

## Rekenen aan de aarde

### Introductie

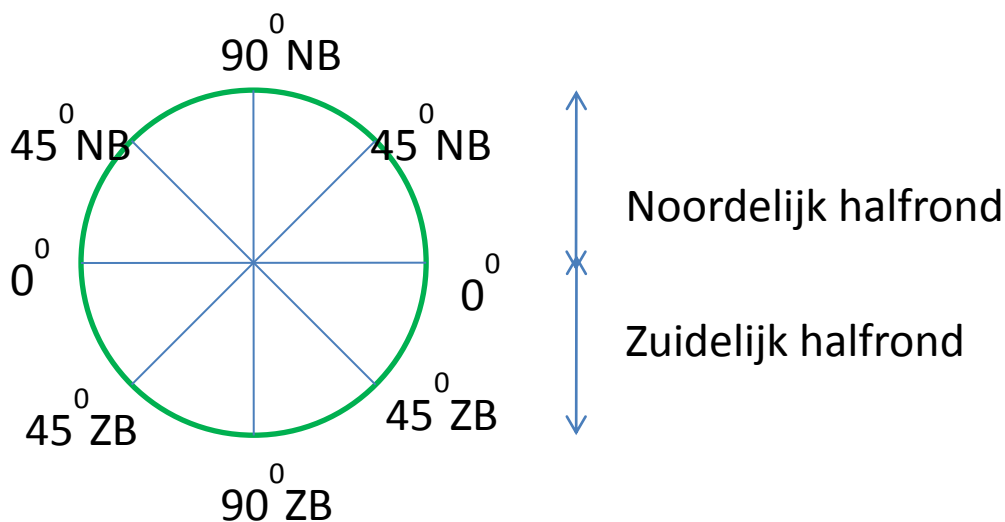
Bij het vak aardrijkskunde wordt de aarde bestudeerd. De aarde is een bol. Om te bepalen waar je je op deze bol bevindt zijn denkbeeldige lijnen over de aarde getrokken, breedtecirkels en lengtecirkels. Iedere plek op aarde heeft een eigen breedte en lengte. Met deze breedte en lengte kun je dus precies aangeven waar je bent. Bij het werken met breedte- en lengtecirkels komt ook wat rekenwerk kijken.

### 360 graden rond

Een cirkel bevat 360 graden ( $360^\circ$ ). Een halve cirkel bevat dus 180 graden. Een kwart cirkel 90 graden. De evenaar omspant de hele aarde en is dus een cirkel (360 graden). Omdat de evenaar ongeveer 40.000 kilometer lang is kan de afstand tussen 0 en 1 graad worden uitgerekend:

$$1 \text{ graad} = \frac{40.000}{360} = 111,1 \text{ kilometer}$$

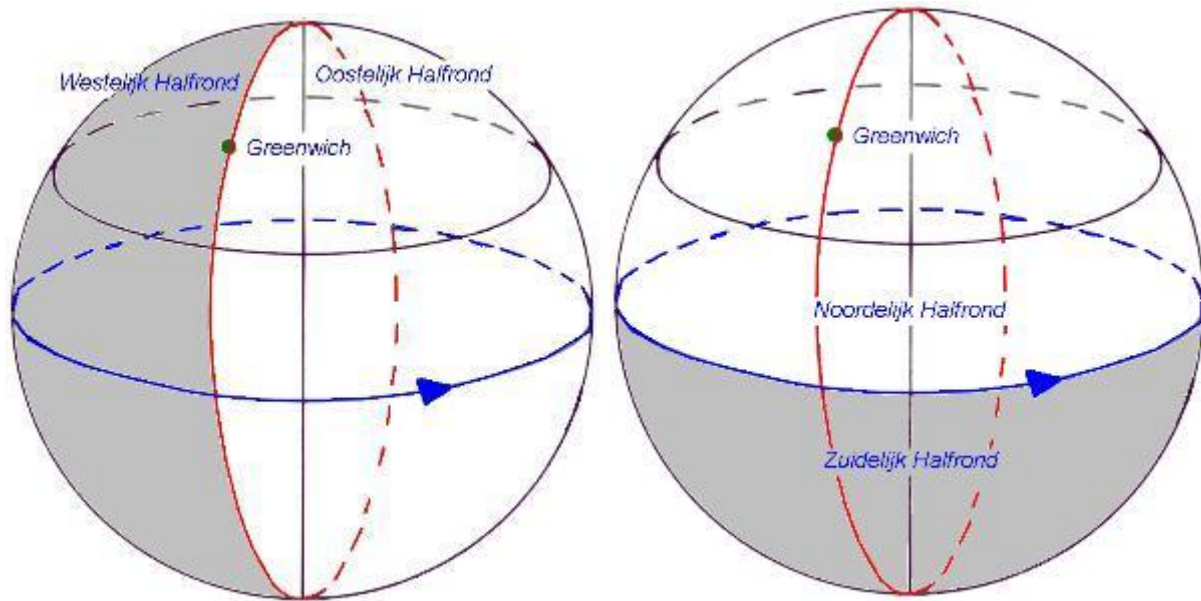
Ten noorden van de evenaar ligt het noordelijk halfrond. Ten zuiden daarvan het zuidelijk halfrond.



