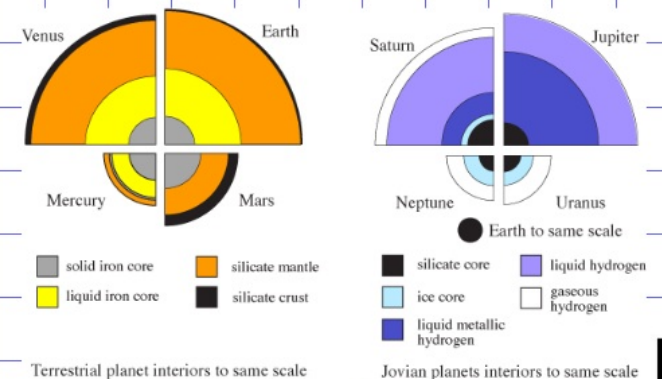


8.2 De planeten en andere objecten in ons zonnestelsel. De afstanden en groottes zijn niet op schaal.

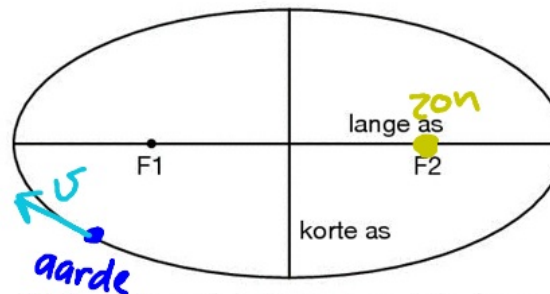
A. Je weet de betekenis van deze **begrippen**: zonnestelsel, aardse planeten, gasreuzen, asteroïdengordel, dwergplaneten, komeet, meteoriet, meteor, ellips, brandpunten F_1 en F_2 , lange as, korte as, astronomische eenheid.



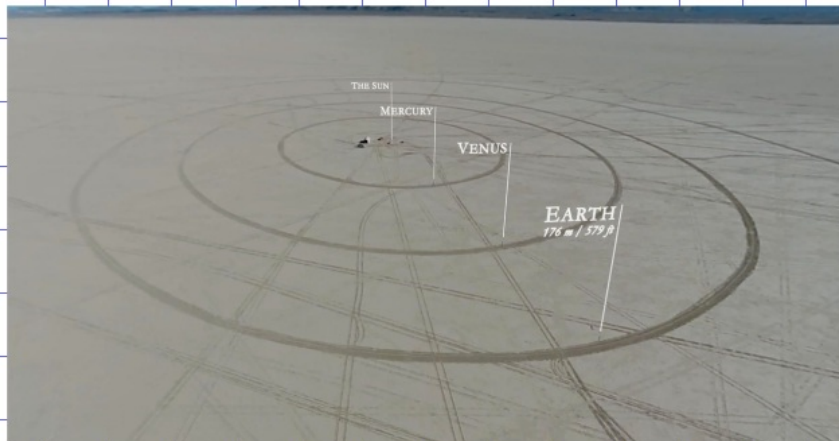
8.3 De posities van de planetoïdengordel en de Kuipergordel in ons zonnestelsel



A. Je weet de betekenis van deze **begrippen**: zonnestelsel, aardse planeten, gasreuzen, atsoïdengordel, dwergplaneten, komeet, meteoriet, meteor, ellips, brandpunten F_1 en F_2 , lange as, korte as, astronomische eenheid.

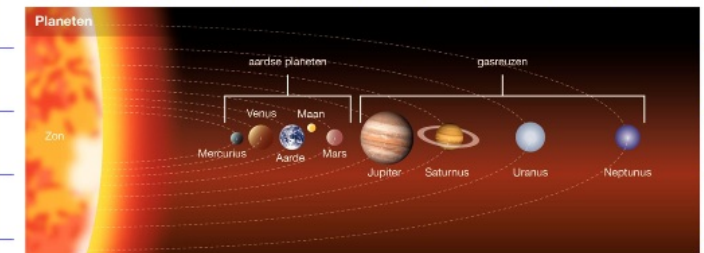


8.5 Een ellips met de lange as en de korte as

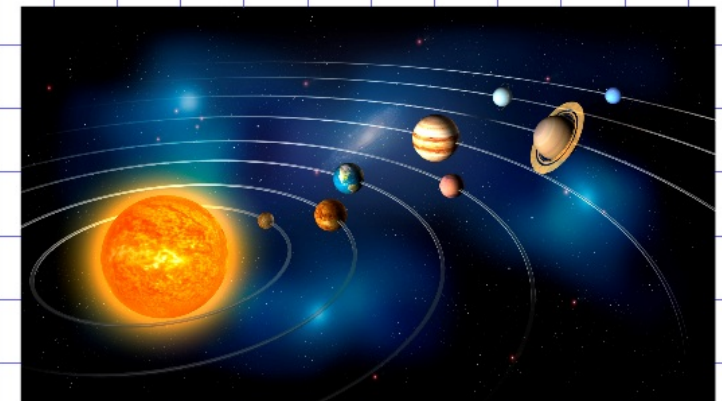


Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

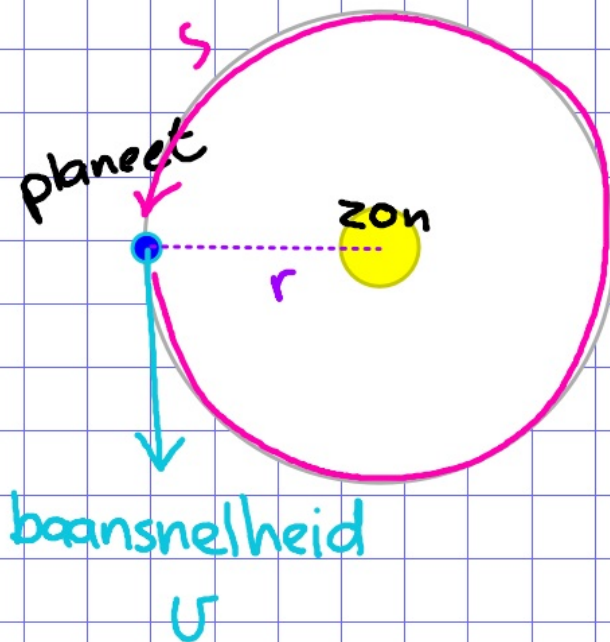
§ 8.1 Ons zonnestelsel



8.2 De planeten en andere objecten in ons zonnestelsel. De afstanden en groottes zijn niet op schaal.



Planeten bewegen met constante snelheid in (bijna) cirkel-vormige banen om de zon: een **eenparige cirkelbeweging**.



$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$$

↓
want

$$v = \frac{s}{t}$$

$$1 \text{ AE} = 1,50 \times 10^8 \text{ km}$$

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.1 Ons zonnestelsel



planeet	baanstraal (AE)	omlooptijd (dagen)
Mercurius	0,39	88
Venus	0,72	225
Aarde	1	365
Mars	1,52	687
Jupiter	5,19	$4,33 \cdot 10^3$
Saturnus	9,51	$1,08 \cdot 10^4$
Uranus	19,13	$3,07 \cdot 10^4$
Neptunus	29,98	$6,02 \cdot 10^4$

8.4 De afstanden tot de zon en de omlooptijden van de planeten.

voor dat we verder gaan, een intermezzo...

De **wetenschappelijke notatie** gebruikt machten van 10 om hele grote getallen of hele kleine getallen compact op te schrijven.

Makkelijkste interpretatie: dit getal geeft aan hoeveel plaatsen de komma eigenlijk nog **verschoven** moet worden om het "echte getal" te vinden.

$$1,650 \times 10^3 \text{ m} = 1650 \text{ m}$$

$$8,02 \times 10^{-2} \text{ kg} = 0,0802 \text{ kg}$$

Let op: wetenschappelijke notatie heeft **altijd 1 cijfer voor de komma** en de rest van de cijfers er achter.

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.1 Ons zonnestelsel

Bordoefening 1: Zet deze waarden om naar de wetenschappelijke notatie...

a. $v = 27000 \text{ km/u}$

b. $V = 0,000066 \text{ m}^3$

... en zet deze waarden om naar gewone notatie:

c. $m = 7,50 \times 10^{-3} \text{ g}$

d. $l = 3,400 \times 10^2 \text{ m}$

Bordoefening 1:

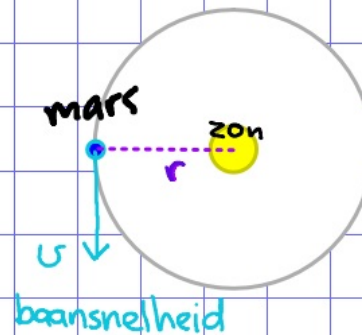
Bordoeffening 2:

a. $r = 1,52 \cdot 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$
 $= 2,28 \cdot 10^8 \text{ km}$

b. $T = 687 \cdot 24 = 16488 \text{ u}$

c. $v = \frac{6,28 \cdot 2,28 \cdot 10^8 \text{ km}}{16488 \text{ u}} = 86841 \frac{\text{km}}{\text{u}}$

$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$$



Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.1 Ons zonnestelsel

Bordoeffening 2: Reken de baansnelheid uit van Mars. Zet daarvoor deze stappen:

- Reken de baanstraal r om naar km.
- Reken de omlooptijd T om naar uur.
- Gebruik de formule.

planeet	baanstraal (AE)	omlooptijd (dagen)
Mercurius	0,39	88
Venus	0,72	225
Aarde	1	365
Mars	1,52	687
Jupiter	5,19	$4,33 \cdot 10^3$
Saturnus	9,51	$1,08 \cdot 10^4$
Uranus	19,13	$3,07 \cdot 10^4$
Neptunus	29,98	$6,02 \cdot 10^4$

8.4 De afstanden tot de zon en de omlooptijden van de planeten.

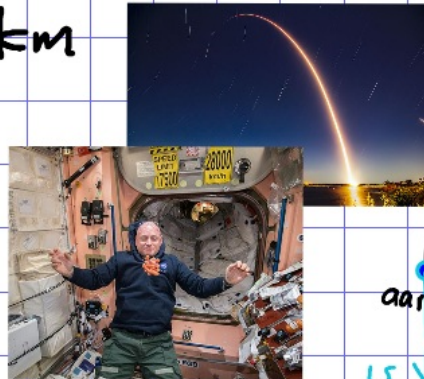
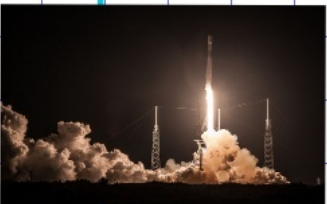
$1 \text{ AE} = 1,50 \times 10^8 \text{ km}$

Bordoeffening 3:

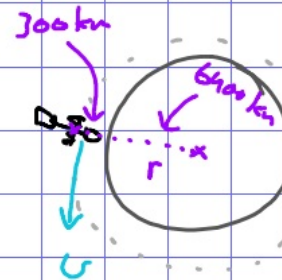
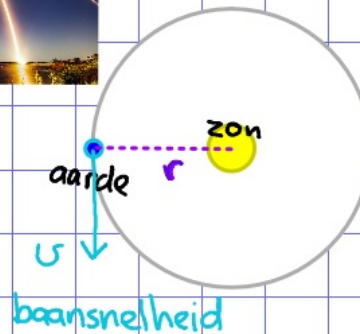
a. $r = 6400 \text{ km} + 300 \text{ km}$
 $r = 6700 \text{ km}$

b. $90 \text{ min} = 1,5 \text{ u}$

c.
$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T} = \frac{6,28 \cdot 6700 \text{ km}}{1,5 \text{ u}}$$
$$= 28000 \text{ km/u}$$



$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$$

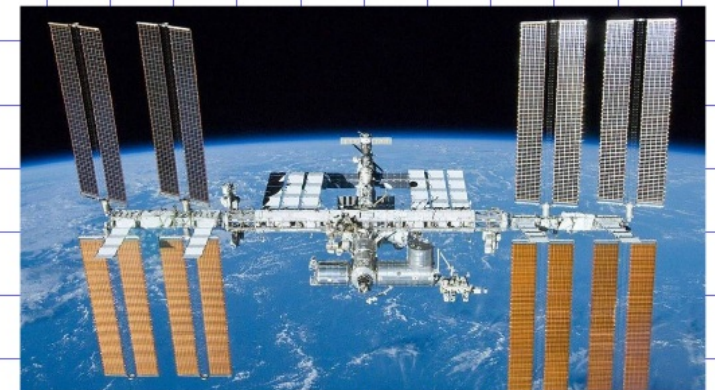


Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.1 Ons zonnestelsel

Bordoeffening 3: Bereken de baansnelheid van het ISS. Dit draait rondjes op 300 km boven het aardoppervlak. De aarde heeft een straal van 6400 km. De omlooptijd van het ISS is 90 minuten.

- Bereken de baanstraal van het ISS in km.
- Reken de omlooptijd om naar uur.
- Gebruik de formule voor baansnelheid.



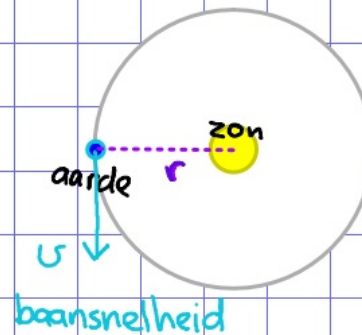
Bordoeffening 4:

$$\begin{aligned} a. \quad T &= \frac{2\pi \cdot r}{v} \\ &= \frac{6,28 \cdot 42164 \text{ km}}{3,07 \text{ km/s}} \end{aligned}$$

$$= 86250 \text{ s}$$

$$\rightarrow 24,0 \text{ u}$$

$$v_3 = \frac{(2\pi \cdot r)_6}{T_2}$$

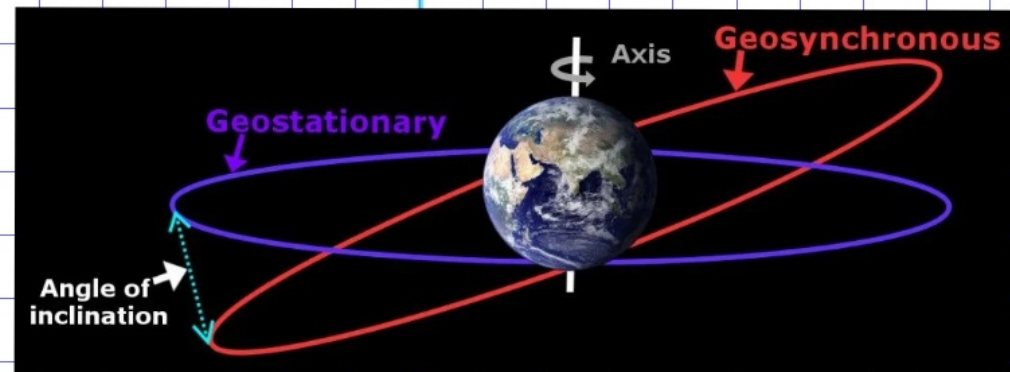


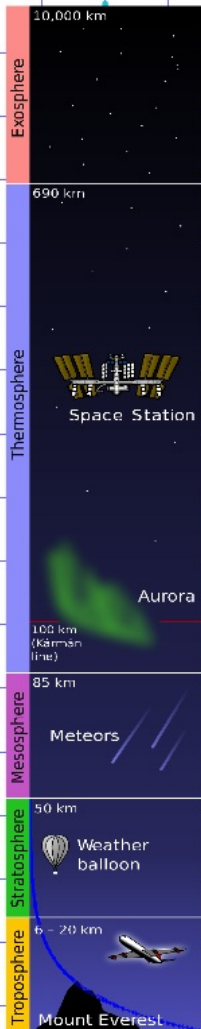
Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.1 Ons zonnestelsel

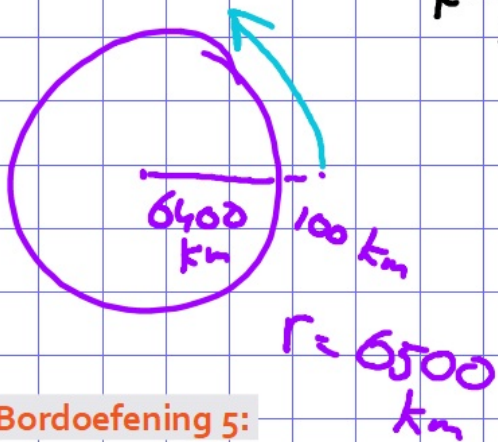
Bordoeffening 4: Bereken de omlooptijd van een satelliet die 42164 km van het midden van de aarde rondjes draait met een baansnelheid van 3,07 km/s. Geef je antwoord in uur.

- Gebruik de omgerekende formule voor baansnelheid.
- Reken de omlooptijd om naar uren.

