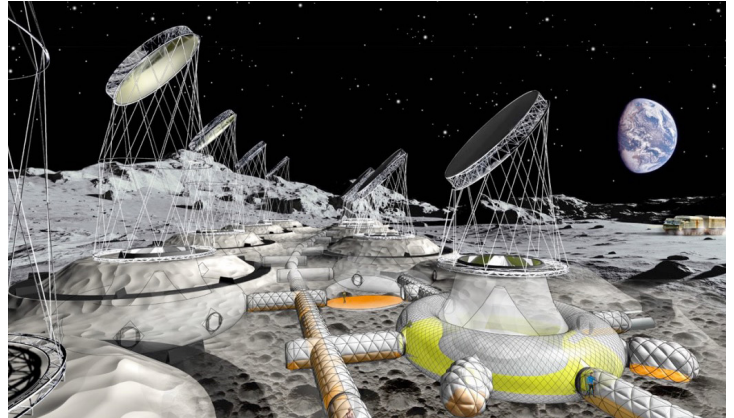


Ademen op de maan

Les 3 als voorbereiding op de Moon Camp Challenge

groep 7-8
klas 1-2

De maan is geen fijne plek om zomaar te gaan wonen en werken. Zelfs de simpelste behoeftes om te leven, moeten we meenemen van aarde, of op de maan maken. Denk aan water, voedsel en zuurstof. In deze les bespreken we hoe astronauten aan voldoende zuurstof komen. Moeten ze die meenemen van aarde? Of kun je zuurstof ook produceren op de maan zelf?



Lesdoelen

De leerlingen:

- voeren een experiment uit waarin ze zuurstof uit water halen met elektriciteit
- bouwen in 3D iets in TinkerCad
- bedenken een zuurstofvoorziening voor hun maanbasis

Lesopbouw

De leerlingen voeren een experiment uit waarin ze zuurstof uit water halen. Daarna bekijken ze een video van ESA over de verschillende manieren om zuurstof te maken op de maan. Ze maken een TinkerCad-account aan en voeren een tutorial uit in TinkerCad. Aan het einde van de les ontwerpen ze een zuurstofvoorziening voor hun eigen maanbasis.

Vorbereiding

15 minuten

Verzamel de benodigheden en print de werkbladen en laad eventueel de batterijen op.

Benodigheden

Per groepje:

- geprint werkblad *Ademen op de maan*
- geprint werkblad *Zuurstof uit water*
- blokbatterij van 9 volt
- 2 metalen theelepels (bijvoorbeeld van roestvrij staal)
- theeglas
- theelepel zout
- water

Voor de hele klas:

- beamer

Tijdsduur

60 minuten

Kerdoelen

42, 43, 45, 47

Materiaalkosten

€€

Eindproduct

Schets voor maanbasis op A3-papier of in TinkerCad

Lesbeschrijving *Ademen op de maan*

Inleiding 5 minuten

Bespreek met de leerlingen wat er nodig is om te kunnen ademen op de maan. Vertel dat zuurstof een belangrijk gas voor de mens is, en dat de aardse lucht voor 21 procent uit zuurstof bestaat. Leg uit dat het mogelijk is om zuurstof (O₂) uit water (H₂O) te halen.

Werkblad *Zuurstof uit water* 20 minuten

Geef elk groepje één werkblad *Zuurstof uit water*. De leerlingen voeren een experiment uit waarin ze water gaan splitsen in zuurstof en waterstof. Dit proces heet *elektrolyse*.

Werkblad *Ademen op de maan* 10 minuten

Geef elk groepje één werkblad *Ademen op de maan*. Bekijk klassikaal de volgende ESA Airbus-video met de Nederlandse ondertiteling aan.

Video: Air on the moon

<https://www.youtube.com/watch?v=FB73PfJg1EQ>

De vraag die in het rapport wordt gesteld: 'Hoe gaan jullie de maanbasis voorzien van zuurstof? Beschrijf dat in 100 woorden.'

Na het bekijken van de video krijgen leerlingen de tijd om gezamenlijk de vragen op het werkblad te beantwoorden.

Opdracht *Maak de maanbasis op papier of in TinkerCad*

20+ minuten

De leerlingen voegen een zuurstofvoorziening toe aan hun maanbasisontwerp. Dit kan op papier of in TinkerCad. Ze leren TinkerCad gebruiken met de tutorials die TinkerCad aanbiedt. Dit kost wel tijd. Plan een extra TinkerCad-les in als dat nodig blijkt.

