

Bliksems in de ruimte

2^{de} & 3^{de} graad secundair onderwijs
Lerarenbundel



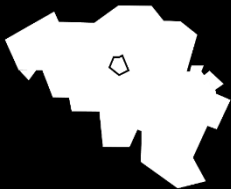
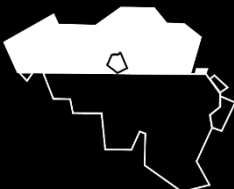
**De oorzaken en effecten van
bliksems op andere planeten
onderzoeken**

- Hoe ontstaat een bliksem op Aarde? ●●●●●●
- Waar ontstaan bliksems en waarom? ●●●●●●
- Kan een bliksem produceren in de klas? ●●●●●

OVER ESERO BELGIUM

ESERO is een scholenprogramma van de Europese Ruimtevaartorganisatie ESA. Het doel van dit programma is leraren van basisonderwijs en middelbaar onderwijs helpen om het populaire thema ruimtevaart in de klas te brengen, binnen hun lesopdracht. Dit doen we op drie manieren: **lesmateriaal** (online), **lerarenvormingen**, en **STEM projecten voor scholen**. Het aanbod is volledig gratis voor leraren in beroep en leraren in opleiding, en is afgestemd op de eindtermen in het onderwijs. Hedendaagse en inspirerende ruimtevaartmissies vormen de context diverse schoolvakken.

WWW.ESERO.BE

Nationale coördinator  KU LEUVEN	Vlaamse coördinator   UGENT VOLKSSTERRENWACHT ARMAND PIEN	Frans- en Duitstalige coördinator  ULB La Sclentothèque
--	---	---

ESA Education beheert en coördineert alle ESERO's in Europa. Elke ESERO bestaat dankzij een cofinanciering van ESA en nationale partners. Het federaal wetenschapsbeleid (BELSPO) is de cofinancierende partner voor ESERO Belgium.



Bliksems in de ruimte

Onderzoek naar de oorzaken en effecten van bliksems op andere planeten

Lerarenbundel

Cursus kenmerken

Doelgroep Secundair onderwijs 2^{de} en 3^{de} graad

Type Onderzoekend leren (leerlingenexperimenten in de klas)

Lestijden 2 x 50 minuten

Benodigheden

- Polystyreen plaatjes (isomo)
- Aluminiumfolie schaaltes
- Wollen materiaal

Onderwerpen

- Fysica
- De ruimte
- Exoplaneten
- Bliksems
- Elektriciteit
- Onderzoekend leren
- Activering

Lesdoelen

- Leg uit waarom bliksems belangrijk zijn voor exoplaneten onderzoek
- Leg uit wat er nodig is om bliksems mogelijk te maken
- Identificeer de variabelen in een experiment of demonstratie
- Demonstreer hoe triboelektrische lading kan gebruikt worden om bliksem te creëren
- Wetenschappelijke methode: effecten van een systematisch wijzigende variabele testen en rapporteren
- Presenteer je resultaten aan de klas

Samenvatting In deze reeks van zes activiteiten zullen leerlingen via onderzoekend leren kennis maken met bliksems op andere planeten, en ontdekken waarom het begrijpen van bliksems en elektrische ladingen van belang zijn in het exoplaneten onderzoek. De leerlingen worden begeleid om hun eigen bliksem te creëren in de klas via groepsexperimenten. Daarna gaan ze hun nieuwe kennis presenteren en groepsdiscussies houden.

Colofon

Eerste uitgave Januari 2023

Updates

Gebruiksvoorwaarden Dit lesmateriaal kan gratis gebruikt worden voor educatieve doeleinden. Wanneer je fragmenten eruit kopieert, dan vragen we om een correcte referentie op te geven naar het origineel. De meest recent versie kan je downloaden op www.esero.be
> NL > Lesmateriaal.

AUTEURS

Oriel Marshall Inhoud en didactiek, lesgever bij lerarenvormingen.