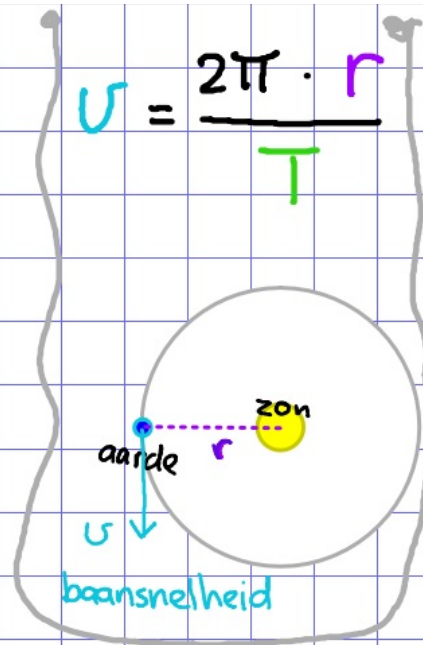




$$v = \frac{6,78 \cdot 6500 \text{ km}}{1,42 \text{ u}} = 28746 \text{ km/u}$$



Bordoeffening 5:



Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

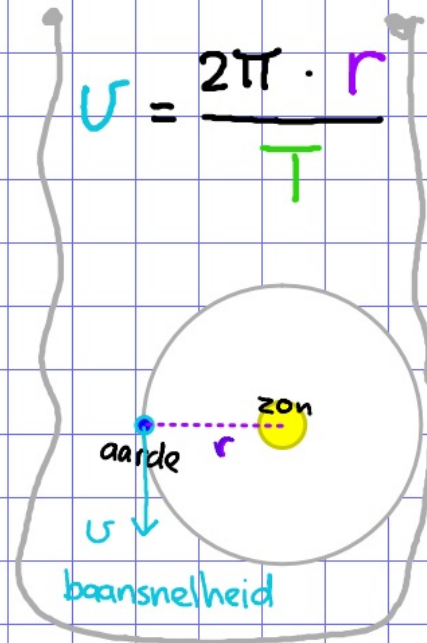
§ 8.1 Ons zonnestelsel

Bordoeffening 5: Bereken de baansnelheid van een ruimtevaartuig dat in een baan om de aarde is net boven de Kármán-lijn (100 km boven aardoppervlak). Dit ruimtevaartuig doet 85 min over een ronde om de aarde.

$$T = 1,42 \text{ u}$$



Bordoefening 6:



Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.1 Ons zonnestelsel

Bordoefening 6: Bereken de baansnelheid van Mercurius en van Uranus in km/u. Zoek zelf de benodigde gegevens en de formule op in je boek.

$$1 \text{ AE} = 1,50 \times 10^8 \text{ km} = 1,50 \times 10^{11} \text{ m}$$

planeet	baanstraal (AE)	omlooptijd (dagen)
Mercurius	0,39	88
Venus	0,72	225
Aarde	1	365
Mars	1,52	687
Jupiter	5,19	$4,33 \cdot 10^3$
Saturnus	9,51	$1,08 \cdot 10^4$
Uranus	19,13	$3,07 \cdot 10^4$
Neptunus	29,98	$6,02 \cdot 10^4$

8.4 De afstanden tot de zon en de omlooptijden van de planeten.

Mercurius:

8

Uranus:

~

8.1 Opdrachten

A 1

Just of onjuist?

- a Jupiter is een aardse planeet.
- b Gasreuzen zijn groter dan aardse planeten.
- c Een brokstuk dat op aarde valt, heet een komeet.
- d De omlooptijd van de aarde is gelijk aan een maand.
- e Van alle planeten is Neptunus het verst verwijderd van de zon.

A 2 M

- a Noem de vier aardse planeten en de vier gasreuzen.
- b Noem een verschil tussen aardse planeten en gasreuzen.

A 3

Leg uit wat het verschil is tussen een meteoriet en een meteor.

A 4 M

- a Wat bedoel je met de omlooptijd van een planeet?
- b Hoe groot is de omlooptijd van Neptunus?

A 5

Leg uit hoe het zonnestelsel is ontstaan.

B 6 M

- a Welke planeet staat dichtst bij de zon, Mercurius of Venus?
- b Welke planeten zijn de buien van de aarde?

B 7

Leg uit of een jaar op Mars korter of langer duurt dan een jaar op aarde.

B 8 M

Reken de baanstraal van Venus om in meter.

B 9 M

- a Een komeet heeft een kenmerkende staart.
- b Waardoor ontstaat de staart van een komeet?
- c Noem twee verschillen tussen een komeet en een vallende ster.

B 10

Bereken de baansnelheid van Mars.

B 11

Komeet Hale-Bopp, genoemd naar zijn ontdekkers, was de laatste grote komeet die in Nederland zichtbaar was (1997). 2388 jaar na 1997 komt de komeet weer vlak langs de zon en kun je hem weer zien.

- a Bereken in welk jaar dat is.

Komeet Hale-Bopp beweegt ook in een baan rond de zon. Het verste punt van de zon is ongeveer 370 AE.

- b Bereken in meter hoe ver dit voorbij Neptunus is.

C 12 N

Het licht van de zon bereikt onze aarde in ongeveer 8 minuten. Zonlicht legt in 8 minuten dus 1 astronomische eenheid (AE) af. Bereken hoelang het zonlicht erover doet om bij Neptunus te komen.

C 13

Pluto is geen planeet, maar een dwergplaneet. In juli 2015 zijn er voor het eerst gedetailleerde opnamen gemaakt van Pluto, zie de figuur hieronder.

- a Zoek op internet op wat dwergplaneten zijn.
- b Zoek op internet op wat de baanstraal van Pluto is. Geef je antwoord in AE.
- c Zoek op internet op welke dwergplaneten nog verder dan Pluto van de zon afstaan.



Pluto heeft een baansnelheid van 4700 m/s.

- d Bereken de omlooptijd van Pluto. Gebruik hiervoor ook je antwoord op vraag b.

C 14 N

Op vrijdag 15 februari 2013 ontplofte een meteoriet met een diameter van ongeveer 15 m boven de Russische stad Tsjeljabinsk. Zie de foto.



De drukgolf van de explosie veroorzaakte veel schade, ongeveer 1100 mensen raakten gewond. Van de meteoriet bleef bijna niets over. De tabel hieronder geeft aan hoe vaak de aarde gemiddeld in jaren door meteorieten van een bepaalde grootte wordt getroffen.

diameter meteoriet	gemiddelde tijd tussen inslagen (jaar)	gevolgen inslag
4 m	1	heldere vuurbol: meteorieten op aarde
7 m	5	zeer heldere vuurbol: mogelijk explosie in dampkring, meteorieten op aarde
15 m	50	dampkringexplosie: regionale schade
50 m	1000	dampkringexplosie of inslag: verwoesting in gebied ter grootte van de Randstad
100 m	5000	zware inslag: verwoesting in gebied zo groot als Nederland
500 m	$1,0 \cdot 10^3$	zeer zware inslag: verwoesting in gebied ter grootte van Europa
1 km	$5,0 \cdot 10^3$	extreem zware inslag: (klimaat)effecten op een compleet halfrond
5 km	$2,0 \cdot 10^4$	desastreuze inslag: wereldwijde (klimaat)effecten, uitsterven van diersoorten
10 km	$1,0 \cdot 10^5$	catastrofale inslag: wereldwijde (klimaat)effecten, massaal uitsterven van diersoorten

a Bereken hoe vaak er een meteoriet van 15 m in een mensenleven (80 jaar) op aarde inslaat.

Twee procent van het aardoppervlak is in enige mate bewoond.

b Bereken hoeveel jaar er gemiddeld zit tussen twee inslagen van een object van 15 m in bewoond gebied.

Ongeveer 65 miljoen jaar geleden sloeg er een meteoriet bij Mexico in de aardkorst. Dit veroorzaakte het uitsterven van onder andere de dinosaurussen.

c Hoe groot was de meteoriet minimaal?

15

De maan beweegt in 27,3 dagen tijd rond de aarde. De baansnelheid is ongeveer 1000 m/s.

a Bereken de baanstraal van de maan.

b Leg uit waarom je deze afstand beter niet in ÅE kunt uitdrukken.

16

Op het Kosmoscollege maken leerlingen van de derde klas op het schoolplein een zonnestelsel op schaal. Voor de afstand zon-aarde nemen ze een cirkel van 10 m.

a Bereken met dezelfde schaal de afstanden van de overige zeven planeten van ons zonnestelsel.

b Bepaal welke schaal je moet gebruiken als het zonnestelsel met de acht planeten op jouw schoolplein moet passen.

17

Een planeet ver hiervandaan draait in 10 dagen een rondje rond zijn ster. Hoe oud ben je op deze planeet in de jaren die daar gelden?

18

Overdag is de gemiddelde temperatuur op Mercurius ongeveer 427 °C. Venus bevindt zich verder weg van de zon dan Mercurius. Je zou kunnen verwachten dat het daarom koeler is op Venus. Toch is de gemiddelde (dag)temperatuur daar hoger (462 °C) dan op Mercurius.

Leg met behulp van informatie op internet uit hoe dat kan.

Boek HAVO

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.1 Ons zonnestelsel

Je kunt nu

- planeten en andere hemellichamen benoemen en aangeven waar ze in het zonnestelsel voorkomen;
- werken met machten van 10;
- omrekeningen maken van afstanden in km naar afstanden in ÅE;
- werken met de formule voor baansnelheid.

8.1 Opdrachten

A 1

Juist of onjuist?

- a Jupiter is een aardse planeet.
- b Gasreuzen zijn groter dan aardse planeten.
- c Een brokstuk dat op aarde valt, heet een komeet.
- d De omlooptijd van de aarde is gelijk aan een maand.
- e Van alle planeten is Neptunus het verst verwijderd van de zon.
- f De Kuiper gordel bestaat alleen uit dwergplaneten.

A 2

- a Noem de vier aardse planeten en de vier gasreuzen.
- b Noem twee verschillen tussen aardse planeten en gasreuzen.

A 3

Leg uit wat het verschil tussen een meteoriet en een meteor is.

A 4

- a Wat bedoel je met de omlooptijd van een planeet?
- b Hoe groot is de omlooptijd van Neptunus?

A 5

Leg in eigen woorden uit hoe het zonnestelsel is ontstaan.

B 6

- a Leg uit hoe breed de planetengordel maximaal zou kunnen zijn.
- b Welke planeten zijn de buren van de aarde?

B 7

Leg uit of een jaar op Mars korter of langer duurt dan een jaar op aarde.

B 8

Reken de baanstraal van Venus om in meter.

B 9

Een komeet heeft een kenmerkende staart.

- a Waardoor ontstaat de staart van een komeet?
- b Noem twee verschillen tussen een komeet en een vallende ster.

B 10

Bereken de baansnelheid van Mars.

C 11

De maan draait in een elliptische baan om de aarde. Hierdoor is de afstand van de aarde tot de maan niet altijd hetzelfde.

- a Teken een ellips en plaats de aarde in F1.
- b Geef de posities van de korte en de lange as aan.

De minimale afstand tussen de aarde en de maan is $3,6 \cdot 10^8$ m. De lange as heeft een lengte van $7,7 \cdot 10^8$ m.

C 12

Het licht van de zon bereikt onze aarde in ongeveer 8 minuten. Zonlicht legt in 8 minuten dus 1 astronomische eenheid (AE) af. Bereken hoe lang het zonlicht erover doet om bij Neptunus te komen.

C 13

Van de dwergplaneet Pluto zijn in jul 2015 voor het eerst gedetailleerde opnamen gemaakt, zie de figuur hiernaast.

- a Zoek op internet op wat de baanstraal van Pluto is. Geef je antwoord in AE.
- b Zoek op internet op welke dwergplaneten nog verder dan Pluto van de zon af staan.

Pluto heeft een baansnelheid van 4700 m/s.

- c Bereken de omlooptijd van Pluto. Gebruik hiervoor ook je antwoord op vraag a.

C 14

In februari 2013 ontlofte een meteoriet met een diameter van ongeveer 15 m boven de Russische stad Tsjeljabinsk, zie de foto.

De drukgolf van de explosie veroorzaakte veel schade, ongeveer 1100 mensen raakten gewond. Van de meteoriet bleef bijna niets over. De tabe op de volgende bladzijde geeft aan hoe vaak de aarde gemiddeld in jaren door meteorieten van een bepaalde grootte wordt getroffen.



Boek VWO

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.1 Ons zonnestelsel

diameter meteoriet	gemiddelde tijd tussen inslagen (jaar)	gevolgen inslag
4 m	1	heldere vuurbol: meteorieten op aarde
7 m	5	zeer heldere vuurbol: mogelijk explosie in dampkring, meteorieten op aarde
15 m	50	dampkringexplosie: regionale schade
50 m	1000	dampkringexplosie of inslag: verwoesting in gebied ter grootte van de Randstad
100 m	5000	zwarte inslag: verwoesting in gebied zo groot als Nederland
500 m	$1,0 \cdot 10^6$	zeer zware inslag: verwoesting in gebied ter grootte van Europa
1 km	$5,0 \cdot 10^6$	extreem zware inslag: klimaat effecten op een compleet halfrond
5 km	$2,0 \cdot 10^6$	desastreuze inslag: wereldwijde (klimaat) effecten, uitsterven van diersoorten
10 km	$1,0 \cdot 10^6$	wereldwijde (klimaat) effecten, massaal uitsterven van diersoorten

- a Bereken hoe vaak er een meteoriet van 15 m in een mensleven (80 jaar) op aarde inslaat.

Twee procent van het aardoppervlak is in enige mate bewoond.

- b Bereken hoeveel jaar er gemiddeld zit tussen twee inslagen van een object van 15 m in bewoond gebied.

Ongeveer 65 miljoen jaar geleden sloeg er een meteoriet bij Mexico in de aardkorst. Dit veroorzaakte het uitsterven van onder andere de dinosaurussen.

- c Hoe groot was de meteoriet minimaal?

G 15

De maan beweegt in 27,3 dagen rond de aarde. De baansnelheid is ongeveer 1000 m/s.

- a Bereken de baanstraal van de maan.

- b Leg uit waarom je deze afstand beter niet in AE kunt uitdrukken.

G 16

Op het Kosmoscollege maken leerlingen van de derde klas op het schoolplein een zonnestelsel op schaal. Voor de afstand zon-aarde nemen ze een cirkel van 10 m.

- a Bereken met dezelfde schaal de afstanden van de overige zeven planeten van ons zonnestelsel.

- b Bepaal welke schaal je moet gebruiken als het zonnestelsel met de acht planeten op jouw schoolplein moet passen.

+ 17

Een planeet ver hiervandaan draait in 10 dagen een rondje rond zijn ster. Hoe oud ben je op deze planeet in de jaren die daar gelden?

+ 18 N

Overdag is de gemiddelde temperatuur op Mercurius ongeveer 427 °C. Venus bevindt zich verder weg van de zon dan Mercurius. Je zou kunnen verwachten dat het daarom kouder is op Venus. Toch is de gemiddelde (dag)temperatuur daar hoger (462 °C) dan op Mercurius.

Leg met behulp van informatie op internet uit hoe dat kan.

Boek VWO

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

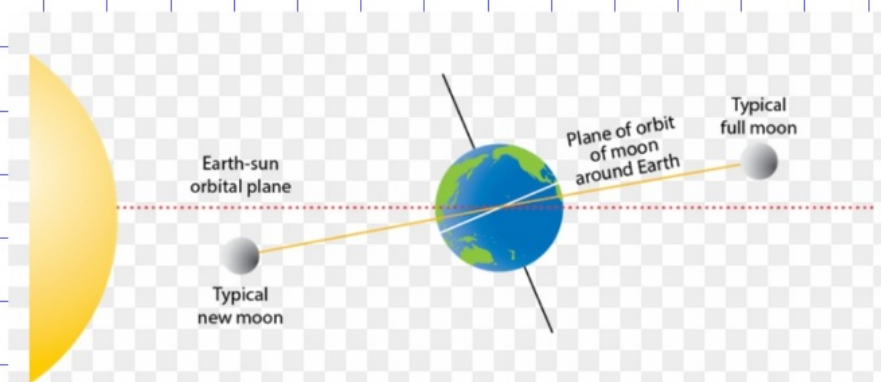
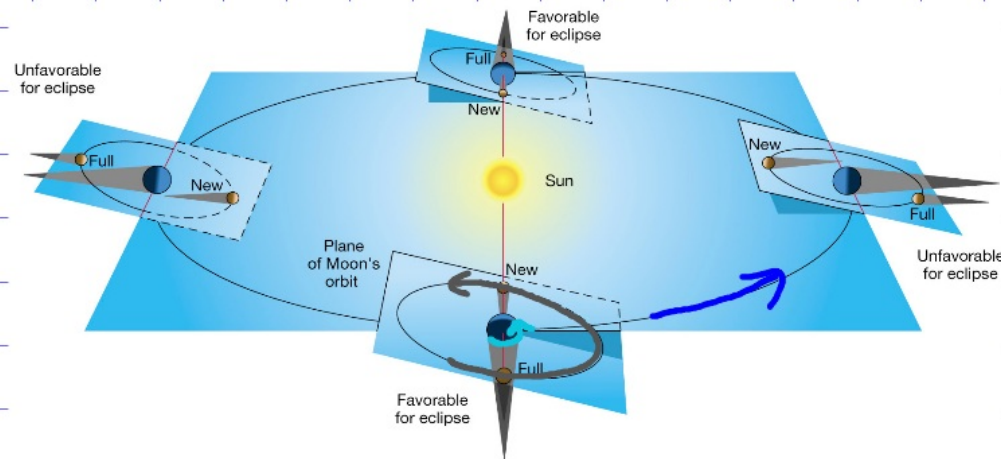
§ 8.1 Ons zonnestelsel

Je kunt nu

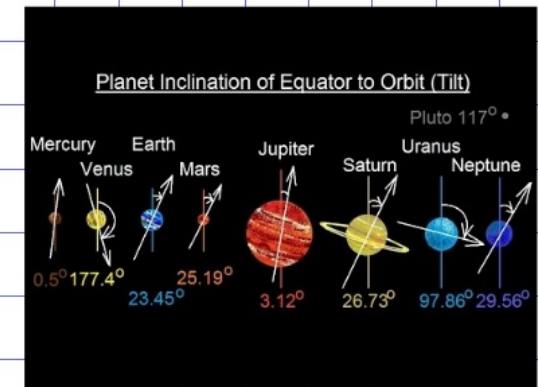
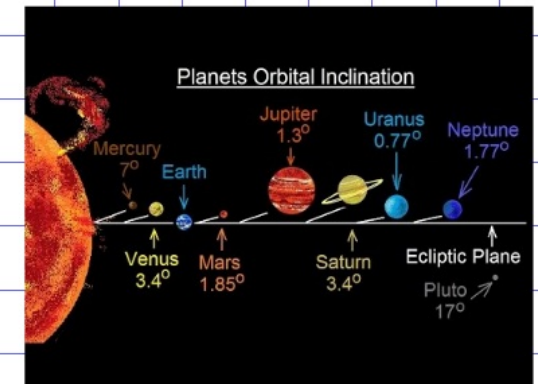
- planeten en andere hemellichamen benoemen en aangeven waar ze in het zonnestelsel voorkomen;
- omrekeningen maken van afstanden in m naar afstanden in AE;
- werken met de formule voor baansnelheid.