### Lengte- en breedtegraden

Om nauwkeurig een positie te kunnen bepalen op de aarde is het handig om gebruik te maken van het graadnet. Het graadnet bestaat uit breedtecirkels en lengtecirkels. De evenaar is de langste breedtecirkel. De andere breedtecirkels zijn net als de evenaar denkbeeldige lijnen die evenwijdig aan elkaar lopen. Een ander woord voor evenwijdig is parallel. Daarom worden breedtecirkels ook wel aangeduid als parallellen. Ten noorden van de evenaar spreek je van noorderbreedte. De Noordpool ligt op  $90^\circ$  noorderbreedte. Ten zuiden van de evenaar spreek je van zuiderbreedte. De Zuidpool ligt op  $90^\circ$  zuiderbreedte.

De lengtecirkels of meridianen lopen van de Noordpool naar de Zuidpool. Het zijn eigenlijk geen cirkels maar halve cirkels. Er is afgesproken dat de meridiaan van Greenwich de nulmeridiaan zal zijn. Vanaf daar worden de lengtegraden gemeten. Ten westen van de nulmeridiaan bevindt zich het westelijk halfrond en ten oosten het oostelijk halfrond.



<http://www.mavodesaad.nl/gs/dantumadeel%20toen%20en%20nu/kadaster.htm>

Iedere plaats op aarde kun je aanduiden met een breedte- en lengtegraad. Zo ligt de hoofdstad van Spanje, Madrid, op ongeveer  $41^\circ$  noorderbreedte en  $4^\circ$  westerlengte. Je schrijft dat als volgt op: ( $41^\circ$  NB,  $4^\circ$  WL).

### **Opdracht 1: de aanduiding van steden in het graadnet**

*Klas 1,2 tl, h,v*

Gebruik de kaart 'De wereld staatkundig' uit de Grote Bosatlas (53<sup>e</sup> druk: 190-191, 52<sup>e</sup> druk: 172-173).

Geef van de volgende steden de aanduiding in breedte- en lengtegraad.

1. St.Petersburg (Rusland)
2. Caïro (Egypte)
3. Londen (Verenigd Koninkrijk)
4. São Paulo (Brazilië)
5. New Orleans (Verenigd Koninkrijk)
6. Beijing (China)
7. Melbourne (Australië)
8. Kaapstad (Zuid-Afrika)
9. Mumbai (India)
10. Mexico-stad (Mexico)

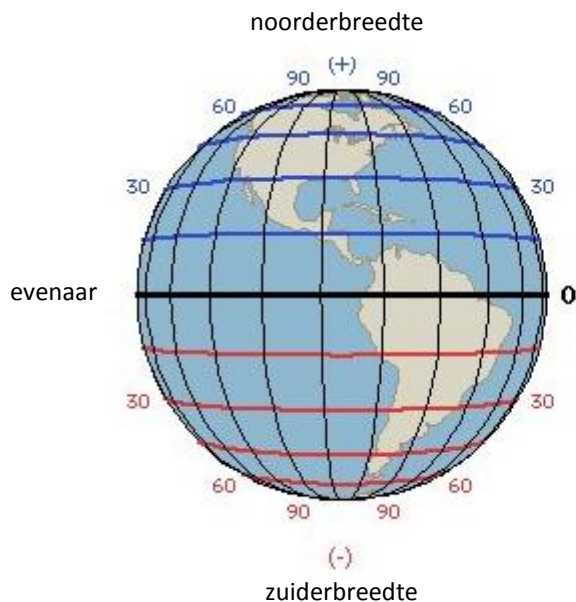
### **Opdracht 2: Breedtecirkels en lengtecirkels**