ESERO Belgium Layout, verspreiding lesmateriaal en organisatie lerarenvorming

Je mening is belangrijk ESERO Belgium blijft steeds werken aan betere kwaliteit. We moedigen gebruikers van ons lesmateriaal aan om ons feedback te geven via 'contact' op www.esero.be. Wanneer je feedback een belangrijke bijdrage vormt aan de nieuwe versie, dan wordt je naam opgenomen in de auteurslijst (colofon). Op die manier kunnen jullie toekomstige gebruikers helpen om nog beter lesmateriaal te krijgen.

Eindtermen

Secundair onderwijs

2^{de} graad (minimumdoelen basisvorming – 230327)	
06.33 (doorstroomfinaliteit) 06.24 (dubbele finaliteit)	De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen en ionen te beschrijven.
06.43 (doorstroomfinaliteit) 06.31 (dubbele finaliteit)	De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen uit het dagelijkse leven aan de hand van het concept druk bij vaste stoffen, gassen en vloeistoffen.
06.50 (doorstroomfinaliteit) 06.34 (dubbele finaliteit)	De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.
06.51 (doorstroomfinaliteit) 06.35 (dubbele finaliteit)	De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.
3^{de} graad (minimumdoelen basisvorming – 230327)	
06.37 (doorstroomfinaliteit)	De leerlingen lichten eigenschappen van elektrische krachtwerking toe.
06.38 (doorstroomfinaliteit)	De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen van permanente magneten, elektromagneten en elektromagnetische inductie.
06.43 (doorstroomfinaliteit) 06.24 (dubbele finaliteit)	De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.
06.44 (doorstroomfinaliteit) 06.25 (dubbele finaliteit)	De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.
06.46 (doorstroomfinaliteit)	De leerlingen analyseren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.

INHOUD

Cursus kenmerken	3
Colofon	4
Eindtermen	5
Samenvatting van de activiteiten	8
Inleiding	10
Achtergrond	11
Hoe bliksems ontstaan	11
Triboelektrische lading	11
De effecten van bliksems	12
Activiteit 1 Inleiding over bliksems in de ruimte	13
Benodigdheden	13
Oefening 1: bliksems - juist of fout	13
Discussie	13
Vraag uit de leerlingenbundel	14
Activiteit 2 Demonstratie van een bliksem	15
Discussie	15
Oefening 2 : Vragen uit de leerlingenbundel	15
Activiteit 3 De variabelen bepalen	16
Benodigdheden	16
Oefening 3	16
Resultaten	16
Activiteit 4 experimenteren en ontdekken	18
Benodigdheden per groep	18
Veiligheid en gezondheid	18
Oefening 4	18
Suggesties in verband met timing	19
De aard van wetenschap	19
Resultaten	19
Discussie	19
Instructies bij de demonstratie	20
Activiteit 5 Groep presentaties	22
Benodigdheden	22
Oefening 5	22

Discussie	22
Activiteit 6 Einddiscussie	23
Achtergrond over ladingoverdracht	23
Oefening 6	23
Links	27
Bijlage 1 Bliksems 'juist of fout' vragen	28
Bijlage 2 Vergelijking tussen de demo in de klas en echte bliksems	29

Samenvatting van de activiteiten

1 Inleidende Quiz

- Omschrijving:** De leerlingen maken kennis met het concept van bliksems in het heelal en op andere planeten met een juist-of-fout quiz in de klas.
- Doel:** De leerlingen motiveren, hun voorkennis testen en nieuwe concepten introduceren.
- Vereisten:** Niets.
- Tijd:** 10 minuten.

2 Demonstratie video

- Omschrijving:** Je toont een video waarin bliksems worden gemaakt met gewoon dagdagelijks materiaal.
- Doel:** De klas inleiden tot de demonstratie. Introduce the class to the demonstration. Bevraging van de groep over hoe het werkt.
- Vereisten:** Activiteit 1 afgewerkt.
- Tijd:** 5 minuten.

3 De variabelen oplijsten

- Omschrijving:** Groepswerk om de variabelen te verzamelen die de demonstratie beïnvloeden en start van de voorbereidingen voor het experiment.
- Doel:** De praktijk van de wetenschappelijke methode en denkwijze.
- Vereisten:** Activiteit 2 afgewerkt.
- Tijd:** 5 minuten.