§ 8.2 De aarde en haar omgeving

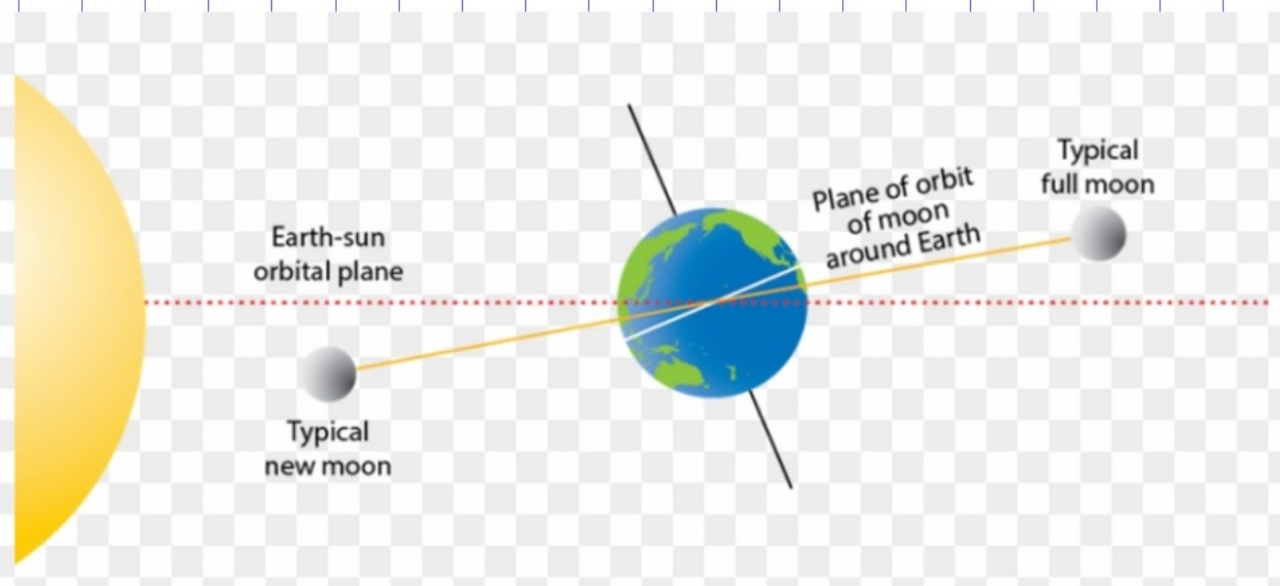
C. Je weet de betekenis van deze begrippen: **baanvlak/ecliptica**, **schrikkeljaar**, **aard-as**, seizoenen, Poolster/Zuiderkruis, maanfasen: eerste kwartier, volle maan, laatste kwartier, nieuwe maan, zonsverduistering, maansverduistering, getijden: eb, vloed, springtij, doodtij, sateliet, ISS, Ruimtetelescopen: Hubble en Webb, Langrangepunten.



Hoofdstuk 8: Sterrenkunde



C. Je weet de betekenis van deze begrippen: baanvlak/ecliptica, schrikkeljaar, aard-as, seizoenen, **Poolster/Zuiderkruis**, maanfasen: eerste kwartier, volle maan, laatste kwartier, nieuwe maan, zonsverduistering, maansverduistering, getijden: eb, vloed, springtij, doodtij, sateliet, ISS, Ruimtetelescopen: Hubble en Webb, Langrangepunten.



Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

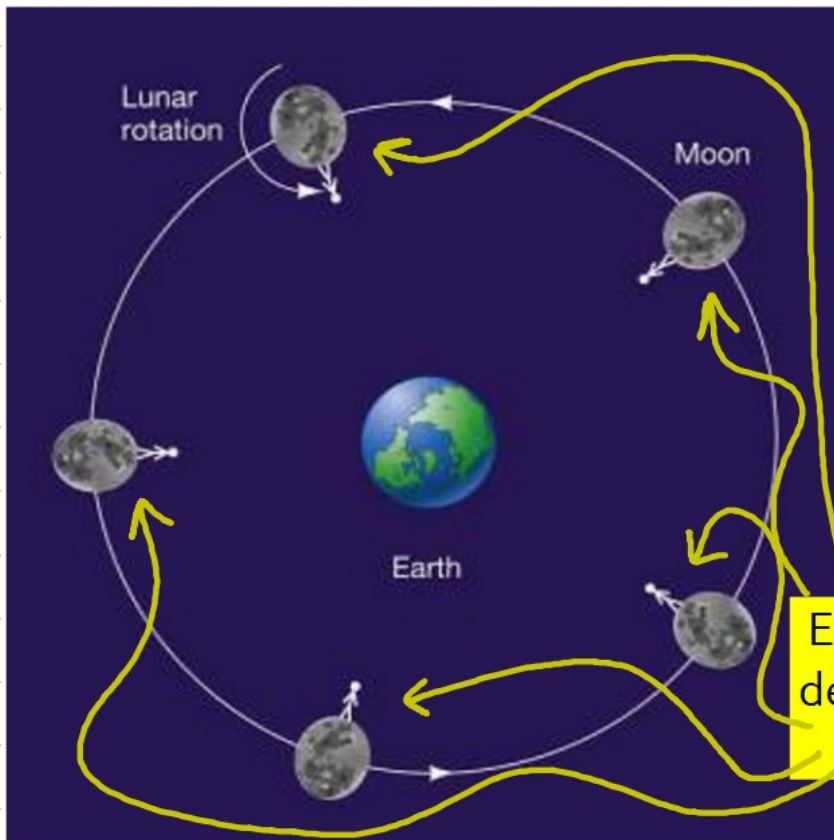
§ 8.2 De aarde en haar omgeving



C. Je weet de betekenis van deze begrippen: baanvlak/ecliptica, schrikkeljaar, aard-as, seizoenen, Poolster/Zuiderkruis, maanfasen: eerste kwartier, volle maan, laatste kwartier, nieuwe maan, zonsverduistering, maansverduistering, getijden: eb, vloed, springtij, doodtij, sateliet, ISS, Ruimtetelescopen: Hubble en Webb, Langrangepunten.

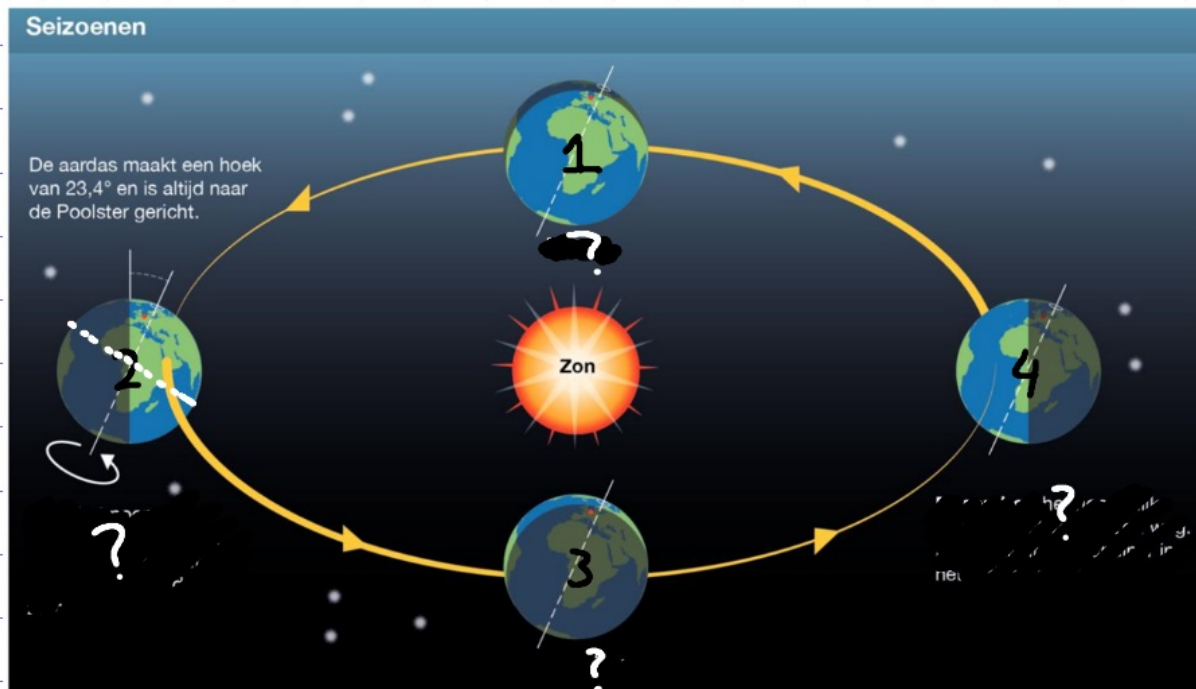
Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.2 De aarde en haar omgeving



EXTRA WEETJE, Getijdenvergrendeling:
de maan is altijd met dezelfde kant naar de aarde gericht.

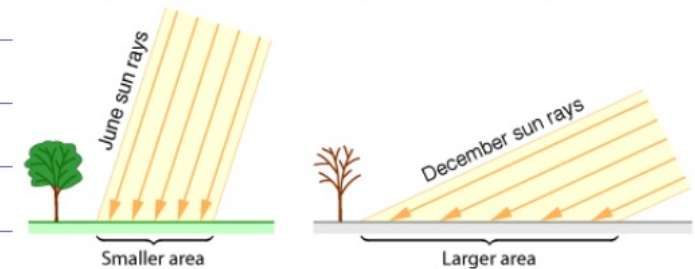
C. Je weet de betekenis van deze begrippen: baanvlak/ecliptica, schrikkeljaar, aard-as, **seizoenen**, Poolster/Zuiderkruis, maanfasen: eerste kwartier, volle maan, laatste kwartier, nieuwe maan, zonsverduistering, maansverduistering, getijden: eb, vloed, springtij, doodtij, sateliet, ISS, Ruimtetelescopen: Hubble en Webb, Langrangepunten.



8.6 De seizoenen zijn een gevolg van de kanteling van de aardas ten opzichte van het baanvlak.

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.2 De aarde en haar omgeving



Voorbeeld:

Welk seizoen is het...

- a. Op moment 2 op het noordelijk halfrond **zomer**
- b. Op moment 1 op het zuidelijk halfrond **herfst**

Bord oefening 7:

Bereken welk seizoen het is...

- a. Op moment 1 op het noordelijk halfrond. **lente**
- b. Op moment 4 op het zuidelijk halfrond. **zomer**

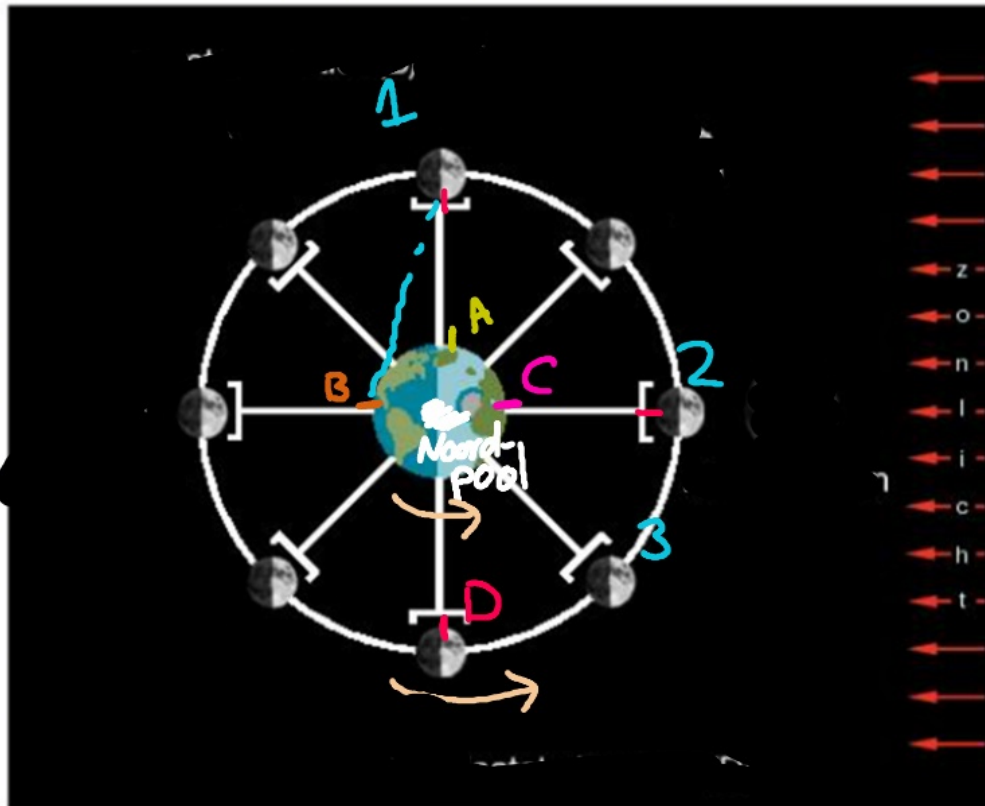
Toward the poles, more sunlight also is reflected by the atmosphere and Earth's surface when it strikes at a shallow angle.



C. Je weet de betekenis van deze begrippen: baanvlak/ecliptica, schrikkeljaar, aard-as, seizoenen, Poolster/Zuiderkruis, **maanfasen: eerste kwartier, volle maan, laatste kwartier, nieuwe maan**, zonsverduistering, maansverduistering, getijden: eb, vloed, springtij, doodtij, sateliet, ISS, Ruimtetelescopen: Hubble en Webb, Langrangepunten.

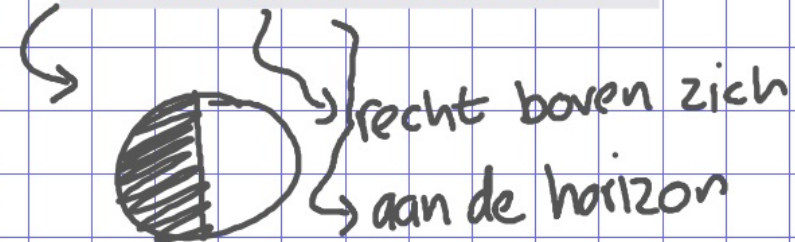
Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.2 De aarde en haar omgeving



Voorbeeld:

Hoe ziet de maan er uit (schijngestalte en positie boven de horizon) voor waarnemer A en B in situatie 1?



Bord oefening 8:

Hoe ziet...

- De maan er uit voor waarnemer C in situatie 2 en 3?
- De aarde er uit voor waarnemer D in situatie 1 en 2?

Hand-drawn diagram showing the Moon as seen from observer C. The Moon is a circle with the left half shaded. A bracket on the right side of the circle is labeled 'recht boven zich' (directly overhead).

Hand-drawn diagram showing the Moon as seen from observer D. The Moon is a circle with the left half shaded. A bracket on the right side of the circle is labeled 'halverwege' (halfway).



