



Eb en vloed

In Nederland is het elke dag twee keer eb en twee keer vloed. Waarom bestaan er getijden? En wat heeft de maan hiermee te maken? In deze les maken de leerlingen een model van de aarde en de maan en verklaren hiermee de getijden.

Lesdoelen

De leerlingen:

- leren dat eb en vloed door de aantrekkingskracht van de maan ontstaat.
- zien dat aarde en maan een gezamenlijk massamiddelpunt hebben.
- kunnen aan de hand van een model uitleggen hoe eb en vloed werkt.
- maken kennis met de begrippen zwaartekracht en middelpuntzoekende kracht.

Voorbereidingen

- Zet alle materialen en de werkbladen voor de leerlingen klaar.
- Zet een computer en beamer klaar
- Zet de filmpjes klaar voor gebruik

Benodigdheden

Per leerling:

- Koekje met diameter maximaal 10 centimeter
- Smartie of M&M
- Dropveter, minimaal 30 centimeter lang
- Stukje klei, ongeveer 100 gram
- Stokje, 30-50 centimeter
- Touwtje, 30-50 centimeter

Voor de demonstratieproef:

- Emmer met laagje water

Tijdsduur

45 minuten

Kerdoelen

28, 29, 31

Vakken

Natuurkunde



Introduceer de begrippen eb en vloed, hoogtij en laagtij. De meeste leerlingen zullen weleens naar het strand aan de Noordzee zijn geweest. Vertel dat er in de Noordzee getijden zijn.

- Laagtij is de laagste stand van het water.
- Vloed is de periode dat het waterniveau stijgt.
- Hoogtij is de hoogste stand van het water.
- Eb is de periode dat het waterniveau daalt.

De meeste leerlingen zullen wel weten dat eb en vloed veroorzaakt worden door de maan. Maar hoe dan precies? De maan draait om de aarde heen en maakt een omloop in ongeveer een maand. Daarnaast draait de aarde om haar as in 24 uur. Bovendien trekken de maan en de aarde elkaar aan. In de volgende experimenten gaan de leerlingen de bewegingen van de maan en de aarde aan de periodieke golfbeweging van het getij koppelen.



De leerlingen maken een model van de aarde en de maan. Dit doen ze zelfstandig met behulp van het werkblad *Eb en vloed*. Dit model laat zien waar het eb en vloed is en hoe dat is gerelateerd aan de stand van de maan. De leerlingen ontdekken dat het aan twee tegengestelde zijden van de aarde vloed is. Waarom het ook vloed is aan de andere zijde van de aarde, wordt met dit model nog niet verklaard.

Ga naar de volgende website <http://bit.ly/dyCsNI>

Deze website laat de voorspelling van de waterstand in een Nederlandse plaats naar keuze zien.

Kies een willekeurige voorbeeldstad. Hoe vaak is het eb en hoe vaak vloed? Hoeveel tijd zit er tussen twee hoogtijden? Schrijf deze antwoorden op het bord. Kom met de leerlingen tot de volgende constatering:

- Het is per dag tweemaal eb en tweemaal vloed.
- Elke dag wordt het ongeveer 50 minuten later vloed dan de dag ervoor.

Om te snappen waarom het twee keer per dag vloed is, gaan de leerlingen de draaiing van de maan om de aarde bestuderen. Dit experiment doen ze zelfstandig met het werkblad *Draaiende planeten en manen*. Ze onderzoeken twee verschillende maan-planeet-systemen: de aarde met de maan, en de dwergplaneet Pluto met zijn maan Charon. Ze ontdekken dat de maan niet alleen om de aarde draait, maar dat de aarde ook een beetje om de maan draait.

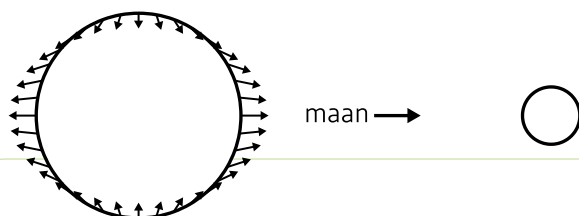
Besprek de proef na. Draait de aarde om de maan, of draait de maan om de aarde? En hoe zou dit verschijnsel kunnen verklaren dat het ook aan de andere kant van de aarde vloed is?

Introduceer het begrip middelpuntzoekende kracht. Demonstreer de middelpuntzoekende kracht met een emmer met ongeveer 5-10 centimeter water erin. Draai de emmer met gestrekte arm boven het hoofd zonder dat het water eruit valt. Er zijn twee dingen die van belang zijn om eb en vloed te verklaren:

- 1 De arm houdt de emmer tegen zodat deze niet wegvliegt.
- 2 Het water in de emmer ondervindt een kracht richting de onderkant van de emmer – oftewel naar de buitenkant van de draaibeweging.