Afsluiting 5 minuten

Bespreek klassikaal welke typen zuurstofvoorziening de verschillende maanbases gaan krijgen. Spreek af wanneer de leerlingen extra tijd krijgen om TinkerCad te leren gebruiken en hun ontwerpen in TinkerCad te zetten.

Achtergrondinformatie voor de docent

Lucht

Op de maan is geen atmosfeer. Het maanoppervlak staat in direct contact met de ruimte. Doordat er geen atmosfeer is, is er geen lucht, geen wind en ook geen zuurstof om in te ademen. Er heerst een vacuüm. Maanbewoners moeten zelf zuurstof meenemen of maken op de maan. Ook moeten ze een speciaal ruimtepak aantrekken als ze naar buiten gaan. In dit pak worden ze beschermd en kunnen ze zuurstof ademen uit een luchttank op hun rug. Binnen in een maanbasis is er normale luchtdruk en zuurstof. Daar kunnen de maanbewoners in gewone kleding rondlopen, net zoals thuis.

Wat gebeurt er met een mens in een vacuüm?

Je ontploft in ieder geval niet. Een appel of een druif in een vacuüm ontploft ook niet. Dat komt doordat er niet veel lucht in ons lichaam zit. Ons lichaam is, net als een druif of appel, voornamelijk opgebouwd uit vocht en proteïnen. Vocht zwelt in een vacuüm niet op. De lucht in onze longen zou wel uitzetten, maar kan makkelijk ontsnappen via je luchtpijp. Als je in je buik of darmen lucht hebt, zet die ook uit. Dat is wel pijnlijk, maar leidt niet tot ontploffingen. In een vacuüm is er geen zuurstof, dus mensen vallen eerst flauw en overlijden daarna, doordat ze niet kunnen ademen. Een NASA-medewerker die in 1966 kort is blootgesteld aan een vacuüm in een cabine, verloor het bewustzijn na 20 seconden. Daarna bleef hij nog een minuut blootgesteld aan het vacuüm. Nadat de cabine weer onder druk was gezet, kwam hij weer bij. Hij vertelde dat hij vlak voordat hij het bewustzijn verloor, het speeksel op zijn tong voelde borrelen. Astronauten die in 1971 tien minuten in een vacuüm in een ruimteschip zaten, hebben het helaas niet overleefd.

Zuurstof

De lucht op aarde bestaat voor 21 procent uit zuurstof. Op de maan is er geen lucht en geen zuurstof. Daar kun je op verschillende manieren aan komen:

- Je kunt het produceren met elektrolyse. Dit is het principe van de proef op het werkblad *Zuurstof uit water*. Hierbij stuur je elektriciteit door water via twee elektroden. Er ontstaat waterstof (H_2) en zuurstof (O_2), de bestanddelen van water (H_2O). Het nadeel is dat je dan nog meer water nodig hebt dan alleen voor drinken en planten (voedsel) kweken. En water is erg schaars op de maan.
- Maangrond (regoliet) bevat veel zuurstof. Door het regoliet te verwarmen, komt de zuurstof vrij. Die vang je vervolgens op en stop je in zuurstoftanks. Wetenschappers hebben hier nog weinig ervaring mee.
- Je kunt zuurstof meenemen vanaf aarde. Daarvoor heb je gasflessen nodig, die getransporteerd moeten worden. Vervoer vanaf aarde is kostbaar. Het transport van één kilo kost ongeveer € 20.000. Dat zijn hoge verzendkosten.
- Je kunt zuurstof krijgen door planten te kweken. Planten maken zuurstof als ze fotosynthese uitvoeren. Planten nemen CO_2 en water op en maken daar suiker en zuurstof van. Een groot voordeel van op deze manier zuurstof maken, is dat veel

planten ook eetbaar zijn. De alg (ook een plant) spirulina is ook eetbaar, en 8m² van deze plant produceert genoeg zuurstof voor één astronaut. Andere planten hebben al snel 13m² nodig, maar zijn wel een stuk smakelijker om te eten dan algen.