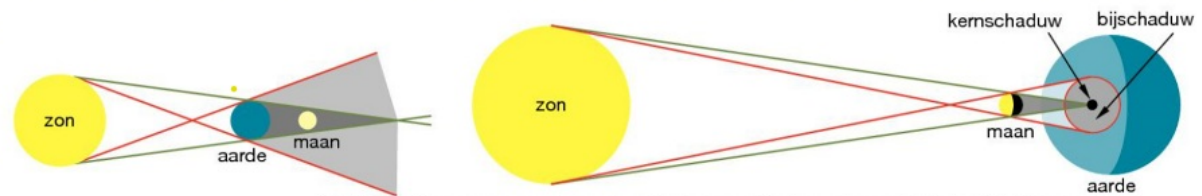
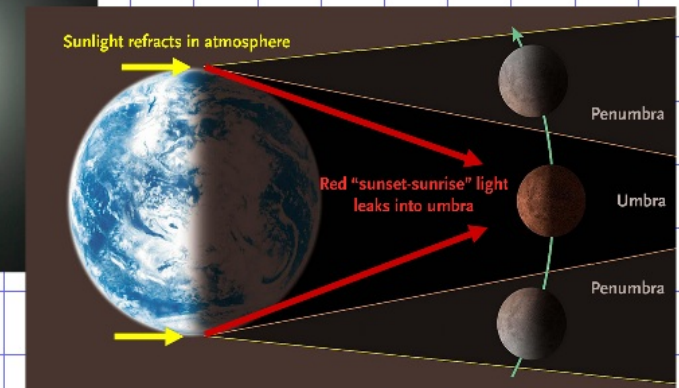
C. Je weet de betekenis van deze begrippen: baanvlak/ecliptica, schrikkeljaar, aard-as, seizoenen, Poolster/Zuiderkruis, maanfasen: eerste kwartier, volle maan, laatste kwartier, nieuwe maan, **zonsverduistering**, **maansverduistering**, getijden: eb, vloed, springtij, doodtij, sateliet, ISS, Ruimtetelescopen: Hubble en Webb, Langrangepunten.

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

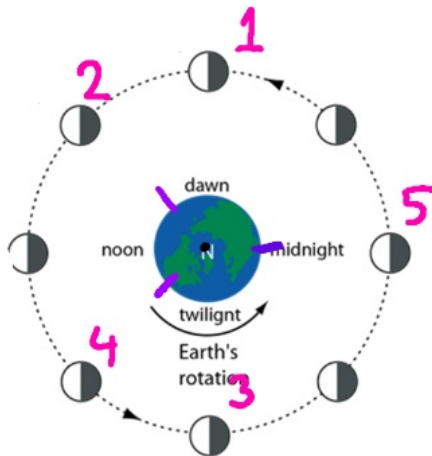
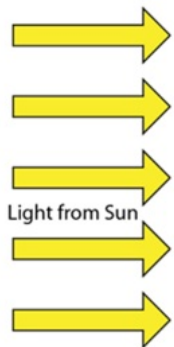
§ 8.2 De aarde en haar omgeving



8.8 Het vlak waarin de maan om de aarde draait maakt een hoek met het baanvlak van de aarde. Hierdoor wordt de maan tijdens volle maan meestal niet verduisterd.



8.9 De positie van zoon, aarde en maan tijdens een totale maansverduistering (links) en een totale zonsverduistering (rechts)



a. pos 1:

pos 2:

b. 3:

4:

a. lente

b. 1

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

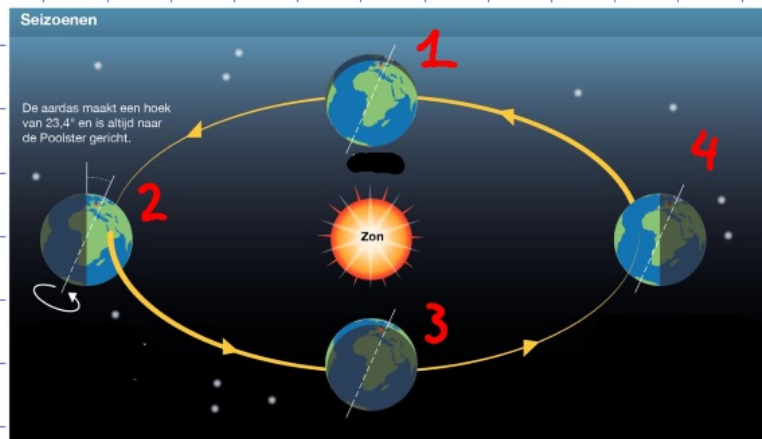
§ 8.2 De aarde en haar omgeving

Extra bordoefening A:

- Teken hoe de maan er uitziet (de "schijngestalte") vanaf de aarde gezien op moment 1 en 2.
- Teken hoe de aarde er uitziet vanaf de maan op moment 3 en 4.
- Geef de naam van de schijngestalte van moment 1, 3 en 5.

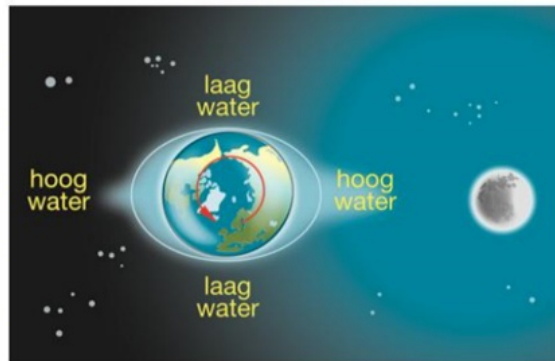
Extra bordoefening B:

- Geef het seizoen dat hoort bij moment 1 op het noordelijk halfrond.
- Geef het nummer van het moment dat hoort bij herfst op het zuidelijk halfrond.

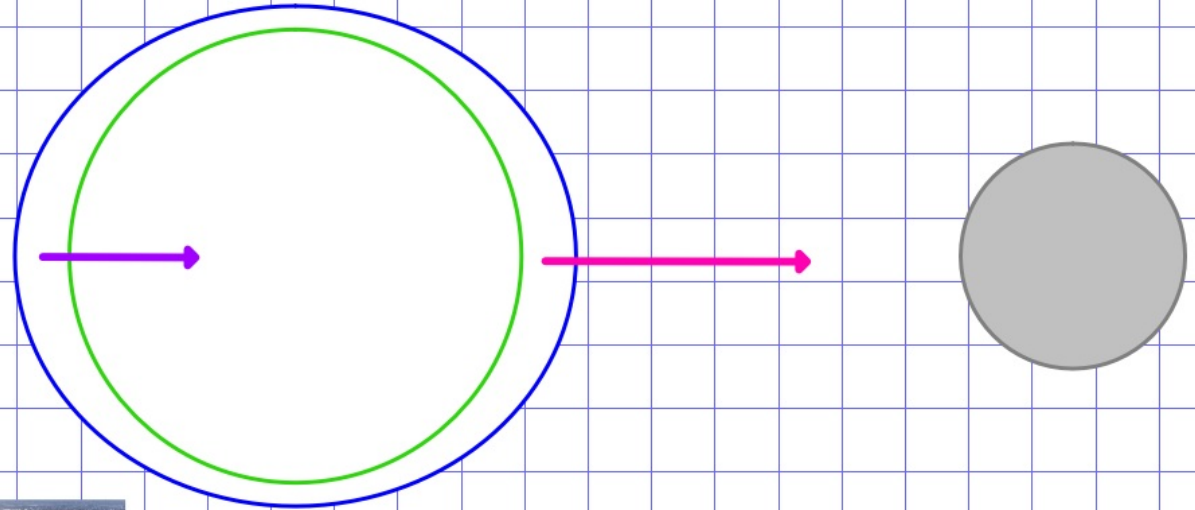


8.6 De seizoenen zijn een gevolg van de kanteling van de aarde ten opzichte van het baanvlak.

C. Je weet de betekenis van deze begrippen: baanvlak/ecliptica, schrikkeljaar, aard-as, seizoenen, Poolster/Zuiderkruis, maanfasen: eerste kwartier, volle maan, laatste kwartier, nieuwe maan, zonsverduistering, maansverduistering, **getijden: eb, vloed, springtij, doodtij**, sateliet, ISS, Ruimtetelescopen: Hubble en Webb, Langrangepunten.



8.10 Hoog- en laagwater ten gevolge van de stand van de maan ten opzichte van de aarde



Simpele verklaring:

- de **zwaartekracht** van een hemellichaam (aarde, maan, zon) is *zwakker als je verder weg bent* van dat hemellichaam.
- de bult aan de kant van de maan (A) wordt veroorzaakt door de sterkere aantrekking van de maan.
- de bult aan de andere kant van de aarde (B) wordt veroorzaakt door de zwakkere aantrekking van de maan op die plaats.

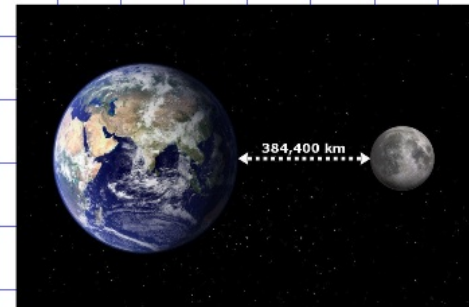
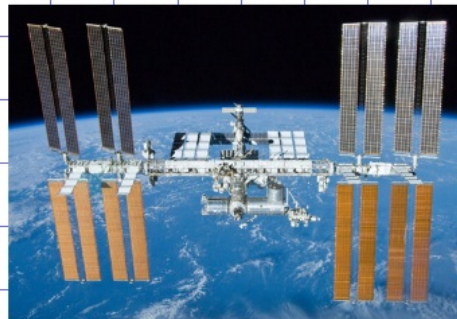
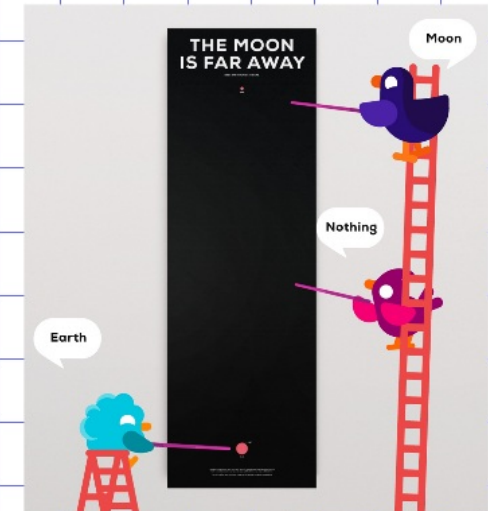
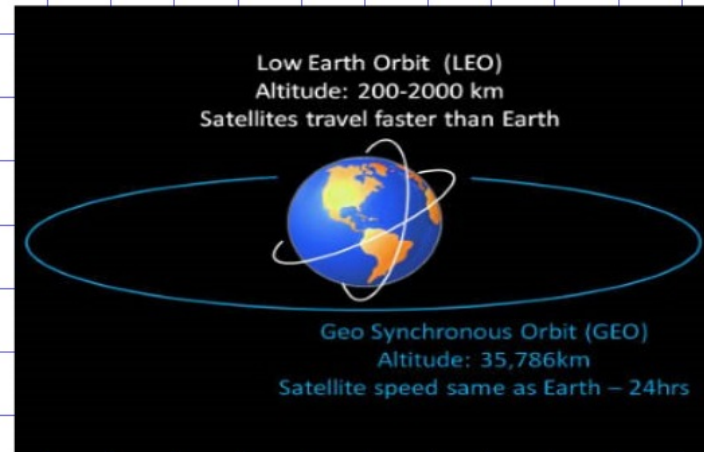
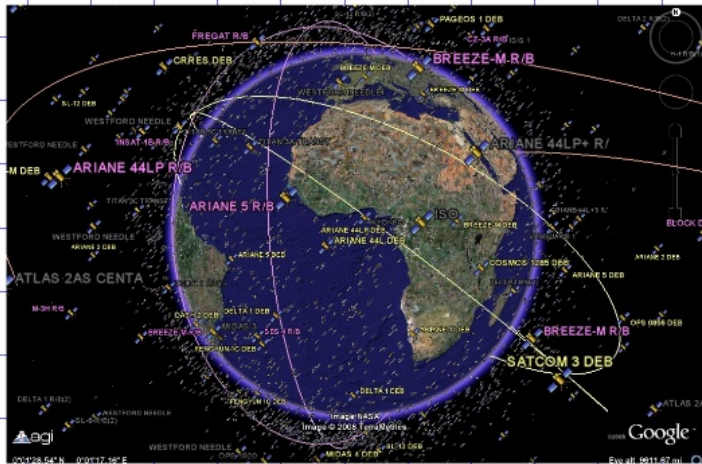
Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.2 De aarde en haar omgeving

C. Je weet de betekenis van deze begrippen: baanvlak/ecliptica, schrikkeljaar, aard-as, seizoenen, Poolster/Zuiderkruis, maanfasen: eerste kwartier, volle maan, laatste kwartier, nieuwe maan, zonsverduistering, maansverduistering, getijden: eb, vloed, springtij, doodtij, **satelliet**, **ISS**, **Ruimtetelescopen: Hubble** en **Webb**, Langrangepunten.

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.2 De aarde en haar omgeving



8.2 Opdrachten

A 19

Leg uit wat het verschil is tussen hoe het zonlicht in de zomer en in de winter invalt.

A 20 M

De Poolster is een ster met een bijzondere positie aan de hemel. Wat maakt de positie van de Poolster bijzonder?

A 21 M

- Wat is een schrikkeljaar?
- Hoe vaak is er een schrikkeljaar?
- Waarom is een schrikkeljaar nodig?

A 22

Leg uit hoe het noorderlicht ontstaat.

B 23 M

In de zomer is het warmer dan in de winter. Noem hiervoor een oorzaak.

B 24

Op een winterdag komt de zon op om 8:48 uur en gaat ze onder om 16:38 uur. Op welke tijd bereikt de zon haar hoogste punt?

B 25 M

Waarom komt een witte kerst in Australië niet voor?

B 26

Verkeersvliegtuigen vliegen op een hoogte van ongeveer 10 km. Hebben deze vliegtuigen last van poollicht als ze over de noordpool vliegen? Zoek hiervoor op internet op hoe hoog in de atmosfeer van de aarde het poollicht wordt uitgestraald.

C 27

De gemiddelde snelheid van de zonnewind is $4,5 \cdot 10^7$ m/s. Stel, er is een uitbarsting op het oppervlak van de zon waardoor de zonnewind sterker wordt.

- Bereken hoeveel dagen later het poollicht op aarde dan in sterkte zal toenemen.
- Leg uit waarom het poollicht dan beter is te zien.

C 28

De aarde maakt een cirkelbaan rond de zon.

- Bereken hoeveel meter de aarde tijdens één omloop rond de zon aflegt.
- Hoe lang duurt één omloop van de aarde rond de zon?
- Bereken met welke snelheid in km/h de aarde rond de zon beweegt.
- Reken deze snelheid om naar m/s.

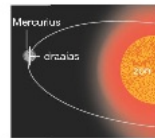
C 29 M

Van de planeet Mercurius staat de draaiax rechtop, zie de figuur hiernaast.

- Leg uit waarom Mercurius geen seizoenen heeft.

Mercurius heeft geen magnetoveld.

- Leg uit waarom je op Mercurius geen poollicht kunt zien.



+ 30 M

De aarde draait in 365,25 dagen om de zon. Om dat als lengte van een jaar te nemen is erg onhandig. Daarom is er afgesproken dat een kalenderjaar 365 dagen duurt. Stel nu eens dat een jaar van 366 dagen was afgesproken.

- Hoeveel dagen te veel heb je dan na één kalenderjaar?
- Hoe moet je de kalender dan aanpassen na vier jaar?

Je kunt nu

- de baan van de aarde omschrijven;
- uitleggen wat de begrippen aardas, baanvlak en schrikkeljaar betekenen;
- uitleggen wat de seizoenen op aarde veroorzaakt;
- uitleggen hoe noorderlicht ontstaat en wat de zonnewind is.

Maak opg. 21, 23, 24, 25, 29, 30.

8.2 Opdrachten

A 19

Just of onjuist?

- a Een maansverduistering kan alleen tijdens volle maan plaatsvinden.
- b De maan is een satelliet.
- c Eb en vloed worden veroorzaakt door de zwaartekracht van de zon op de aarde.
- d Er zijn zes maanfasen.
- e Tijdens springtij staan de maan, aarde en zon op één lijn.

A 20 M

De Poolster is een ster met een bijzondere positie aan de hemel. Wat maakt de positie van de Poolster bijzonder?

A 21 M

- a Wat is een schrikkeljaar?
- b Hoe vaak is er een schrikkeljaar?
- c Waarom is een schrikkeljaar nodig?

A 22

Satellieten zijn er voor allerlei verschillende doeleinden. Noem drie verschillende doelen waarvoor satellieten worden gebruikt.

A 23 M

In een maand zie je de maan telkens anders.

- a Hoe lang duurt iedere maanfase ongeveer?
- b Teken de schijngestalten van de maan en schrijf bij elke schijngestalte de naam.

B 24

In de zomer is het warmer dan in de winter.

- a Noem hiervoor een oorzaak.
- b Waarom komt een witte kerst in Australië niet voor?

B 25 M

Bereken de snelheid van de maan in zijn baan om de aarde in m/s.

B 26 M

Per dag is het twee keer eb en twee keer vloed.

- a Als het 's ochtends om 6:00 uur eb is, hoe laat zal het dan ongeveer vloed zijn?
- b Waarom is er op de maan geen eb en vloed?