Deze twee tegengestelde krachten werken ook op de aarde:

- De aantrekkingskracht van de maan en aarde is vergelijkbaar met de trekkracht van de arm op de emmer.
- De draaibeweging van de maan en aarde om elkaar heen zorgt voor een uitwijking van het water naar buiten toe aan de buitenste kant van de aarde.



Het volgende filmpje <http://bit.ly/S8gYFK> over kogelslingeren laat hetzelfde principe zien. Als je goed kijkt zie je dat hier, net als in de proef die de leerlingen gedaan hebben, de werper en de kogel om een gemeenschappelijk zwaartepunt draaien. Om werper en kogel te laten draaien, is het noodzakelijk dat de werper ook een kleine uitwijking maakt. De situatie op aarde is vergelijkbaar met het achterhoofd van de werper. Water wordt op die plek naar buiten geslingerd.



Vat alle resultaten van de experimenten samen met het model.

Achtergrondinformatie voor de docent

Eb en vloed worden veroorzaakt door de aantrekkingskracht van de maan. Ook de draaibewegingen van de maan om de aarde heen en de aarde om zijn eigen as, dragen bij aan het tij en zorgen ervoor dat het telkens op andere tijden plaatsvindt.

In feite wordt de hele aarde aangetrokken door de maan. Water beweegt veel makkelijker dan de vaste aardmassa. Daardoor beweegt het water mee in de richting van de aantrekkingskracht van de maan, terwijl de vaste aardmassa vrijwel op zijn plek blijft. Omdat de aarde om zijn eigen as draait, is er telkens een andere zijde van de aarde naar de maan gericht. De kracht die het water ondervindt, verandert mee met de stand van de aarde en maan.

Het water wordt dus aangetrokken door de maan. Maar ook aan de andere kant van de aarde ondervindt het water een opwaartse kracht. Deze kracht is de middelpuntvliedende kracht die de draaibeweging van de maan en de aarde veroorzaakt. De maan draait om de aarde, maar de aarde draait in mindere mate ook om de maan. Eigenlijk draaien de aarde en de maan samen om een gemeenschappelijk zwaartepunt. Maar omdat de aarde veel zwaarder is dan de maan, bevindt het gezamenlijke zwaartepunt van de twee hemellichamen zich binnen de aarde. De beweging van de aarde om dit zwaartepunt zorgt voor een uitwijking van het water naar buiten toe, vergelijkbaar met een auto die uit de bocht vliegt. De aarde wordt als het ware een beetje uitgerekt door de maan.

De draaibeweging van twee hemellichamen om elkaar is het best te begrijpen door een halter – een staaf met aan beide uiteinden een bal – rond te draaien. Bij ballen van gelijk gewicht, zal de halter om het middelpunt heen draaien. Als een van beide ballen zwaarder is, dan verschuift het draaipunt richting de zware bal. Als het verschil in gewicht groot genoeg is, dan zal het draaipunt zich in de zware bal bevinden en lijkt de kleine bal om de grote bal heen te draaien.

Dit filmpje laat zien hoe het water op aarde wordt beïnvloed door de maan:

<http://bit.ly/UB6ggK>

Eb en vloed in de Noordzee

Het verschil tussen eb en vloed laat zich vooral merken in grote oceanen. Daar is veel water dat vrij kan bewegen. In kleine (afgesloten) zeeën is het effect veel minder groot of afwezig. In de grootste bijna afgesloten zee ter wereld, de Middellandse Zee, is er vrijwel geen eb en vloed. Er is daar relatief weinig water en de Straat van Gibraltar is te nauw om snel genoeg water vanuit de oceaan naar de Middellandse Zee te laten stromen.

De Noordzee is daarentegen goed verbonden met de Atlantische Oceaan, dus daar vinden wel getijden plaats. Het water komt binnen via het Kanaal en via de open verbinding ten noorden van Schotland. De vloedgolf doet er 12 uur over om vanuit het noorden van Schotland bij het zuiden van Engeland te komen. Daar komt hij samen met de vloedgolf uit het Kanaal. Vanaf daar reist het water langs de kust van Nederland in een draaibeweging tegen de klok in door de Noordzee. De vloedgolf doet er 12 uur over om van Vlissingen in het zuiden naar de Duitse Bocht in het noorden te komen. In Den Helder zijn de getijden daardoor tegengesteld aan die in Vlissingen. De getijden in Nederland lopen 24 tot 36 uur achter op het getij in de oceaan.