*Klas 2 tl,1 h,v*

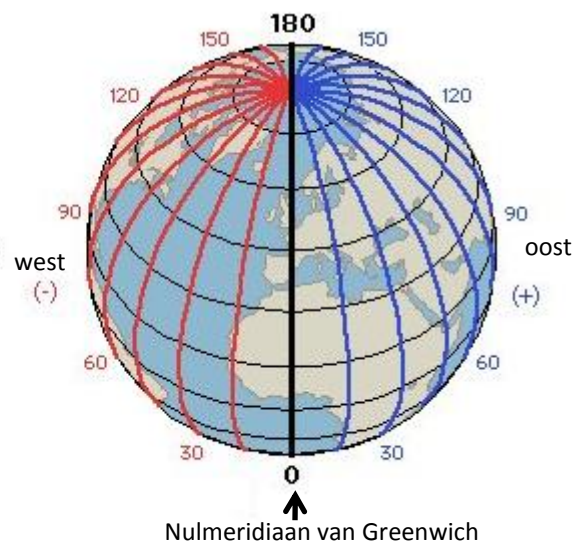
Neem de onderstaande tabel over en vul de woorden uit de linker kolom op de juiste plaats in.

	Breedtecirkels	Lengtecirkels
Even lang / Niet even lang		
Evenwijdig aan elkaar / Niet evenwijdig aan elkaar		
Halve cirkels / Hele cirkels		
Maximaal 90° / Maximaal 180°		
Parallellen / Meridianen		
Greenwich / Evenaar		

### Breedtecirkels / parallellen



### Lengtecirkels / meridianen



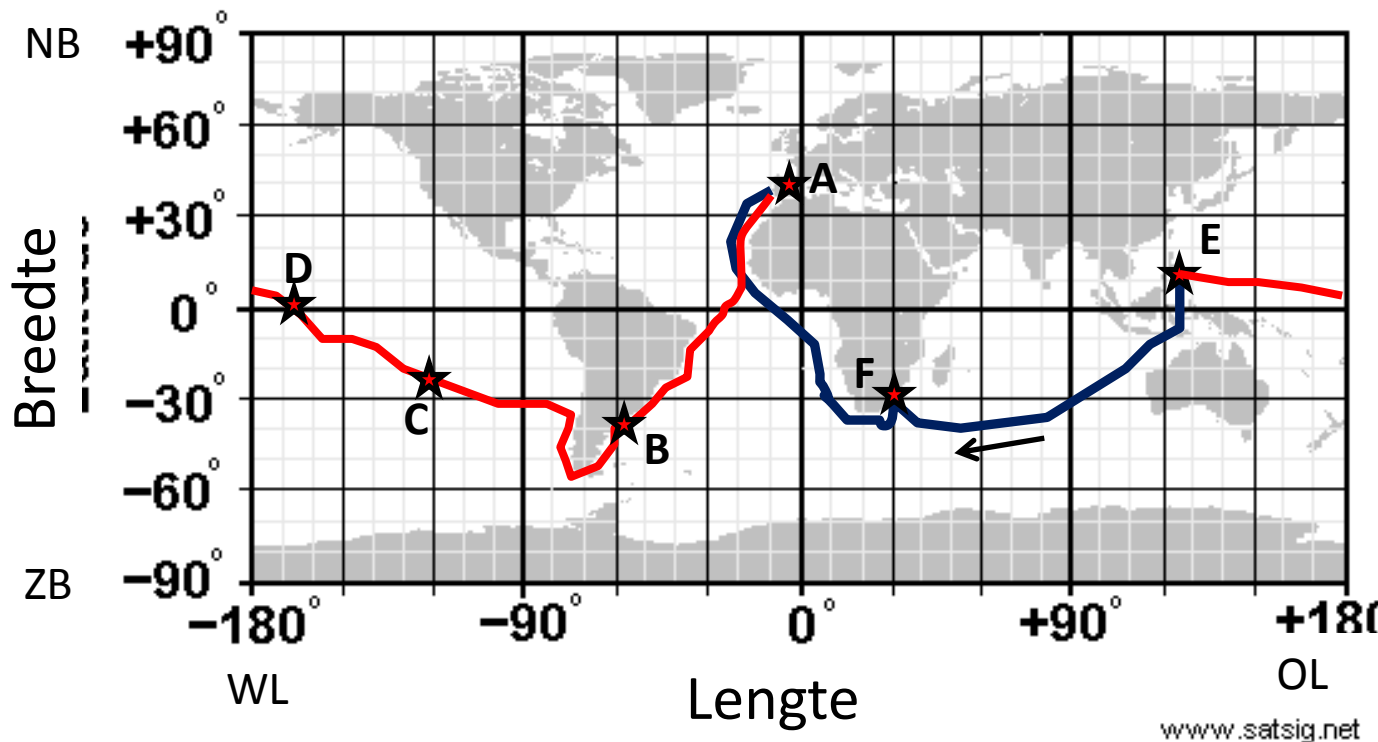
Vrij naar:

[http://www.geographyalltheway.com/ks3\\_geography/maps\\_atlases/imagesetc/latitudelongitude.jpg](http://www.geographyalltheway.com/ks3_geography/maps_atlases/imagesetc/latitudelongitude.jpg)

## Opdracht 3: De eerste reis rond de wereld

Klas 1,2 tl, h,v

De eerste reis rond de wereld voer onder bevel van de Portugees Fernando de Magelhaen. Hij vertrok op 20 september 1519 uit Spanje met vijf schepen. Nadat hij om Zuid-Amerika heen gevaren was, stak hij de Grote Oceaan over en kwam hij aan op de Filippijnen. Hier werd Magelhaen gedood in een lokaal gevecht. Met de twee nog overgebleven schepen voer de bemanning daarna onder leiding van Juan del Cano terug naar Spanje. Op 6 september 1521, bijna twee jaar na vertrek, kwam Del Cano met nog maar één schip in Spanje aan. Van de oorspronkelijke 250 bemanningsleden waren er nog maar 18 over.



De eerste reis rondom de wereld. De rode lijn geeft de tocht van Magelhaen weer. Na zijn dood op de Filippijnen (E) zette Del Cano de tocht voort. Deze terugreis wordt aangegeven door de blauwe lijn.

Vrij naar: <http://www.satsig.net/world105.gif>

Neem de letters A t/m F uit het kaartje over op je antwoordblad en schrijf er de juiste plaatsbepaling achter volgens het graadnet (Probeer het op 10 graden nauwkeurig te doen).

### Minuten en seconden

Eén graad komt overeen met ongeveer 111 kilometer op het aardoppervlak. Als je alleen met hele graden zou werken, zou je dus niet heel precies kunnen aangeven waar je je op het aardoppervlak bevindt. Daarom is iedere graad onderverdeeld in 60 minuten. Iedere minuut is op zijn beurt weer onderverdeeld in 60 seconden. De aanduiding ( $3^{\circ} 41' 26''$  NB,  $178^{\circ} 3' 53''$  WL) betekent dat een punt zich op 3 graden, 41 minuten en 26 seconden noorderbreedte en op 178 graden, 3 minuten en 53 seconden westerlengte bevindt. In dit geval hebben minuten en seconden dus niet met tijd te maken maar met je plaats op de aarde.

### Opdracht 4: Rekenen met graden, minuten en seconden

Klas 1,2 tl, h,v

Eén breedtegraad komt overeen met ongeveer 111 kilometer op het aardoppervlak.

- Bereken hoeveel kilometer in een minuut passen.
- Bereken hoeveel meter in een seconde passen.
- Bereken de afstand tussen de evenaar en  $10^{\circ}$  noorderbreedte in kilometers.
- Bereken de afstand tussen  $13^{\circ}$  noorderbreedte en  $19^{\circ}$  noorderbreedte.
- Bereken de afstand tussen  $4^{\circ}$  zuiderbreedte en  $8^{\circ}$  noorderbreedte.