B 27

- a Tijdens welke maanfase(n) kan een zonsverduistering plaatsvinden?

- b Leg uit waarom je een totale zonsverduistering altijd maar op een klein deel van de aarde kunt zien.

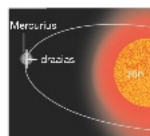
B 28

We beraderen de baan van de aarde om de zon als een cirkelbaan.

- a Bereken hoeveel meter de aarde tijdens één omloop rond de zon aflegt.
- b Bereken met welke snelheid in km/h de aarde rond de zon beweegt.

C 29

Van de planeet Mercurius staat de draaas rechtop; zie de figuur hiernaast. Leg uit waarom Mercurius geen seizoenen heeft.



C 30 M

Een gedeeltelijke zonsverduistering kun je in Nederland wel een paar keer in je leven zien. Een complete zonsverduistering is er pas weer in 2135. Leg uit waarom een totale verduistering veel zeldzamer is dan een gedeeltelijke verduistering.

C 31 M

- a Teken het zon-aarde-maansysteem tijdens doortij.
- b Welke twee maanfasen zijn er mogelijk bij doortij?

C 32 M

De maan heeft altijd dezelfde kant van zijn oppervlak naar de aarde gericht. Stel dat je op de nabije kant van de maan staat en je lang naar de aarde kijkt. Welke bewering is waar?

- a De aarde komt op in het oosten en gaat onder in het westen.
- b De aarde komt op in het westen en gaat onder in het oosten.
- c De aarde is altijd op en staat altijd op dezelfde plek aan de hemel.

C 33

Leg uit waarom niet elke nieuwe maan een zonsverduistering geeft.

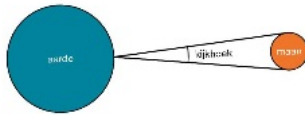
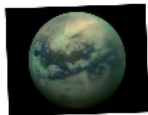
Boek VWO

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.2 De aarde en haar omgeving

C 34 N

Niet alle de aarde heeft manen, ook andere planeten hebben manen. Hiernaast zie je een foto van de maan Titan. Onze maan is de op vier na grootste maan van ons zonnestelsel. Zoek op welke manen nog groter zijn en rond welke planeten ze draaien.



c. Leg zonder berekening uit hoe groot de kijkhoek is waar-
om je de zon ziet.

C 35

Leg uit waarom een totale zonsverduistering maximaal
maar zeven minuten duurt, terwijl een totale maansverduis-
tering wel anderhalf uur duurt.

C 36

a. Zoek op internet op wat de massa (in kilogram) van de
aarde en de maan is. Zoek ook op wat de straal in meter
van de aarde en de maan is.

Stel dat de aarde zo groot en zwaar zou zijn als een
voetbal. Een voetbal heeft een diameter van 15 cm en een
massa van 325 g. Je bepaalt nu in dezelfde verhouding de
diameter en de massa van de maan.

b. Wat zou dan de diameter en massa van de maan zijn?
Geef je berekening.

c. Leg uit wat voor bevoorming voorover je dan zou kunnen
gebruiken om de maan voor te stellen.

+ 37 N

De maan lijkt aan de hemel ongeveer even groot als de
zon. Uit metingen weten we dat de zon 400 keer zo ver
weg staat als de maan. De maan heeft een diameter van
 $3,5 \cdot 10^6$ m en staat op een afstand van $3,8 \cdot 10^8$ m van de
aarde.

a. Bereken nu de diameter van de zon in meter.

b. Bereken de kijkhoek waaronder je naar de maan kijkt. Zie
de figuur in de kolom hiernaast.

T 38 N

De aarde draait in 365,25 dagen om de zon. Om dat als
lengte van een jaar te nemen is erg onhandig. Daarom is er
afgesproken dat een kalenderjaar 365 dagen duurt. Stel nu
eens dat een jaar van 366 dagen was afgesproken.

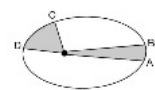
a. Hoeveel dagen te veel heb je dan na één kalenderjaar?
b. Hoe moet je de kalender dan na vier jaar aanpassen?

+ 39

De baan van de aarde om de zon is een elliptische baan.
Hierdoor is de afstand van de aarde tot de zon een deel
van het jaar groter en in een ander deel kleiner.

a. Leg uit waarom dit niet de oorzaak van de seizoenen kan
zijn.

Johannes Kepler heeft met zijn drie wetten de elliptische
baan van de aarde beschreven. Zijn tweede wet zegt dat
als een planeet in dezelfde
tijd van punt A naar B als
van punt C naar D be-
weegt, de oppervlakte van
de grijze gebieden in de
figuur hiernaast gelijk zijn.

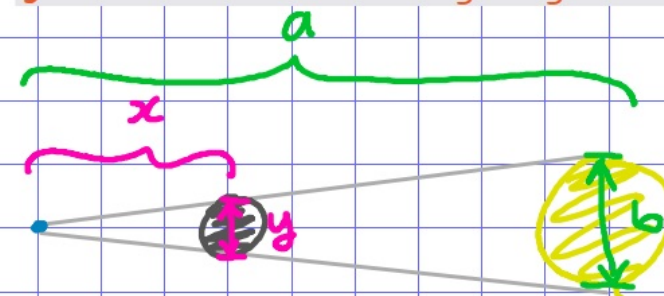


b. Leg uit in welk punt de
aarde de grootste baarsnelheid heeft, in het punt het
dichtst bij de zon of in het punt het verst van de
zon?

Boek VWO

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.2 De aarde en haar omgeving



$$\frac{x}{y} = \frac{a}{b}$$

$$\frac{3,8 \cdot 10^8 \text{ m}}{3,5 \cdot 10^6} = \frac{400 \cdot 3,8 \cdot 10^8 \text{ m}}{b}$$

$$108,6 = \frac{1,52 \cdot 10^{11}}{b}$$

$$b = \frac{1,52 \cdot 10^{11}}{108,6} = 1,40 \cdot 10^9 \text{ m}$$

Je kunt nu

- de baan van de aarde omschrijven;
- uitleggen wat de begrippen aardas, baanvlak en schrikkeljaar betekenen;
- uitleggen wat de seizoenen op aarde veroorzaken;
- uitleggen wat doozijn en springtij is en hoe de getijden worden veroorzaakt;
- uitleggen hoe zons- en maansverduisteringen ontstaan;
- beschrijven wat de posities van de aarde, de zon en de maan bij de verschillende schijn-
gestalten van de maan is.

© Noordhoff Uitgevers bv

§ 8.3 De melkweg en het heelal

Voor afstanden tussen zonnestelsels en groter gebruikt men het **lichtjaar**. Een lichtjaar is de afstand die licht (snelheid = $3,00 \times 10^8$ m/s) in één jaar aflegt.

Bordoefening 7:

$$a) s = v \cdot t = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 1,0 \text{ s} = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \quad (1 \text{ lichtseconde})$$

$$b) 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot 60 = 1,8 \cdot 10^{10} \text{ m}$$

$$c) 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 31536000 = 3,1536 \cdot 10^7 \text{ s}$$

$$s = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 3,1536 \cdot 10^7 \text{ s} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m} \quad (1 \text{ lichtjaar}) \quad 1 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

Bordoefening 8:

$$\frac{9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}}{1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}} = 63067$$

$$1 \text{ lj} = 63067 \text{ AE}$$

$$= 300.000 \text{ km/s}$$
$$= 3,00 \cdot 10^5 \text{ km/s}$$

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

Bordoefening 7: Het licht plant zich voort in vacuüm met een snelheid van $3,00 \times 10^8$ m/s. Reken uit welke afstand het licht aflegt in: $365 \cdot 24 \cdot 3600$

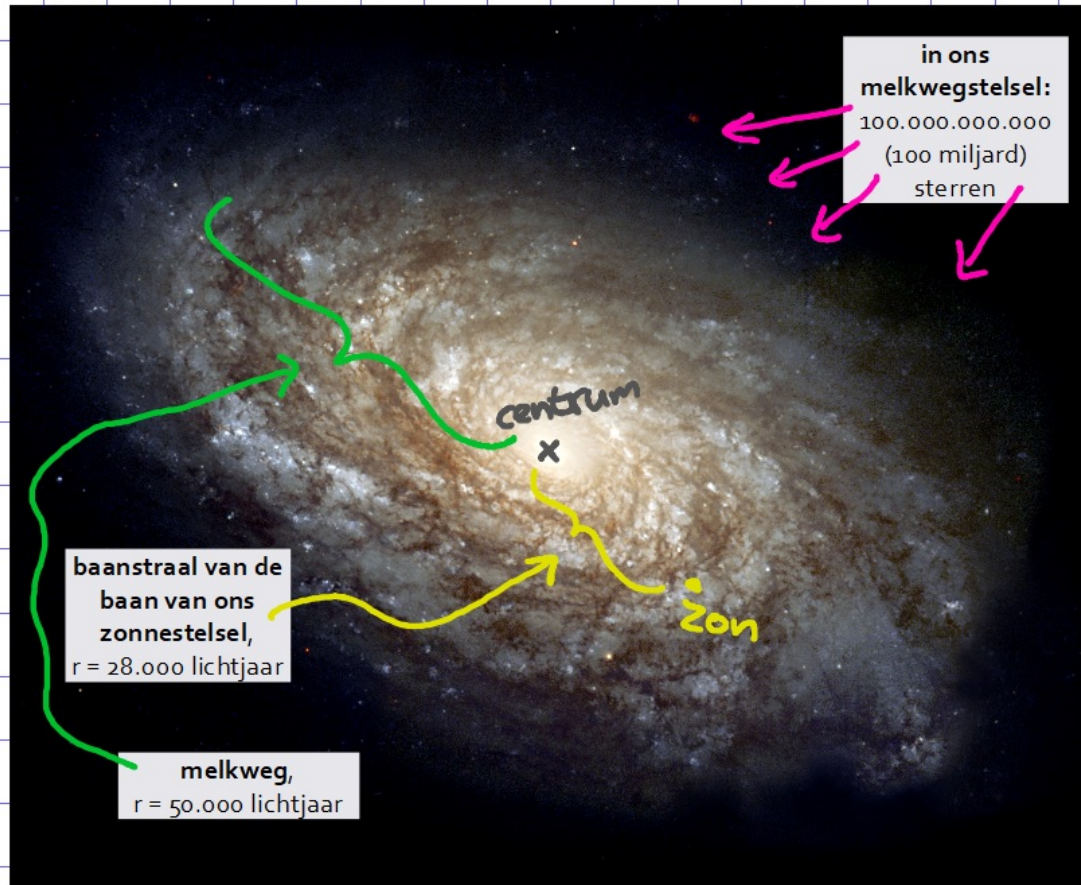
a) 1 s | b) 1 min | c) 1 jaar = 31536000

Bordoefening 8: Reken uit hoe vaak de AE ($1,50 \times 10^8$ km) past in een lichtjaar.

$$s = v \cdot t \quad t = 60 \text{ s}$$

D. Je weet de betekenis van deze begrippen: sterrenstelsel, melkweg, lichtjaar, lichtsnelheid, sterrenbeeld, oerknal,

D. Je weet de betekenis van deze begrippen: sterrenstelsel, melkweg, **lichtjaar**, **lichtsnelheid**, sterrenbeeld, oerknal,



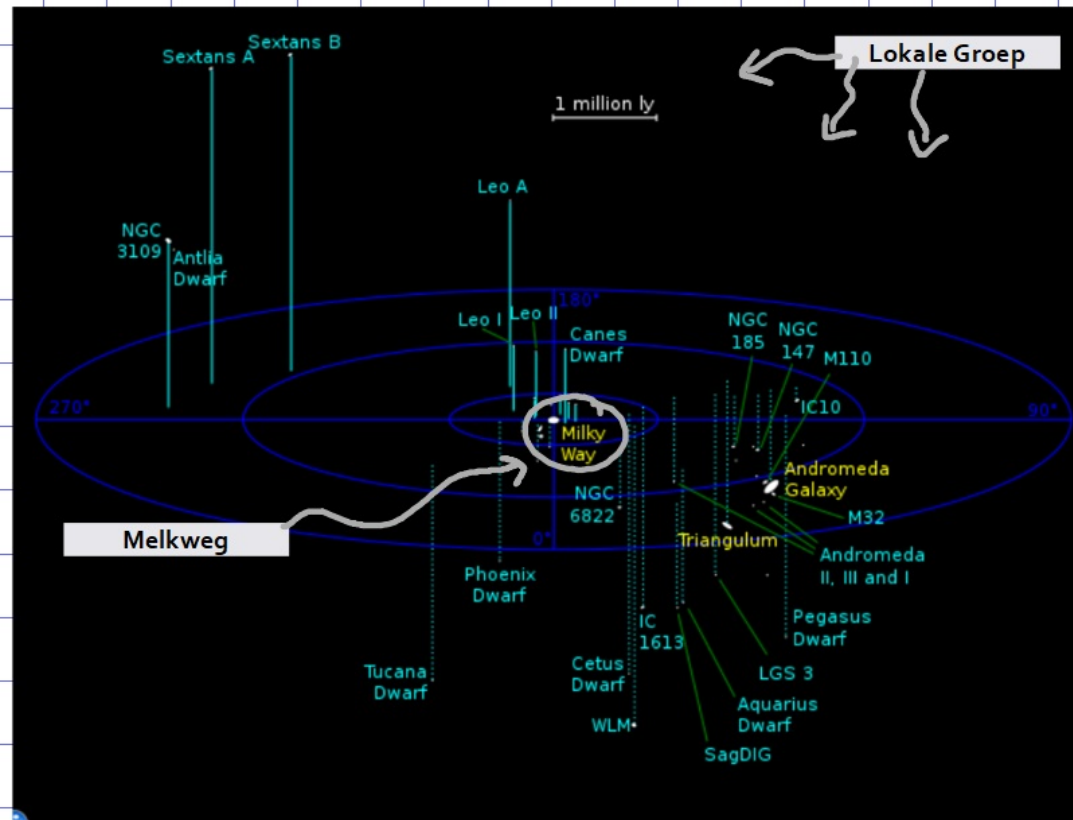
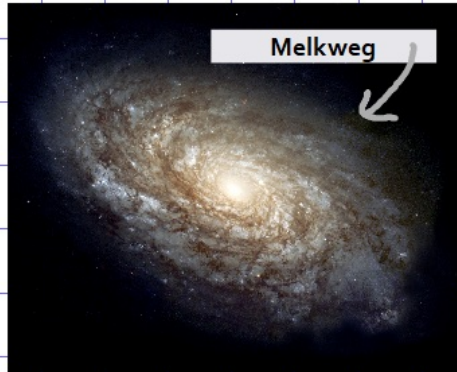
Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.3 De melkweg en het heelal

D. Je weet de betekenis van deze begrippen: sterrenstelsel, melkweg, **lichtjaar**, **lichtsnelheid**, sterrenbeeld, oerknal,