Disclaimer

In de les maken de leerlingen een model waarin het oceaanwater van de aarde als het ware de vorm van een ellips wordt gedrukt. In werkelijkheid is het getij in de oceanen een stuk complexer. De maan is niet in staat om de gehele oceaan in zo'n korte tijd tot een ellips om te vormen. De vloedgolf zou in dit model met een snelheid van 2200 kilometer per uur over het aardoppervlak razen. In werkelijkheid zorgt de maan voor een 'trilling' van het water in de oceaan, waarbij de maan het water op verschillende plekken op het juiste moment een zetje geeft en zo meerdere golven in beweging houdt. De ellips die de leerlingen maken is geen weergave van de oceaanvorm, maar is eigenlijk een weergave van de krachten die op het water werken.

Eb en vloed



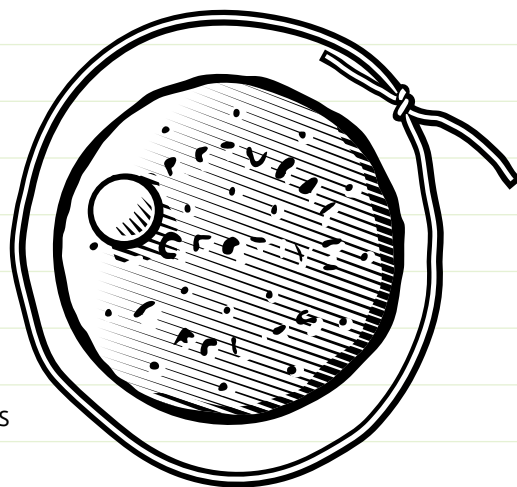
Elke dag is het twee keer eb en twee keer vloed in Nederland. Waar komt dat hoogteverschil van het water vandaan? Met dit experiment ontdek je hoe eb en vloed ontstaan en wat dat te maken heeft met de maan.

Wat heb je nodig?

- Koekje
- Smartie of M&M
- Dropveter
- Kleibolletje

Wat ga je doen?

- 1 Leg het koekje op tafel. Het koekje stelt de aarde voor. De rand van het koekje stelt het aardoppervlak voor.
- 2 Leg de smartie op de rand van het koekje. Dit stelt een plek voor waar iemand aan het strand staat.
- 3 Leg de dropveter om het koekje heen. De dropveter stelt het zee-wateroppervlak voor. Kijk naar de tekening hoe het eruit komt te zien. Op de tekening is de zee getekend zonder aantrekkingskracht van de maan.
- 4 Leg het kleibolletje links van het koekje. Het kleibolletje is de maan.
- 5 De maan trekt het water in de zee naar zich toe. Verplaats de drop-veter in de juiste richting. Waar is het vloed op het koekje?

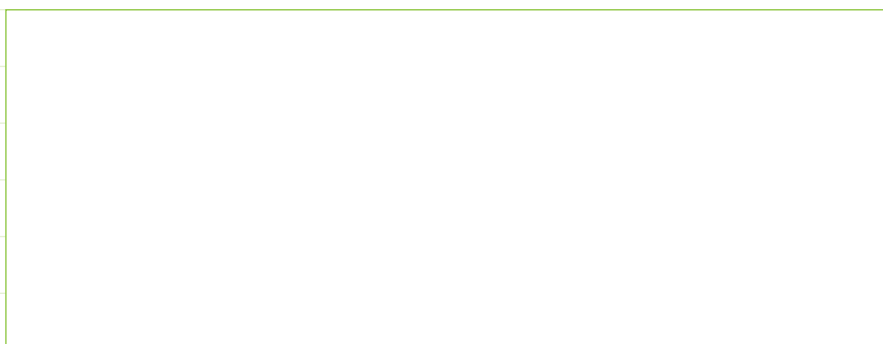


- 6** Het midden van het koekje is de aardas. Als je het koekje eenmaal ronddraait, is er een dag voorbij. Het water ligt los op de aarde en wordt in de richting van de maan getrokken.

Hoe vaak wordt het elke dag vloed op jouw koekjes?

- 7** Tussen twee keer vloed zit ongeveer 12 uur. Dit klopt niet met het antwoord op de vorige vraag. Waarom niet?

- 8** Uit vraag 7 blijkt dat het op twee plekken op aarde vloed moet zijn. Waar kan het dan nog meer vloed zijn? Leg de dropveter goed. Hoe ziet het koekje er nu uit? Teken hieronder het kleibolletje en het koekje met de dropveter op de juiste manier.