Zuurstof uit water

In het experiment *Zuurstof uit water* halen leerlingen zuurstof uit water. Ze maken een vereenvoudigd model van de zuurstofvoorziening in het International Space Station (ISS). Dit principe zou ook op de maan kunnen worden toegepast. In het experiment ontstaat aan de positieve pool zuurstof en aan de negatieve pool waterstof. Dit proces heet elektrolyse. De zuurstof kun je opvangen en gebruiken om lucht te maken voor in de gebouwen op de maan.

Elektrolyse

Elektrolyse wordt in deze video uitgelegd met een animatie: www.youtube.com/watch?v=Dz5ncySeZ4w.

Aan de negatieve pool ontstaat tweemaal zoveel waterstofgas als zuurstof aan de positieve pool. Dat zit zo. Water (H₂O) bestaat uit twee atomen waterstof (H) en één atoom zuurstof (O). Deze atomen komen los van elkaar door middel van elektriciteit. Zodra moleculair waterstof (H₂) ontstaat, laat H₂ los van de elektrode (het theelepeltje). Het zuurstofatoom (O) blijft zitten aan de elektrode totdat er een volgende watermolecuul wordt gesplitst. De twee zuurstofatomen zoeken elkaar op en binden aan elkaar tot een zuurstofmolecuul (O₂).

Veiligheid

Er wordt bij deze proef gebruikgemaakt van een 9V-batterij. Die heeft zo'n zwakke spanning, dat er geen gevaarlijke situaties kunnen ontstaan als iemand er water overheen morst. Aan de pluspool ontstaat ook chloorgas. Dit is een stof die de luchtwegen kan irriteren, maar in dit proefje ontstaat daar zo weinig van, dat het niet schadelijk is. De moleculaire waterstof die in deze proef ontstaat is explosief, maar de hoeveelheden in dit proefje zijn zo klein, dat er geen gevaar is. Aanvullende veiligheidsmaatregelen zijn daarom niet nodig, maar een raam open zetten om te ventileren voor de zekerheid is een goed idee. Chloor is hoge concentratie een vervelend gas, zie je een geel/groen kleurtje dan heb je een concentratie bereikt die giftig is. Voer het proefje nooit voor lange tijd uit.

Chemische reactie (verdieping voor docent)

- Zout lost op (1)

Aan het water wordt zout (natriumchloride, NaCl) toegevoegd. Als je zout oplost in water, valt het uiteen in een natrium-ion (Na⁺, positief geladen) en chloride-ion (Cl⁻, negatief geladen). Deze geladen deeltjes kunnen vrij bewegen in het water. Door de ladingen van de elektroden worden de positieve natriumdeeltjes aangetrokken door de negatieve elektrode, terwijl de negatieve chloridedeeltjes worden aangetrokken door de positieve elektrode, net als een magneet.

- Vorming chloorgas (2)

De chloride-ionen (Cl^-) zijn negatief geladen, omdat zij een elektron te veel hebben; een elektron heeft een negatieve lading. Dit extra elektron op het chloride-ion laat redelijk makkelijk los. Zodra de chloride-ionen bij de positieve elektrode aankomen, staan ze hun extra elektron af aan de elektrode. De positieve elektrode is positief geladen doordat er een tekort aan elektronen is. Door het afstaan van een elektron verandert het chloride-ion in chloorgas (2Cl^- wordt Cl_2 plus twee afgestane elektronen aan de positieve elektrode; zie reactie hieronder). Als je goed ruikt boven het water, kun je het ontstane chloorgas ruiken.

- Ontstaan ijzerionen (3)

De elektrode is gemaakt van ijzer. Omdat de elektriciteit door de elektrode stroomt, worden ook elektronen van het ijzer zelf afgevoerd. Het ijzeratoom (Fe) verliest twee elektronen, waardoor het een positief geladen atoom wordt (een ijzerion, Fe^{2+}). Deze ijzerionen die dan ontstaan, lossen op in het water en zorgen ervoor dat het water langzaam bruinig wordt. Je zou dus kunnen zeggen dat de elektrode langzaam oplost in het water.

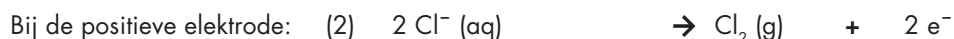
- Ontstaan waterstofgas (4)

Bij de negatieve elektrode is juist een overschot aan elektronen. Deze worden afgestaan aan water. Er ontstaat dan waterstofgas (H_2) en hydroxide (OH^-). Deze productie van waterstofgas heet hydrolyse, en is goed te zien door de gevormde belletjes bij de negatieve elektrode.