- F. Bereken de afstand tussen  $26^{\circ} 30' 00''$  noorderbreedte en  $28^{\circ} 00' 00''$  noorderbreedte.
- G. Bereken de afstand tussen  $42^{\circ} 30' 00''$  zuiderbreedte en  $57^{\circ} 00' 00''$  zuiderbreedte.
- H. Bereken de afstand tussen  $0^{\circ} 00' 00''$  en  $0^{\circ} 45' 00''$  zuiderbreedte.
- I. Bereken de afstand tussen  $66^{\circ} 30' 00''$  zuiderbreedte en  $68^{\circ} 45' 00''$  zuiderbreedte.

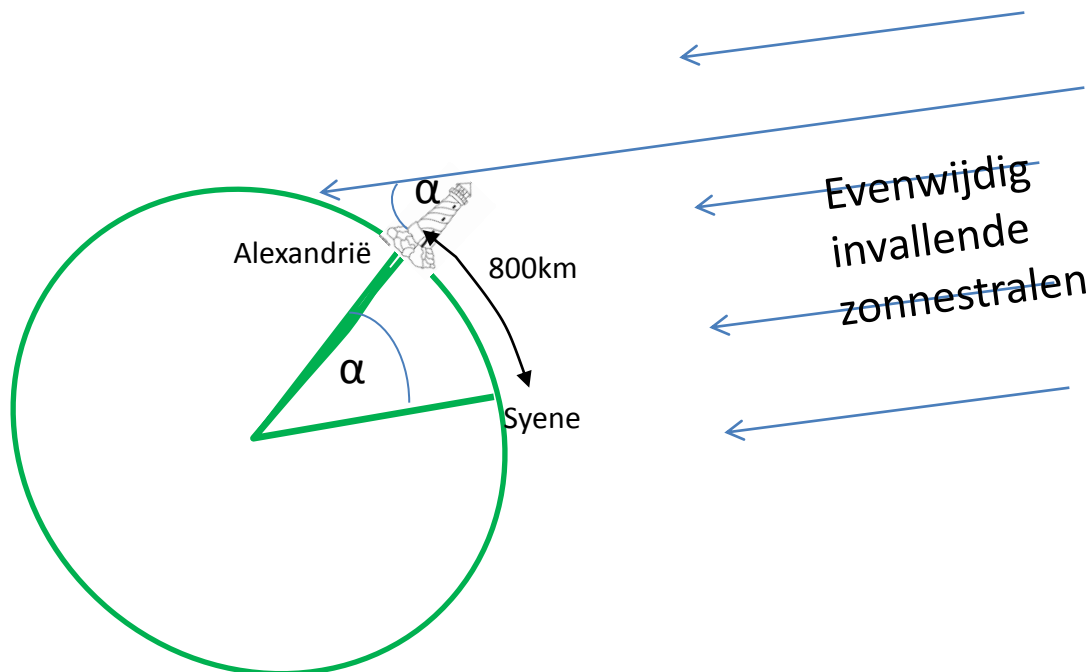
## Opdracht 5: De omtrek van de aarde uitrekenen

*Klas 3 h,v en hoger*

Drie eeuwen voor het begin van onze jaartelling berekende de Griek Eratosthenes de omtrek van de aarde. Hij ging er dus al vanuit dat de aarde een bol is. Eratosthenes gaf leiding aan de bibliotheek van Alexandrië in Egypte. Hij wist dat een stuk ten zuiden van Alexandrië in Syene (dat tegenwoordig Aswan heet) op 21 juni de zon midden op de dag recht in een put scheen en de bodem verlichtte. Eratosthenes begreep dat de zon op dat moment loodrecht boven Syene moest staan. Op dezelfde dag plaatste hij in zijn woonplaats Alexandrië een stok in de grond. De zon stond op zijn hoogste punt niet loodrecht boven de stok, maar maakte een schaduw. De hoek van de schaduw was  $7,2^{\circ}$ .