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

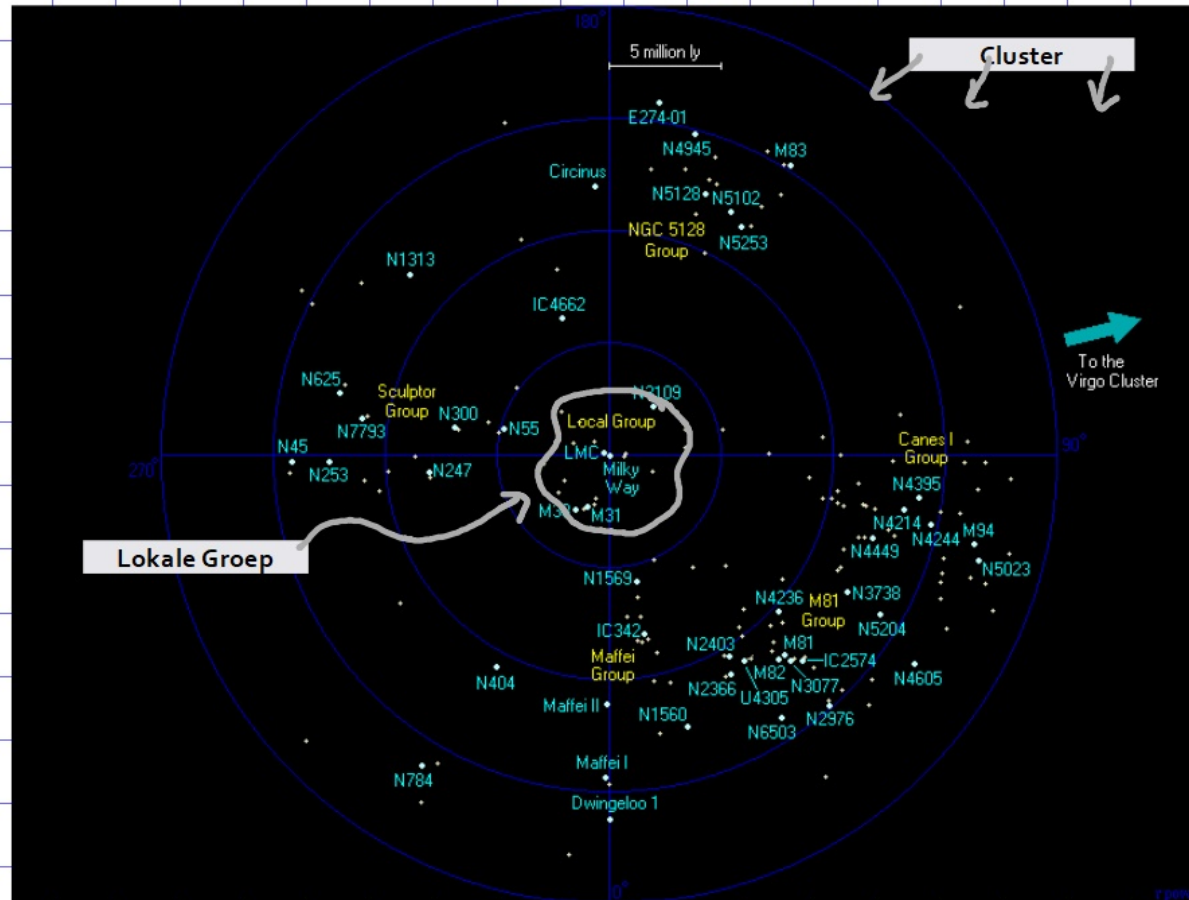
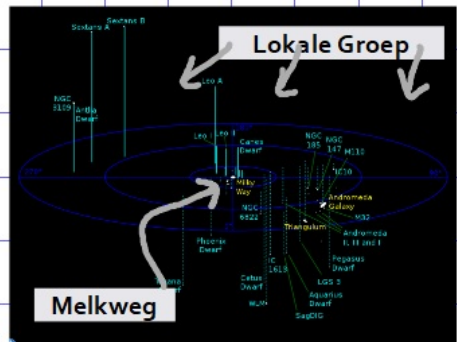
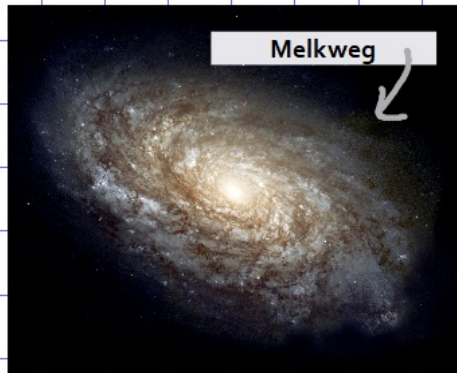
§ 8.3 De melkweg en het heelal



D. Je weet de betekenis van deze begrippen: sterrenstelsel, melkweg, lichtjaar, lichtsnelheid, sterrenbeeld, oerknal,

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

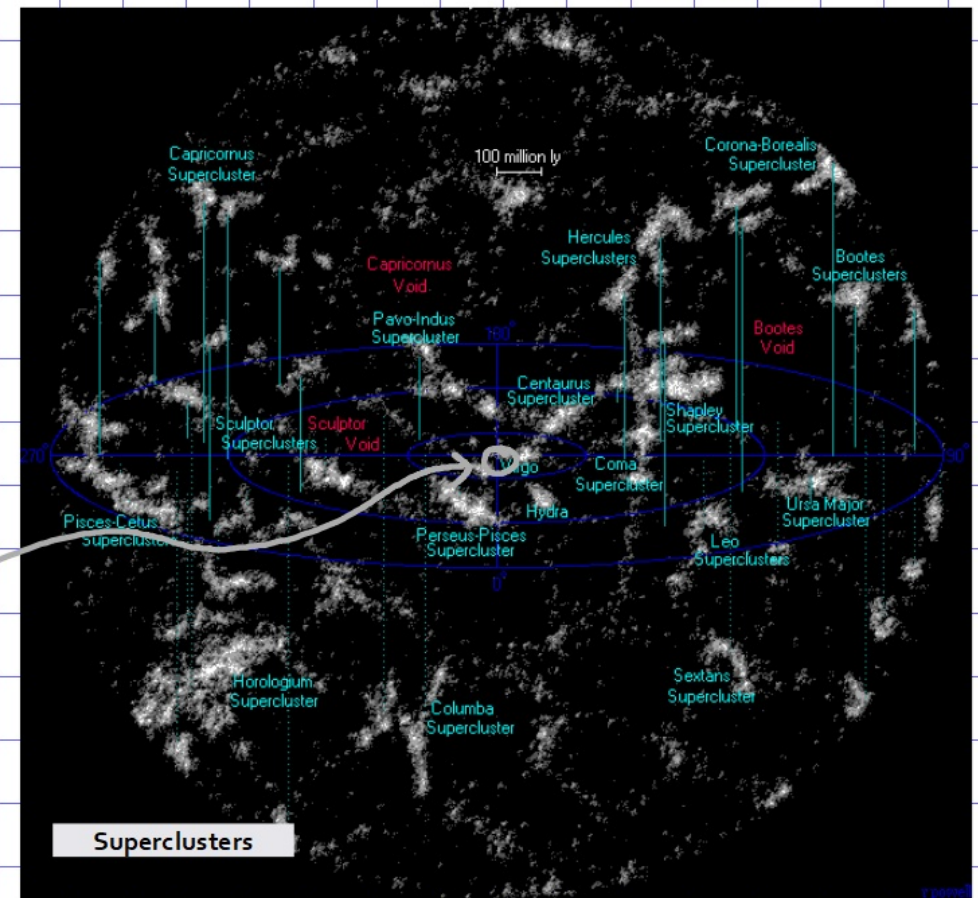
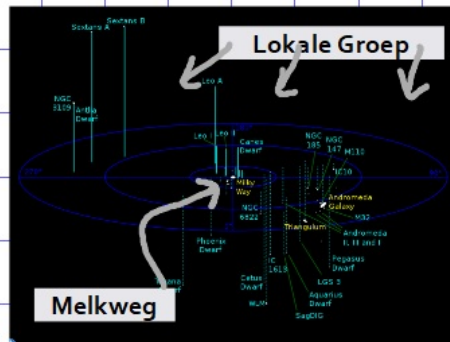
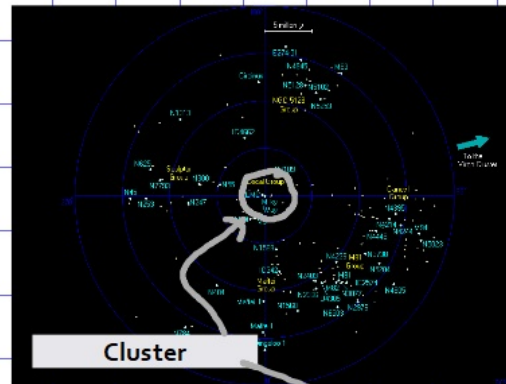
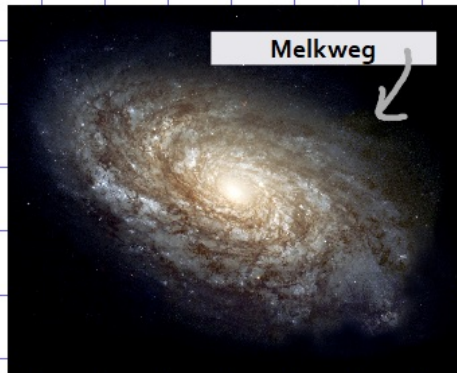
§ 8.3 De melkweg en het heelal



D. Je weet de betekenis van deze begrippen: sterrenstelsel, melkweg, lichtjaar, lichtsnelheid, sterrenbeeld, oerknal,

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

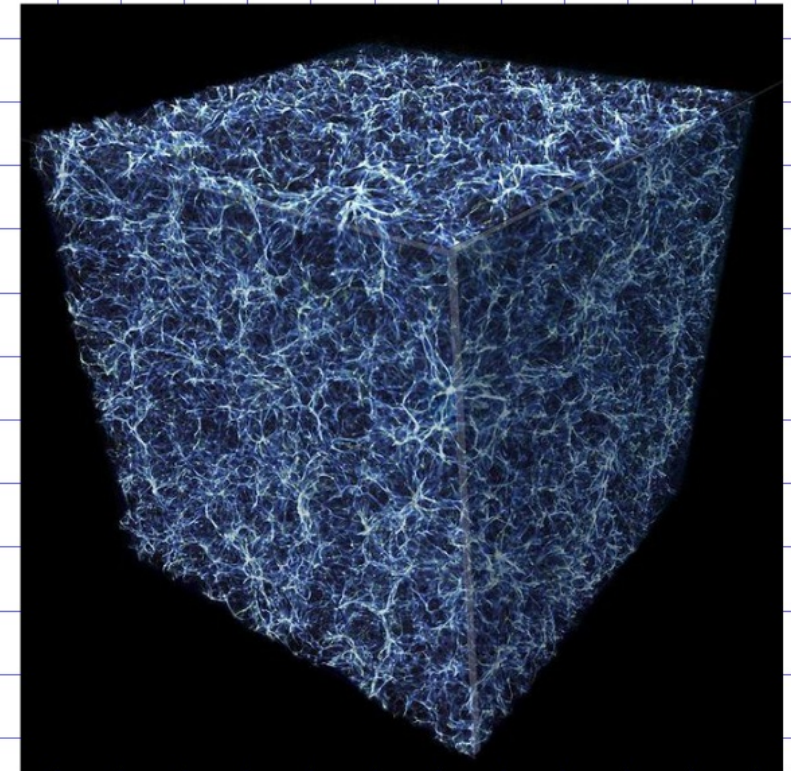
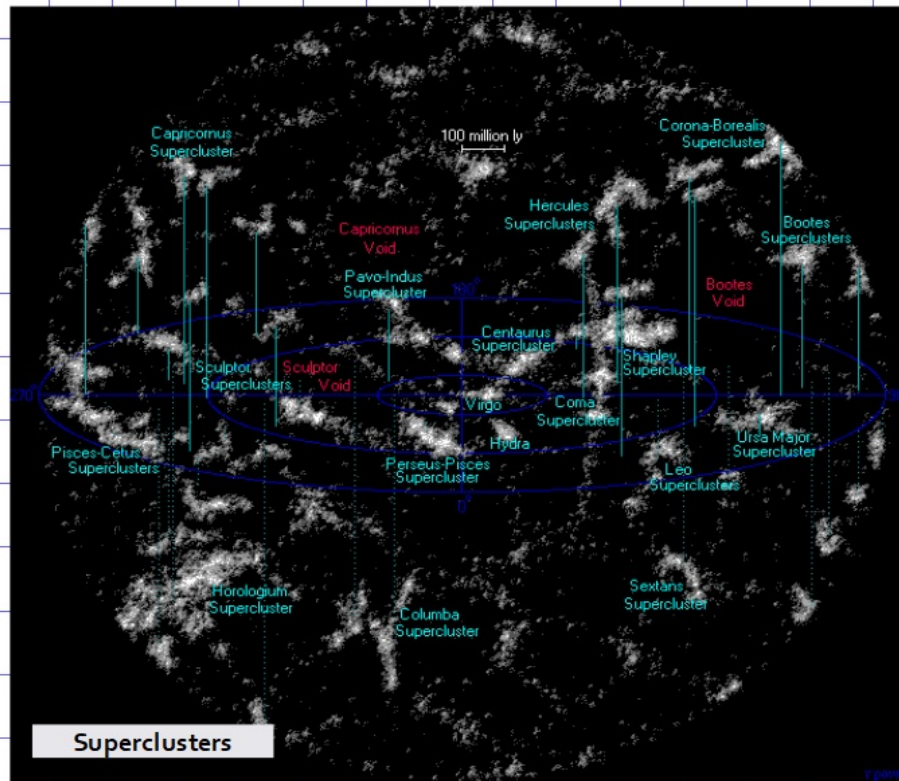
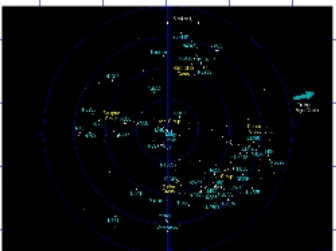
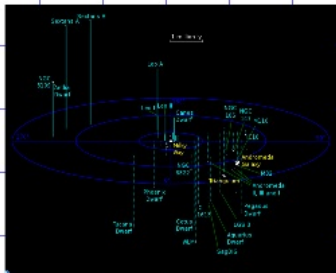
§ 8.3 De melkweg en het heelal



D. Je weet de betekenis van deze begrippen: sterrenstelsel, melkweg, lichtjaar, lichtsnelheid, sterrenbeeld, oerknal,

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.3 De melkweg en het heelal

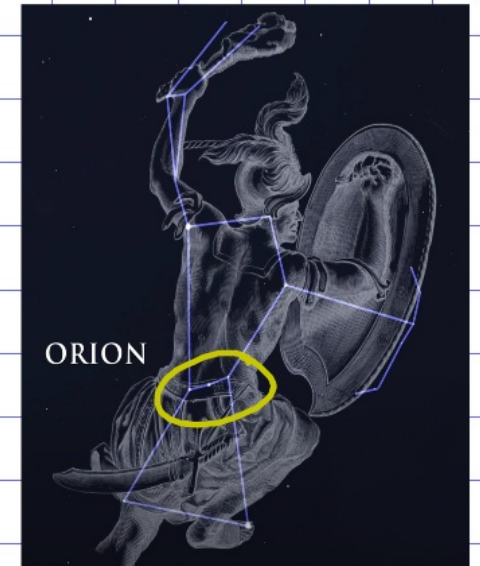


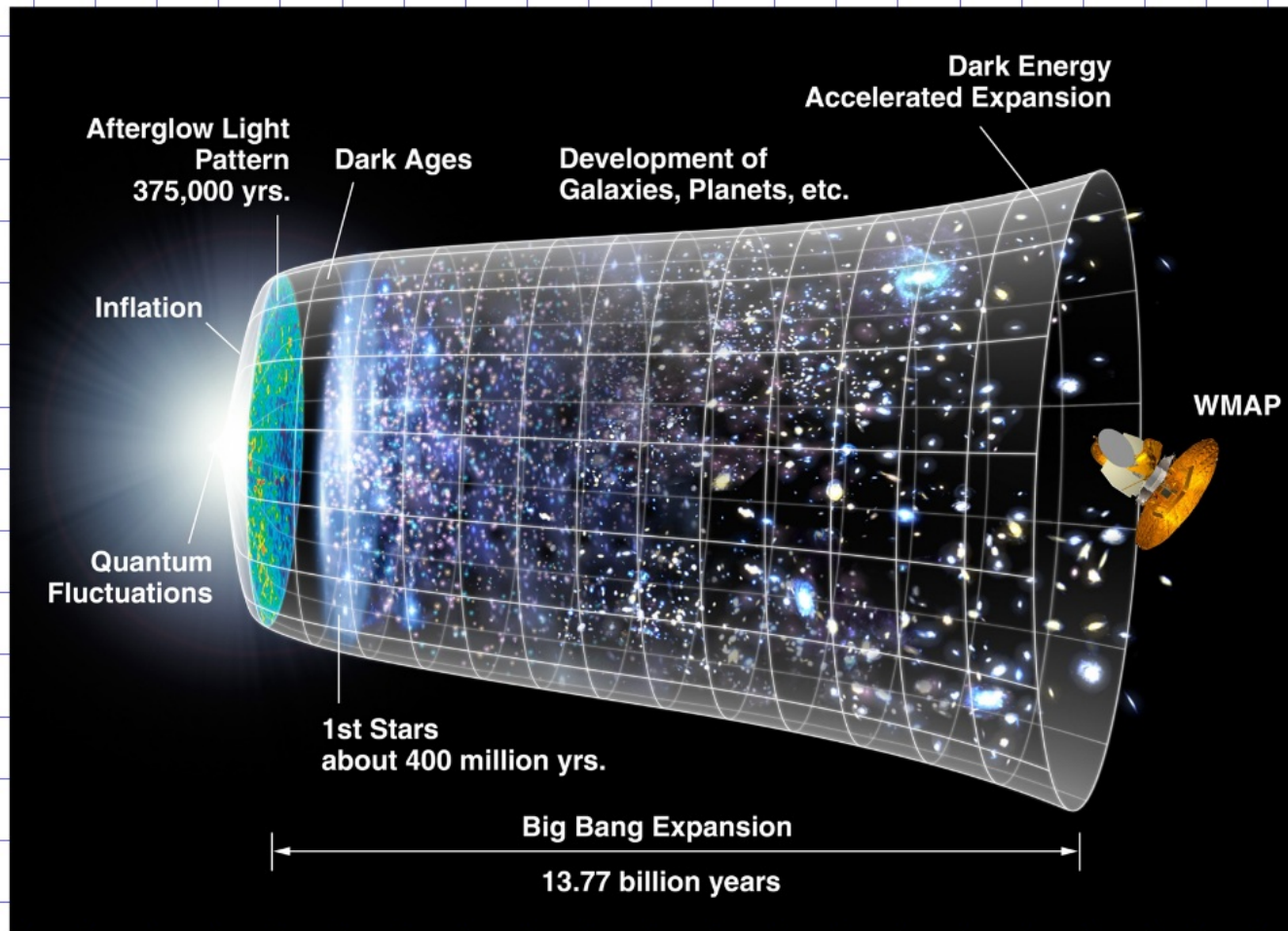
D. Je weet de betekenis van deze begrippen: sterrenstelsel, melkweg, lichtjaar, lichtsnelheid, **sterrenbeeld**, oerknal.



Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.3 De melkweg en het heelal





Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.3 De melkweg en het heelal

D. Je weet de betekenis van deze begrippen: sterrenstelsel, melkweg, lichtjaar, lichtsnelheid, sterrenbeeld, **oerknal**.

Bordoefening 9:

$$a. 4,5 \cdot 9,46 \cdot 10^{12} \text{ m} = 4,257 \cdot 10^{13} \text{ km}$$

$$b. t = \frac{s}{v} = \frac{4,257 \cdot 10^{13} \text{ km}}{250.000 \text{ km/u}} = 170 \cdot 10^6 \text{ u} \\ = 19000 \text{ j}$$

D. Je weet de betekenis van deze begrippen: sterrenstelsel, melkweg, lichtjaar, lichtsnelheid, sterrenbeeld, oerknal.

$$9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

$$9,46 \cdot 10^{15} \text{ m} = 1,0 \text{ lj}$$

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.3 De melkweg en het heelal

Bordoefening 9: De ster die het dichtst bij onze zon staat is Alpha Centauri op 4,5 lichtjaar. Reken uit:

- Hoe ver dat is in km.
- Hoe lang een ruimteschip met een snelheid van 250.000 km/u over deze afstand doet.
- Reken deze tijdsduur om naar jaren.



8.3 Opdrachten

A 31

Just of onjuist?

- a Een maansverduistering kan alleen tijdens volle maan plaatsvinden.
- b De maan is een satelliët.
- c Eb en vloed worden veroorzaakt door de zwaartekracht van de zon op de aarde.

A 32 M

Satellieten zijn er voor allerlei verschillende doeleinden. Noem drie verschillende doelen waarvoor satellieten worden gebruikt.

A 33

In een maand zie je de maan telkens anders.

- a Hoeveel maanfases zijn er?
- b Hoelang duurt iedere maanfase ongeveer?
- c Teken de schijngestalten van de maan en schrijf bij elke schijngestalte de naam.

A 34 M

Hoe ontstaat springti?

B 35

Teken de positie van de zon, de aarde en de maan ten opzichte van elkaar als het volle maan is.

B 36 M

Bereken de snelheid van de maan in zijn baan om de aarde in m/s.

R 37 M

Leg met een berekening uit waarom er in een jaar twaalf maanden zitten.

R 38

Per dag is het twee keer eb en twee keer vloed.

- a Als het 's ochtends om 6:00 uur eb is, hoe laat zal het dan ongeveer vloed zijn?
- b Waarom is er op de maan geen eb en vloed?

B 39 M

Leg uit waarom je nooit de achterkant van de maan kunt zien.

B 40

In de figuur hieronder zie je een compilatie van de verschillende fasen van een zonsverduistering.

- a Tijdens welke maanfase(n) kan een zonsverduistering plaatsvinden?
- b Leg uit waarom je een totale zonsverduistering altijd maar op een klein deel van de aarde kunt zien.



C 41

De maan lijkt aan de hemel ongeveer even groot als de zon. Uit metingen is bekend dat de zon wel 400 keer zo ver weg staat als de maan. De maan heeft een diameter van $3,5 \cdot 10^6$ m.

Bereken nu de diameter van de zon in km.

C 42 M

- a Teken het zon-aarde-maansysteem tijdens doodtij.
- b Welke twee maanfases zijn er mogelijk bij doodtij?

C 43 M

De maan heeft altijd dezelfde kant van zijn oppervlak naar de aarde gericht. Stel dat je op de nabije kant van de maan staat en je kijkt lang naar de aarde. Welke bewering is waar?

- 1 De aarde komt op in het oosten en gaat onder in het westen.
- 2 De aarde komt op in het westen en gaat onder in het oosten.
- 3 De aarde is altijd op en staat altijd op dezelfde plek aan de hemel.

8.3 Opdrachten

A 40

Just of onjuist?

- Een lichtjaar is een eenheid van tijd.
- Een rode ster is kouder dan een blauwe ster.
- De sterren in een sterrenbeeld staan altijd dichtbij elkaar.
- Het Andromedastelsel komt op ons af.
- Alle sterrenstelsels komen op ons af.

A 41 M

- Leg uit wat de Melkweg is.
- Hoeveel sterren bevinden zich in de Melkweg?
- Leg uit wat een sterrenbeeld is.

A 42

Leg uit wat het verschil is tussen helderheid en lichtsterkte.

B 43

- Geef de definitie van een lichtjaar.
- Laat met een berekening zien dat een lichtjaar overeenkomt met een afstand van $9,5 \cdot 10^{15}$ m.

Jupiter staat op een afstand van $7,5 \cdot 10^{11}$ m van de aarde.
e. Reken deze afstand om naar lichtjaar.

B 44 M

De kleur van sterren heeft te maken met de temperatuur. Zet de juiste kleuren op volgorde van 'koud naar warm':
mooi – wit – blauw – geel – oranje

B 45

Sirius is de helderste ster aan de nachthemel, vele malen helderder dan de ster Proxima Centauri die bijna twee keer zo dichtbij staat als Sirius. Leg uit hoe dit kan.

C 46

Op de zon vinden soms explosies plaats, zogenoemde zonnenvlammen. Deze zijn met een telescoop met een zonnfilter vanaf de aarde zichtbaar.

Bereken hoeveel tijd er zit tussen het begin van de explosie en het waarnemen met een telescoop.

C 47 N

De zon heeft een diameter van $1,4 \cdot 10^9$ m. Om je de zon voor te stellen neem je een sinaasappel met een diameter van 8 cm. De meest nabijge ster, Proxima Centauri, staat op een afstand van 4,22 lichtjaar.

- Bereken in dit schaalmodel hoe groot deze afstand is.
- Beschouw nu ook Proxima Centauri als een sinaasappel. Kies waar je deze sinaasappel het beste kunt neerleggen, zolang dat alles in je schaalmodel de juiste verhouding heeft:
 - buiten op het schoolplein
 - onder het Atomium in Brussel
 - op een sepië in Oostenrijk
 - op het Rode Plein in Moskou

C 48

Het Andromedastelsel is het dichtstbijzijnde grotere sterrenstelsel. Bereken hoe lang het Andromedastelsel erover doet om bij de Melkweg te komen als het stelsel met 1000 km/s op ons afkomt.

+ 49 M

Zoek op het internet naar een simulatie van de botsing van het Andromedastelsel met de Melkweg. Zijn de twee sterrenstelsels na de botsing nog steeds spiraalstelsels?

+ 50

- Er zijn telescopen op aarde en in de ruimte geplaatst. Zoek op waarom veel telescopen op aarde op de toppen van hoge bergen staan.
- Noem een voordeel en een nadeel van een ruimtetelescoop vergeleken met een telescoop op aarde.

Je kunt nu

- uitleggen wat de Melkweg is;
- rekenen met het begrip lichtjaar;
- uitleggen waarom je niet alle sterren even helder ziet;
- uitleggen wat de kleur van een ster met de temperatuur heeft te maken.

Boek VWO

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.3 De melkweg en het heelal

$$1,4 \cdot 10^9 \text{ m} \cdot 2 = 2,8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m} \quad \text{PC}$$

$$4,22 \text{ lj} = 3,99 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

$$\frac{1,4 \cdot 10^9}{0,08} = \frac{3,99 \cdot 10^{16}}{?}$$

$$? = \frac{3,192 \cdot 10^{16}}{1,4 \cdot 10^9}$$

$$= 2,28 \text{ miljoen m}$$

$$= 2280 \text{ km}$$

$$1,4 \cdot 10^9 \cdot ? = 0,08 \cdot 3,99 \cdot 10^{16}$$

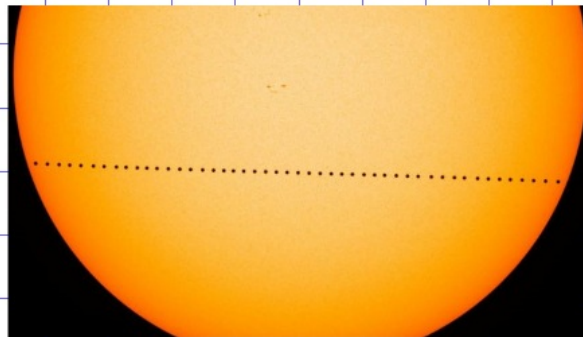
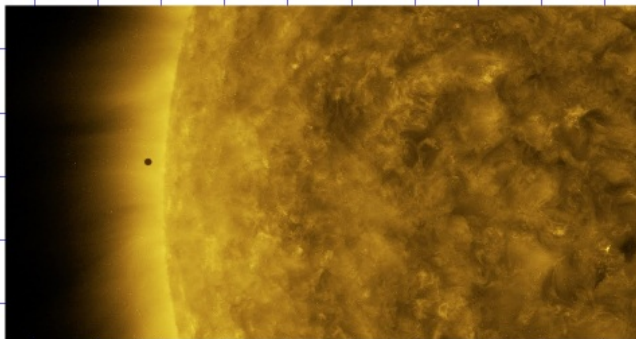
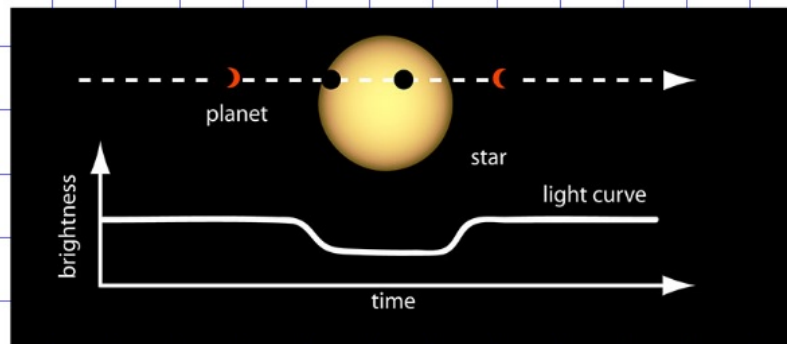
$$1,4 \cdot 10^9 \cdot ? = 3,192 \cdot 10^{16}$$

$$4,22 \text{ lj} \cdot 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

$$= 3,99 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

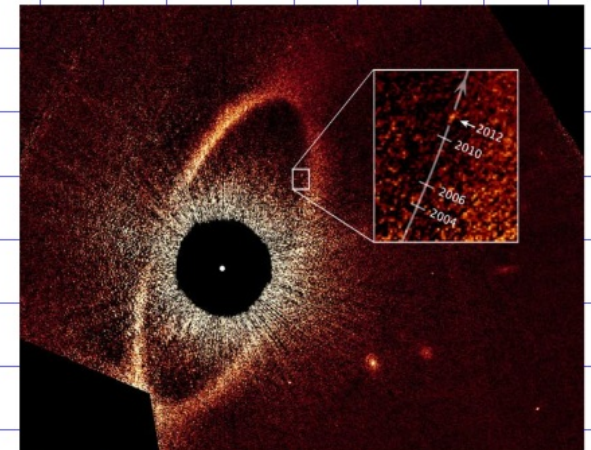
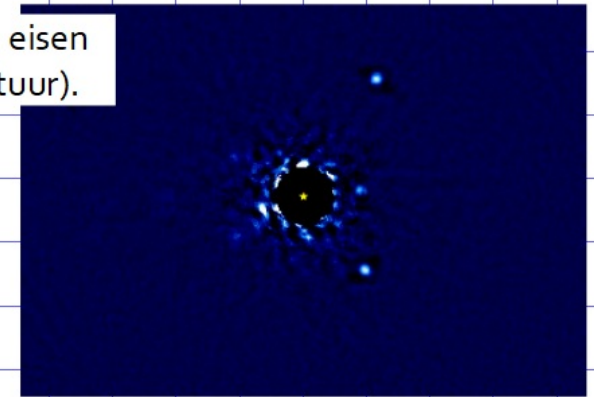
§ 8.4 Zijn wij alleen?

E. Je weet de betekenis van deze **begrippen**: exoplaneet, transitmethode, bewoonbare zone, eisen voor een leefbare planeet (rotsachtig, heeft atmosfeer, heeft vloeibaar water, juiste temperatuur).

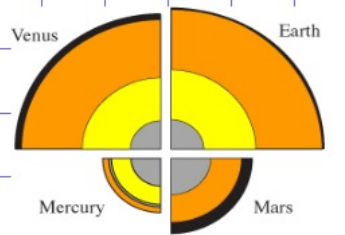
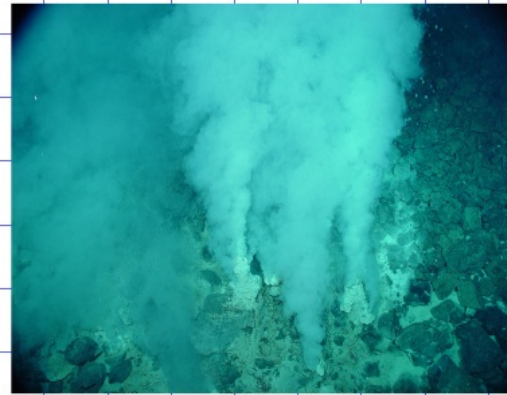
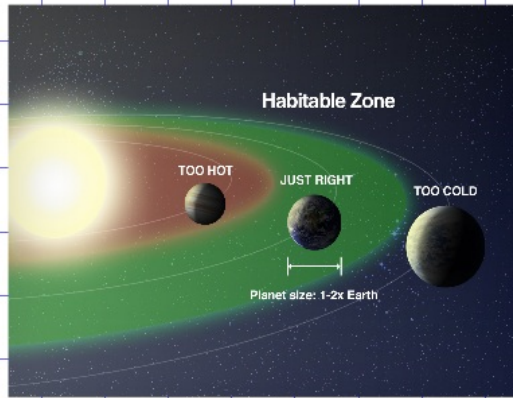


GIF Exoplaneten (site: NASA)

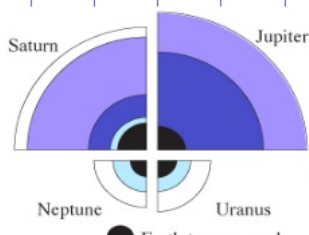
Hoofdstuk 8: Sterrenkunde



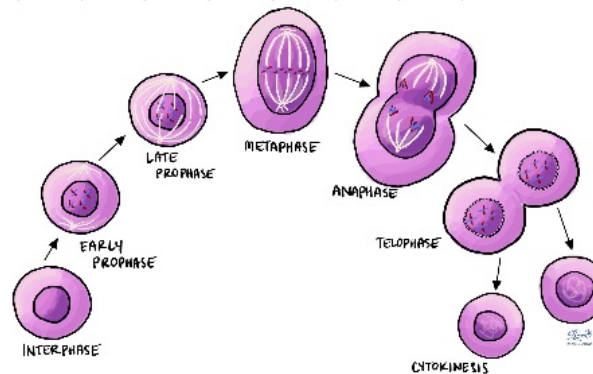
E. Je weet de betekenis van deze **begrippen**: exoplaneet, transitmethode, bewoonbare zone, eisen voor een leefbare planeet (rotsachtig, heeft atmosfeer, heeft vloeibaar water, juiste temperatuur).