- Ontstaan neerslag in het water (5)

Na een tijdje vormen de opgeloste positieve ijzerionen de positieve pool in het water. Hierdoor wordt hydroxide (OH^-) aangetrokken. De ijzerionen (Fe^{2+}) en het OH^- gaan samen een reactie aan en worden ijzerhydroxide ($\text{Fe}(\text{OH})_2$). Dit is een vaste stof, die te zien is als neerslag in het water.

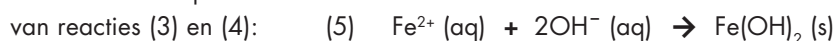
De volgende reacties vinden plaats:



O_2 ontstaat alleen als de elektrode (ijzer) niet reageert met het water. Hiervoor zou je bijvoorbeeld platina kunnen gebruiken i.p.v. ijzeren theelepels. In dit proefje ontstaat er dus niet echt O_2 gas.



In het water met producten



ZIn het International Space Station (ISS) in de ruimte wonen en werken astronauten. Zuurstof wordt daar gemaakt door middel van elektrolyse. In dit experiment gaan jullie zuurstof maken op deze manier.

Wat hebben jullie nodig?

- Blokbatteij van 9 volt
- 2 metalen theelepels (bijvoorbeeld van roestvrij staal)
- Theeglas
- Theeepel zout
- Water



Wat gaan jullie doen?

Jullie gaan een experiment doen om zuurstof te maken.

- 1 Vul het glas met water.
- 2 Voeg een theeepel zout toe aan het water.
- 3 Roer tot het zout is opgelost.
- 4 Houd de theelepels tegen de polen van de batterij.
- 5 Zet de theelepels in het water.
- 6 Zorg dat de theelepels elkaar en het glas niet raken.
- 7 Houd de theelepels vast totdat je iets ziet gebeuren bij lepels. Het water kan geelbruin of troebel worden, dat is niet erg. Het water kan een beetje naar chloor gaan ruiken zoals in het zwembad, dat is niet erg.

→ Wat gebeurt er? Zien jullie belletjes ontstaan?

Jullie splitsen nu water in waterstof en zuurstof. Bij de ene (positieve) lepel ontstaat zuurstof, bij de andere (negatieve) lepel ontstaat waterstof. De chemische naam voor water is H_2O . De chemische naam voor zuurstof is O_2 en voor waterstof H_2 . Wie goed kijkt, ziet dat er aan één theelepel meer gas ontstaat dan aan het andere.

→ Van welk gas is er meer?

Water is ooit ontstaan uit twee gasen: waterstof (H_2) en zuurstof (O_2). Als je energie (hier elektriciteit) aan water toevoegt, dan splitst water zich in die twee gasen. Dit heet **elektrolyse**. Aan de minpool van de batterij neemt water elektronen op; daarbij ontstaat waterstof. Aan de pluspool staat water elektronen af; daarbij ontstaat zuurstof.

→ Hoe zou je het zuurstof of waterstof kunnen opvangen?

In deze proef hebben jullie waterstof gemaakt. Waterstof is een brandstof. Als je waterstof verbrandt, komt er energie en water vrij.

→ Waarvoor zou je waterstof kunnen gebruiken?

8 Opruimen. Het water kan in de wasbak. Spoel het theeglas en de lepels af. Droog ze af en zet ze terug.

Ademen op de maan

Astronauten hebben op de maan lucht met daarin 21 procent zuurstof nodig om goed te kunnen ademen. De lucht moet ook worden ververst, zodat het zuurstofgehalte van de lucht niet zakt. Hoe gaan jullie ervoor zorgen dat de luchtkwaliteit op de maanbasis goed is?

Wat gaan jullie doen?

We gaan nu een video bekijken over hoe je de maanbasis van zuurstof kunt voorzien.

Bekijk de video *Air on the moon*.

→ Waarom is zuurstof uit maanwater halen (met elektrolyse) geen goed idee op de maan?



→ Op welke drie manieren kun je zuurstof op de maan krijgen?

→ Wat is het nadeel van zuurstof naar de maan brengen?

→ Hoe gaan jullie zuurstof op de maan produceren? Leg jullie antwoord uit.