Daarna liet hij mensen de afstand tussen Syene en Alexandrië zo nauwkeurig mogelijk meten. De afstand bedroeg ongeveer 800 kilometer. Met deze gegevens rekende Eratosthenes de omtrek van de aarde uit. Zijn uitkomst week maar heel weinig af van de werkelijke omtrek van de aarde.

Anderen bepaalden na Eratosthenes ook de omtrek van de aarde en zij kwamen op een kleinere afstand. Volgens hen zou de aarde een kwart kleiner zijn dan Eratosthenes had berekend. In de vijftiende eeuw van onze jaartelling werden deze berekeningen opnieuw ontdekt. Ze lagen aan de basis van het plan van Columbus om via het westen naar Indië en Japan te varen. Columbus dacht, op basis van de verkeerde berekeningen, dat de afstand kleiner was en vond ter hoogte van waar hij Japan had gedacht Amerika.



Reken, net als Eratosthenes, met behulp van de afbeelding de omtrek van de aarde uit.

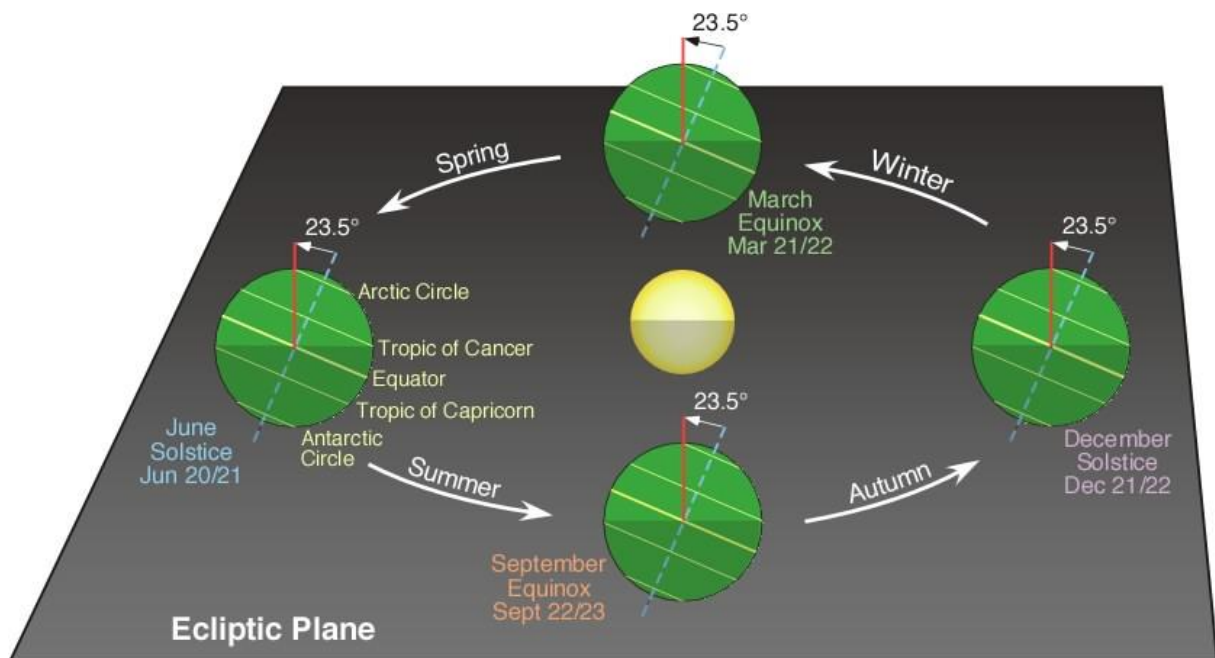
## Opdracht 6: Hoe ontstaan de seizoenen?

Klas 2 tl, h,v en hoger.

Bekijk het filmpje via onderstaande link.