Terrestrial planet interiors to same scale

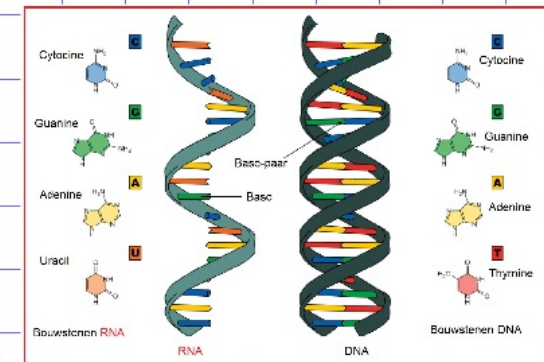
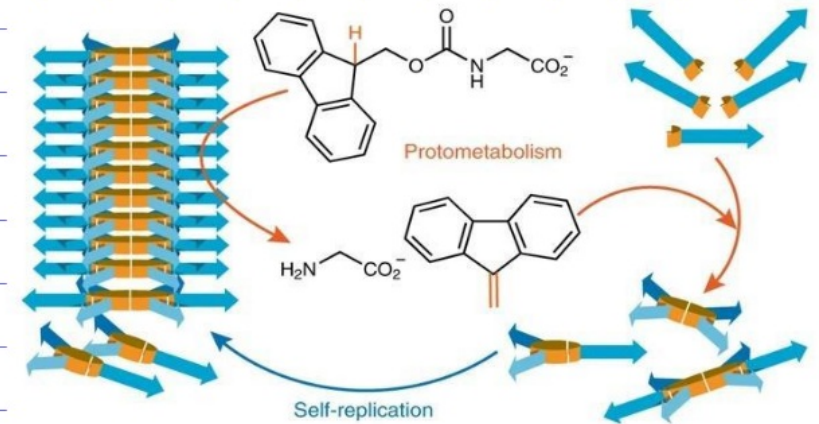


Jovian planets interiors to same scale



Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

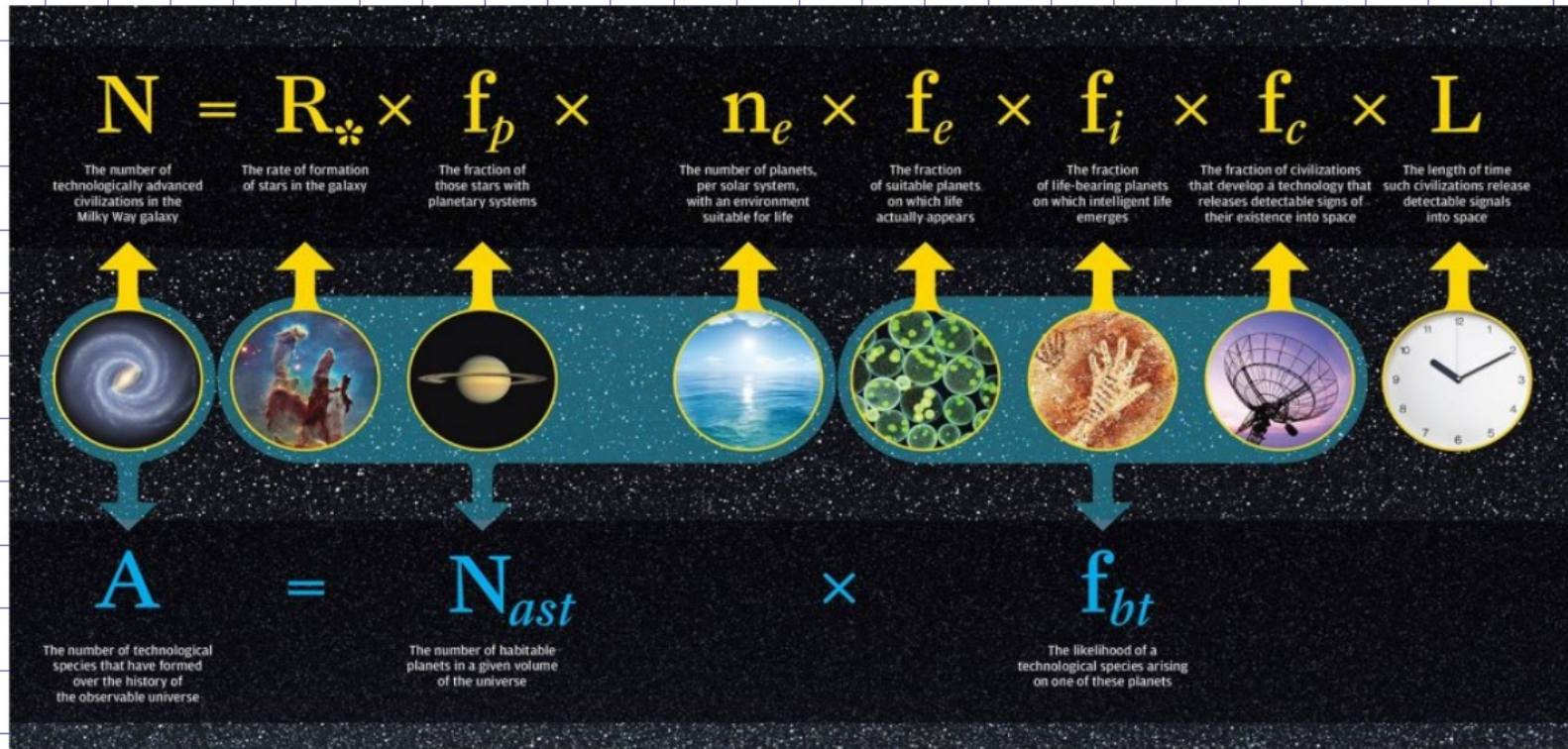
§ 8.4 Zijn wij alleen?



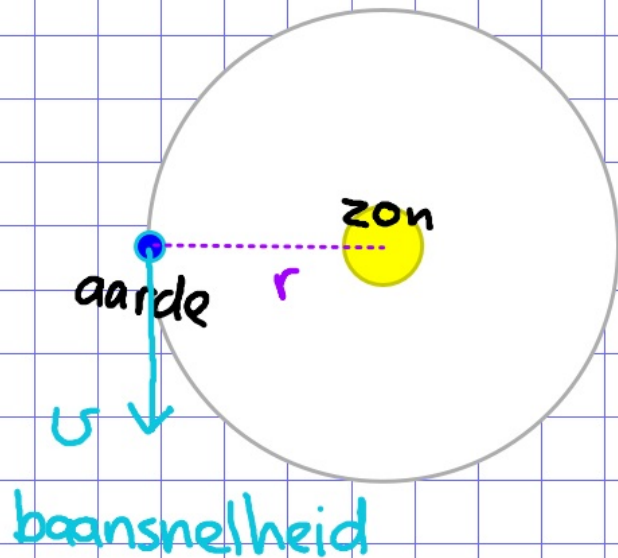
E. Je weet de betekenis van deze **begrippen**: exoplaneet, transitmethode, bewoonbare zone, eisen voor een leefbare planeet (rotsachtig, heeft atmosfeer, heeft vloeibaar water, juiste temperatuur).

Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.4 Zijn wij alleen?



Hoofdstuk 8: Sterrenkunde



$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$$

$$v = \frac{s}{t}$$

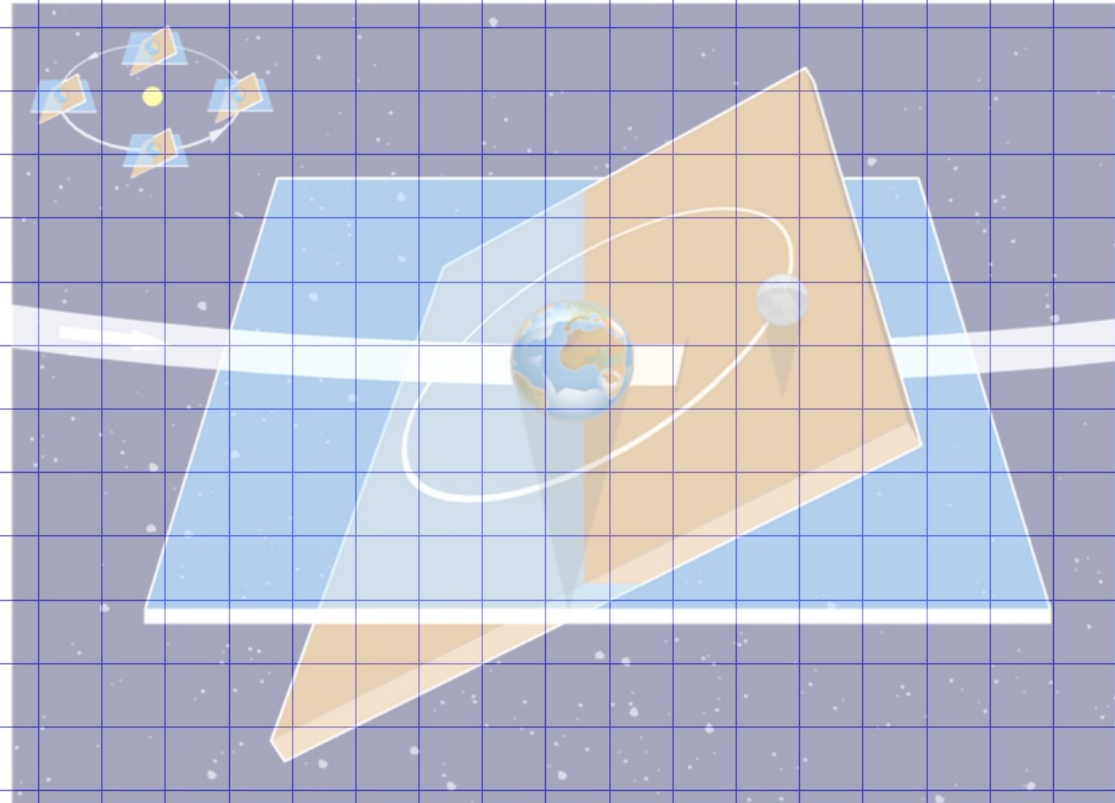


tijd tot
14³⁵ 4

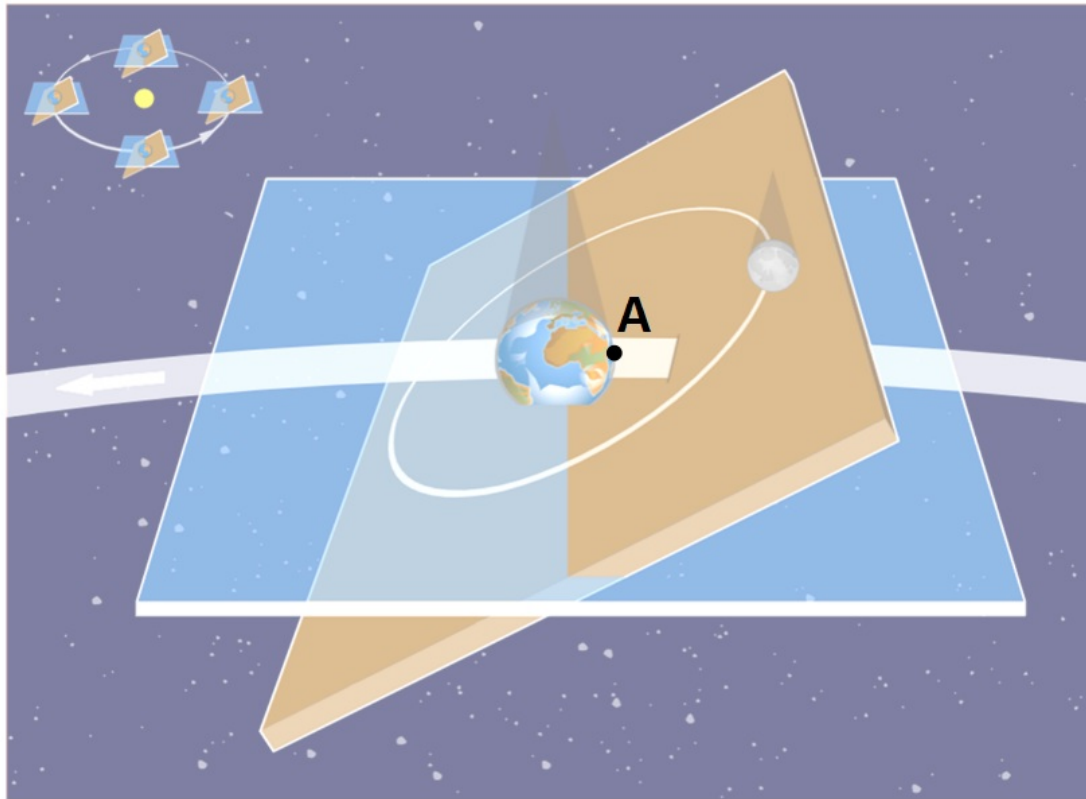
$$1 \text{ AE} = 1,50 \times 10^8 \text{ km} = 1,50 \times 10^{11} \text{ m}$$

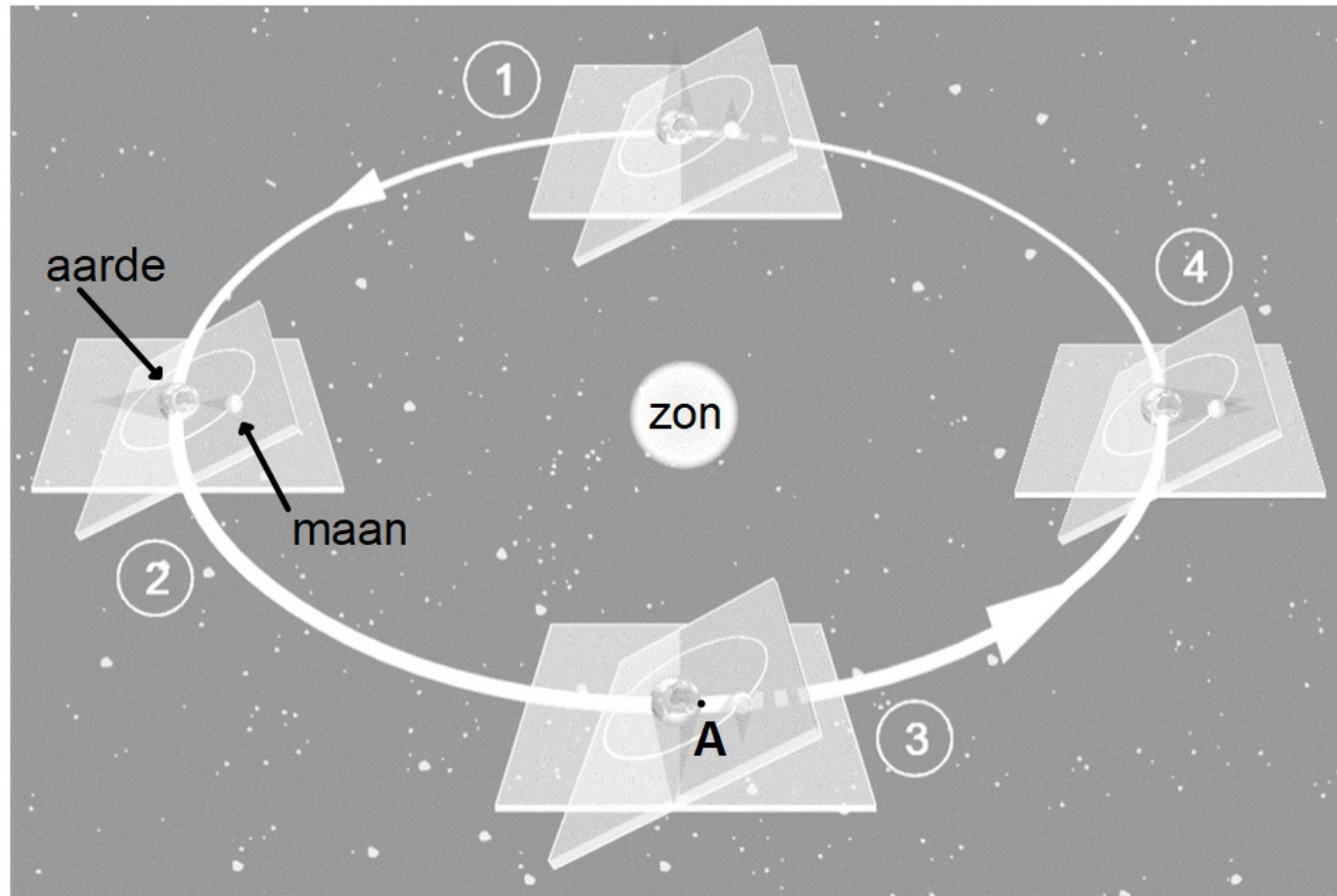
$$1 \text{ lj} = 9,46 \times 10^{15} \text{ m} = 9,46 \times 10^{12} \text{ km}$$

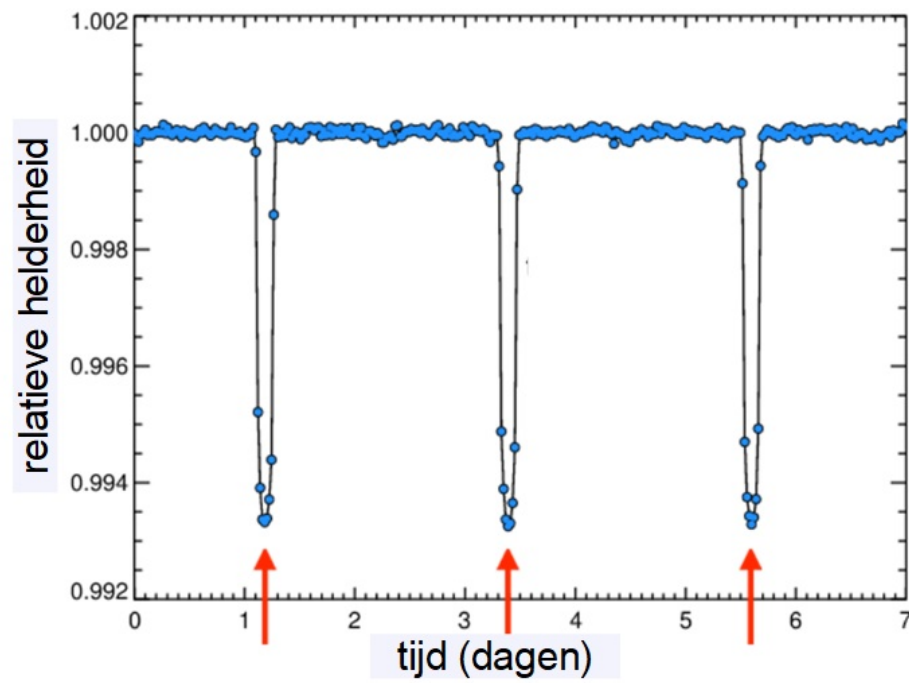
Hoofdstuk 8: Sterrenkunde



Hoofdstuk 8: Sterrenkunde







Hoofdstuk 8: Sterrenkunde

§ 8.3 De melkweg en het heelal

Boek HAVO