4 Leerlingexperimenten

- Omschrijving:** Je verdeelt de leerlingen in groepjes en voorziet ze van het nodige materiaal om de demonstratie uit te voeren. Elke groep krijgt of kiest 1 variabele die ze systematisch aanpassen waarna ze telkens de effecten noteren.
- Doel:** Onderzoekend leren: de wetenschappelijke methode gebruiken om te ontdekken en begrijpen hoe bliksems ontstaan.
- Vereisten:** Activiteit 3 afgewerkt.
- Tijd:** 30 minuten.

Eventueel: pauze

5 Presentaties van resultaten

Omschrijving: De leerlingen presenteren de resultaten van hun experimenten. Ze leggen de effecten uit van hun veranderende variabele, en delen hun hypothesen over het waarom van deze effecten.

Doel: Wetenschappelijke resultaten presenteren en de resultaten gebruiken om tot wel overwogen besluiten te komen.

Vereisten: Activiteiten 1 tot 4 afgewerkt.

Tijd: 20 minuten.

6 Afsluitend gesprek

Omschrijving: De leerlingen gaan hun nieuwe kennis toepassen over bliksems om antwoorden te vinden op vragen over hoe deze info kan helpen voor astronomen.

Doel: Hun kennis toepassen in verschillende situaties. Dit zal helpen om hun geleerde kennis te evalueren en vast te zetten.

Vereisten: Activiteiten 1 tot 4 afgewerkt.

Tijd: 30 minuten.

Inleiding

Bliksems vormen een fascinerend fysisch fenomeen met veel interessante effecten op onder meer de atmosfeer van een planeet. Door te leren over bliksems krijgen leerlingen inzichten over elektrische ladingen en elektrische velden in een nieuwe en motiverende context. Door over bliksems in de ruimte te leren kunnen leerlingen kennis maken met sommige toepassingen van wetenschappelijke contexten buiten het verwachtingspatroon zoals over elektrische ladingen.

Stormen met bliksems zijn erg gewoon in de meeste planetaire atmosferen met wolken. Zoals je wellicht weet komen ze ook veel voor op Aarde.



Figuur 1: Bliksemfoto genomen door ESA astronaut Paolo Nespoli vanaf het Internationaal Ruimtestation ISS.

Bliksems komen ook voor op planeten in ons Zonnestelsel buiten de Aarde. Vooral op Jupiter en Saturnus komen actieve stormen met bliksems voor. Ook op Uranus zijn ze waargenomen, en meer recent op Venus. Dit soort stormen met bliksems werden waargenomen door ruimtesondes zoals Galileo (Jupiter) en Cassini (Saturnus).

Bovenop bliksems die werden waargenomen in ons Zonnestelsel, werd ook voor veel planeten die we vonden buiten het Zonnestelsel (exoplaneten) voorspeld dat daar bliksems zouden voorkomen. Ondertussen zijn meer dan 5000 exoplaneten ontdekt, en velen daarvan hebben geschikte omstandigheden voor wolkenvorming. Astronomen zoeken naar chemische signaturen in exoplaneet atmosferen waarvan wetenschappers vermoeden dat ze daar gekomen zijn met behulp van bliksems.

Achtergrond

Hoe bliksems ontstaan

Bliksems ontstaan wanneer gescheiden ladingen voorkomen in een wolk, waardoor de ene zijde van de wolk negatief geladen is en de andere positief. Wanneer die ene geladen zijde nabij een ander geleidend object komt (bijvoorbeeld de grond of een andere wolk), dan zal de geladen zijde aangetrokken worden door de tegengestelde lading in het geleidend object. Dan zal een potentiaalverschil opgebouwd worden in de leegte tussen beide.

Wanneer dit potentiaalverschil groot genoeg is, dan kan het overspringen via de niet-geleidende lucht tussen beide objecten, en aldus een grote energie ontladen. Een stroom van elektronen met hoge temperatuur zal dan een kolom van luchtdeeltjes ioniseren tussen beide objecten. Dan zien we dus een bliksem. De donder die ermee gepaard gaat is het geluid van de lucht rond deze geïoniseerde kolom die zodanig veel en snel verhit worden, dat de uitzetting van die lucht een schokgolf veroorzaakt.