[http://www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20060208\\_dagennacht01](http://www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20060208_dagennacht01)

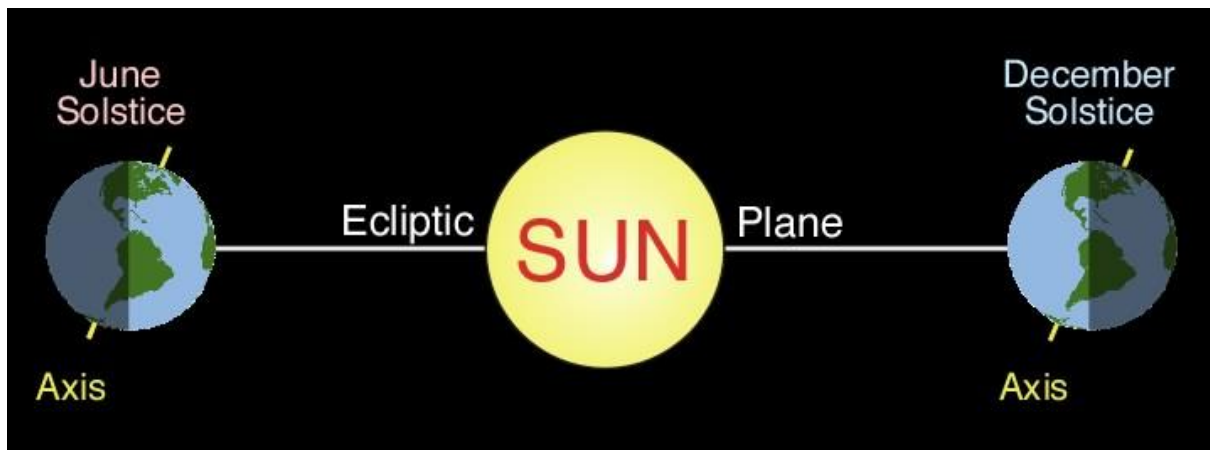
De aarde maakt een hoek van  $23,5^\circ$  met het vlak aarde-zon. Hierdoor helt het noordelijk halfrond in de winter iets 'achterover' en is het wat van de zon afgekeerd. In de zomer is het precies omgekeerd. Het noordelijk halfrond staat dan juist gericht naar de zon. Op het zuidelijk halfrond is dat precies andersom. In maart en september staat de zon één dag recht boven de evenaar.



<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/6h.html>

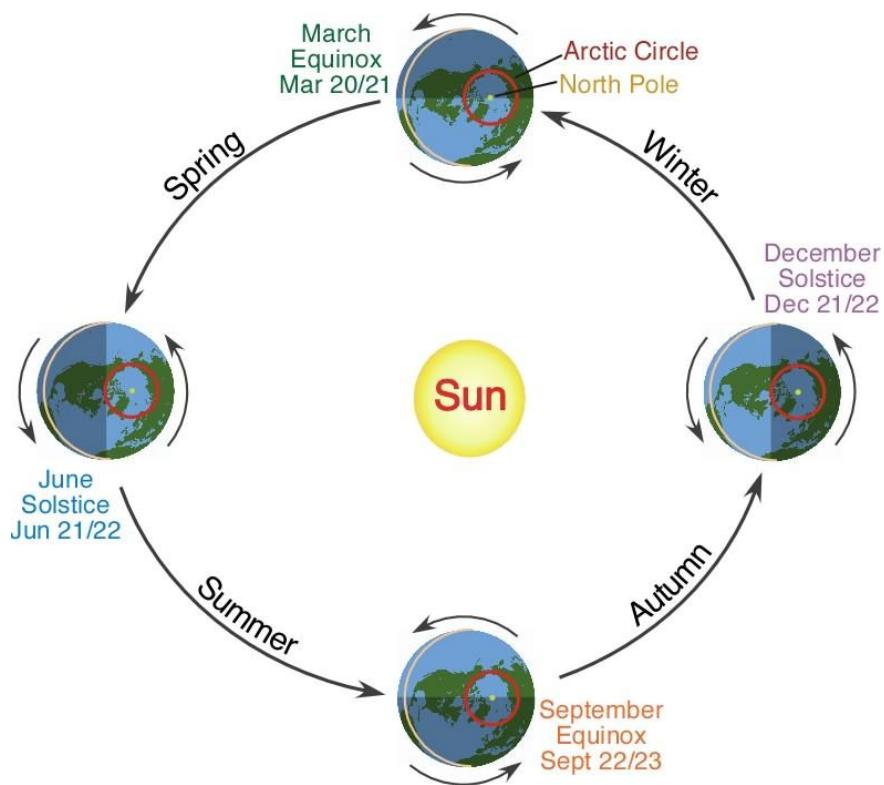
De aarde maakt een hoek van  $23,5^\circ$  met de ecliptica (de denkbeeldige lijn van het midden van de aarde naar het midden van de zon). De zonnestrallen komen evenwijdig naar de aarde toe. Gebruik voor de volgende vragen onderstaande afbeeldingen.