- 9** De maan draait ook om de aarde. Een rondje van de maan om de aarde duurt 27 dagen. Wat voor invloed heeft dit op de getijden op aarde? Gebruik eventueel je koekje met dropveter om mee te experimenteren.

Draaiende planeten en manen



Er zijn twee krachten die eb en vloed veroorzaken: de zwaartekracht en de middelpuntvliedende kracht. Om die krachten te begrijpen, maak je twee keer een model van een maan die om een planeet draait.

Eerst kijken we naar Pluto en zijn maan Charon. Pluto is een dwergplaneet die iets voorbij Neptunus om de zon heen draait. Pluto en zijn maan Charon zijn bijzonder omdat de maan bijna net zo groot is als de dwergplaneet zelf. Hierdoor ontstaat een draaibeweging die jullie gaan onderzoeken.

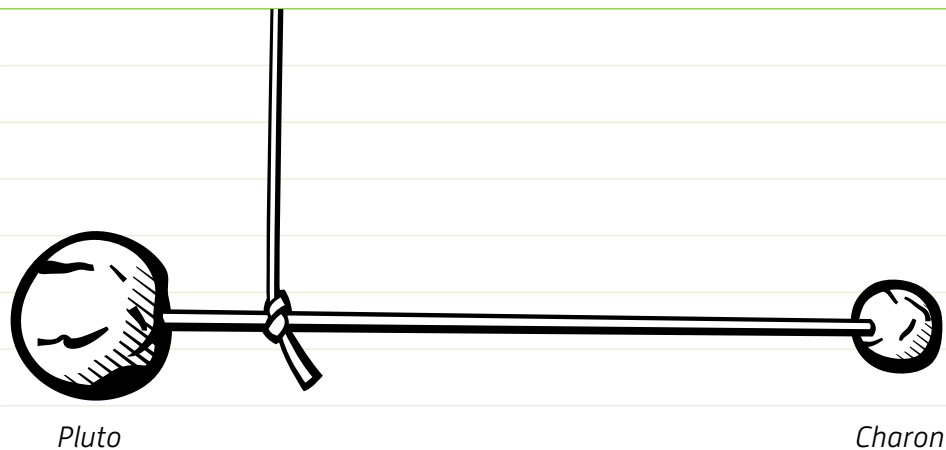
Wat heb je nodig?

- Stokje van 30-50 centimer
- Stukje klei
- Touwtje

Wat ga je doen?

Deel 1: Pluto en zijn maan Charon

- 1 Maak van de klei twee bolletjes. De bolletjes moeten ongeveer even groot zijn, maar eentje mag iets groter zijn. Het grootste bolletje stelt Pluto voor. Het kleinste bolletje stelt Charon voor.
- 2 Maak beide bollen vast aan de uiteinden van de stok. De stok stelt de aantrekkingskracht voor tussen Pluto en Charon.
- 3 Knoop een touwtje vast aan de stok.



- 4 Zoek het massamiddelpunt op van de stok. Dat is de plek waarop je de stok kan balanceren en waar je hem horizontaal aan kan ophangen. Teken op de tekening een kruis waar ongeveer het massamiddelpunt zit op jouw stok.
- 5 Laat de stok zachtjes draaien. Wat zie je? Kruis het goede antwoord aan:
- ☐ Charon draait om Pluto heen.
 - ☐ Pluto draait om Charon heen.
 - ☐ Charon en Pluto draaien om elkaar heen.

Deel 2: De aarde en de maan

- 6 Haal de klei van de stok af. Maak nu twee bollen, de ene bol moet een vier keer zo groot zijn als de andere. De grote bol stelt de aarde voor en de kleine bol is de maan. Het stokje stelt weer de aantrekkingskracht tussen aarde en maan voor.
- 7 Zoek opnieuw het massamiddelpunt en schuif het touwtje daarnaar toe. Wat is er gebeurd met het massamiddelpunt?

8 Laat de aarde en de maan voorzichtig draaien. Kruis het goede antwoord aan:

- ☐ De aarde draait om de maan heen.
- ☐ De maan draait om de aarde heen.
- ☐ De aarde en de maan draaien om elkaar heen.

9 Je hebt bij de vorige vraag gezien dat de maan ook de aarde laat bewegen. Hoe kan je hiermee de vloedgolf aan de andere kant van de aarde verklaren?

hint

Denk aan een kopje
thee waarin je roert.
Wat gebeurt er dan
met het water?