De scheiding van ladingen in de wolk ontstaat initieel door een combinatie aan oorzaken en effecten zoals zwaartekracht, triboelektrische lading en luchtstromen. Wolken zijn gemaakt van een combinatie aan deeltjes, waaronder kleine vloeistofdruppeltjes en ijskristallen en grotere zachte hagel.

Tijdens een storm ondergaan de deeltjes in een wolk heel veel turbulentie, waardoor de deeltjes veelvuldig gaan botsen. Dit veroorzaakt triboelektrische lading van de deeltjes. De druppeltjes en ijskristallen gaan hierbij elektronen kwijt geraken, waardoor ze positief geladen worden. De grotere hageldeeltjes gaat vooral elektronen aantrekken, en worden dus negatief geladen. Door zwaartekracht en luchtstromen verplaatsen de grotere negatief geladen deeltjes naar de onderkant van de wolk, en de kleinere positief geladen deeltjes naar de bovenkant van de wolk. Zo krijg je een wolk met twee kanten met een heel sterke lading, waaruit een bliksem kan komen.

Triboelektrische lading

Triboelektrische lading is een belangrijk deel van bliksemvorming. Triboelektrische lading is ook bekend als 'statische lading'. Vermoedelijk heb je dit in je dagelijks leven al tegen gekomen. Bijvoorbeeld als je kleren uit de droogkast neemt die samengekleit zijn, of als je je haar kamt met een plastic kam. Deze lading ontstaat doordat elektronen van het ene materiaal naar het andere overgaan, waardoor beide materialen een netto lading overhouden. Sommige materialen hebben de neiging om elektronen te verzamelen, en andere de neiging om ze kwijt te geraken. De meeste atomen zijn oorspronkelijk elektrisch neutraal, en hebben dus hetzelfde aantal elektronen als protonen. Maar als sommige materialen tegen elkaar wrijven, dan gaan de elektronen van het ene naar het andere materiaal doorgegeven worden. Daardoor gaat het materiaal dat elektronen kwijt geraakt een netto positieve lading hebben, en het materiaal dat elektronen opneemt

eindigt met een netto negatieve lading. Het tegen elkaar wrijven van beide maakt het mogelijk dat er maximaal oppervlaktecontact is, waardoor elektronen beter doorgeven.

Je kan een lijst vinden van materialen, gerangschikt volgens hun neiging om elektronen op te nemen of te verliezen: de triboelektrische serie. Het toont de relatieve neiging om een netto lading op te bouwen. Het zegt niet over de geleidbaarheid van de materialen of de snelheid waarmee de materialen hun lading kunnen kwijt raken.

De effecten van bliksems

Opdat bliksem zou voorkomen heb je een planetaire atmosfeer nodig met een soort van wolken. Er moet ook turbulentie of wind zijn, en deeltjes van diverse materialen, zodat de triboelektrische lading zich kan vormen. Directe waarnemingen van bliksems zijn potentieel mogelijk (in ons Zonnestelsel of daarbuiten) door gebruik te maken van radiotelescopen. Dit soort waarnemingen kunnen ons iets leren over atmosferen van planeten.

Bliksems zijn activiteiten met zeer hoge energie in een atmosfeer. De grote energiestoot die samen gaat met een bliksemflits kan bepaalde chemische reacties doen plaatsvinden die normaalgezien niet zouden voorkomen in de atmosfeer van een planeet. Daardoor kan de samenstelling van de atmosfeer veranderen. Dit heeft invloed op het soort chemische reacties die kunnen plaats vinden en de observaties die astronomen doen.

In het vroege bestaan van de Aarde kunnen bliksems mogelijk een belangrijke rol gespeeld hebben in de synthese van prebiotische moleculen, zoals werd aangetoond door de Miller-Urey experimenten in de jaren 1950. Daarom is het niet onredelijk om te stellen dat in de juiste omstandigheden bliksems een rol kunnen spelen in het ontstaan van leven op andere planeten.