- Hoe wordt de keerkring genoemd waar de zon op 21 (of 22) juni recht boven staat? Op hoeveel graden noorderbreedte bevindt deze keerkring zich?
- Hoe wordt de keerkring genoemd waar de zon op 21 (of 22) december recht boven staat? Op hoeveel graden zuiderbreedte bevindt deze keerkring zich?
- Hoe lang is er op de Noordpool zonlicht op 21 (of 22) juni? En hoe lang op 20 (of 21) maart? En hoe lang op 21 (of 22) december?
- Boven welke breedtegraad hebben alle plaatsen tenminste één dag per jaar 24 uur lang zonlicht en tenminste één dag per jaar 24 uur lang geen zonlicht?
- Onder welke hoek vallen de zonnestrallen op 21 (of 22) juni in op de evenaar? En op de Noordpool?

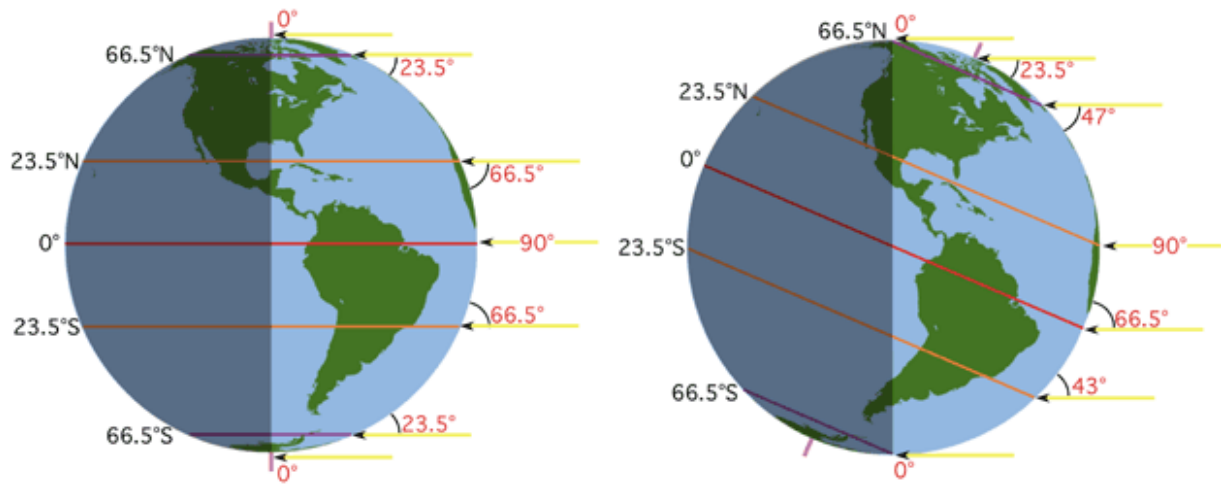


<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/6h.html>

*De draaiing van de aarde rondom de zon. Je kijkt bij de aarde steeds op de Noordpool. De rode cirkel op de aarde geeft de noordpoolcirkel weer op 66,5° noorderbreedte.*



Hoek van inval van de zonnestralen op 20 (of 21) maart en op 21 (of 22) juni



<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/6h.html>



## Opdracht 7: De positie van de zon

Klas 2 tl,h,v en hoger

Neem de volgende grafiek over op je antwoordblad. Teken de grafiek in met behulp van de onderstaande tabel. Verbind de punten met een vloeiende lijn.

1 januari	23° ZB	1 mei	27° NB	1 september	8° NB
1 februari	20° ZB	1 juni	22° NB	1 oktober	4° ZB
1 maart	10° ZB	1 juli	23° NB	1 november	16° ZB
1 april	5° NB	1 augustus	18° NB	1 december	21° ZB

(schijnbare) positie van de zon

NH