Activiteit 1

Inleiding over bliksems in de ruimte

In deze activiteit worden de leerlingen ingeleid in het idee van bliksems in de ruimte. Het doel is om te testen welke voorkennis ze hebben van het onderwerp en hun interesse te wekken. De wetenschap achter het onderwerp komt hier nog niet aan bod. In plaats daarvan wordt bekeken waar bliksems kunnen voorkomen, welke effecten het kan hebben, en waarom het van belang is voor de onderzoekers van exoplaneten.

Benodigheden

Projector en scherm & digitale presentatie (we bieden een presentatie aan op esero.be)

Oefening 1: bliksems - juist of fout

Deel de leerlingbundel nog niet uit totdat de eerste presentatie voorbij is (het zal bepaalde antwoorden verklappen).

Volg de presentatie over de 'juist of fout' vragen. Bevraag de leerlingen bij elke vraag voordat je zelf antwoorden geeft en lok reacties uit. Als de leerlingen bijkomende vragen stellen, raden we aan om deze te noteren zodat er op het einde van de lessenreeks opnieuw kan naar verwezen worden.

Discussie

Bliksems in protoplanetaire schijven en exoplaneten vormen een actief onderwerp in wetenschappelijk onderzoek, en astronomen zijn erg geïnteresseerd om er meer over te leren en over de gevolgen ervan.

Zoals je kon zien in de 'juist of fout' vraagjes: exoplaneet onderzoekers hebben nog nooit een directe waarneming gedaan van bliksemschichten op exoplaneten of in protoplanetaire schijven. Maar het is wel erg waarschijnlijk dat ze voorkomen en veel astronomen werken aan voorspellingen ervan. Als bliksems toch waargenomen worden in de ruimte, dan is het belangrijk dat we weten welke wetenschappelijke betekenis ze hebben.

In deze activiteiten gaan we leren welke voorwaarden vereist zijn voor bliksems om voor te komen. Zo gaan we ook weten welke omstandigheden we vaststellen wanneer bliksems in de ruimte zouden waargenomen worden.

Vraag uit de leerlingenbundel

1.1 Welke omstandigheden denk je dat er nodig zijn om bliksems mogelijk te maken?

Je kan bij deze vraag best discussie uitlokken (methode 'think, pair, share'). Er is momenteel geen vooraf vastgelegd antwoord hiervoor. Het doel van de vraag is eerder om de onderzoekende houding bij de leerlingen te stimuleren. Dezelfde vraag zal later in de les opnieuw gevraagd worden (Activiteit 6) en dan worden ook antwoorden voorzien.

Activiteit 2

Demonstratie van een bliksem

In deze activiteit gaan de leerlingen naar een video kijken waarin een bliksem gemaakt wordt. Ze worden aangemoedigd om zich af te vragen waarom en hoe deze demonstratie werkt.

https://www.youtube.com/watch?v=sk2Uu2lygUA&ab_channel=sciencemuseumok

Het is belangrijk dat je de video stop zet op 1:40, dus voordat de wetenschap achter het experiment wordt uitgelegd.

Discussie

De leerlingen hebben de bliksemsimulatie gezien en het is de bedoeling dat ze zich afvragen hoe dit gebeurde. Het is niet de bedoeling dat de leraar nu al antwoorden gaat geven. De leerlingen gaan hun eigen vragen gebruiken om zelf hypothesen te maken en deze te testen in activiteit 4.

Oefening 2 : Vragen uit de leerlingenbundel

De volgende vragen zijn in de bundel opgenomen om de motivatie en nieuwsgierigheid van de leerlingen aan te moedigen. Ze kunnen best de discussie erover met de klas voeren. Wanneer de bliksemschicht te zien is in het experiment, dan is er ook een geluid te horen. Wat is het equivalent hiervan bij echte bliksems op een planeet?

Donder. De lucht rondom de bliksemschicht is zo snel opgewarmd dat er een schokgolf ontstaat die je kan horen door de luchtverplaatsing.

Activiteit 3

De variabelen bepalen

In deze activiteit zullen de leerlingen klassikaal samenwerken om de relevante variabelen van de demonstratie te bepalen.

Benodigheden

Een schrijfbord of scherm dat alle leerlingen samen kunnen zien.

Oefening 3

Vraag klassikaal welke variabelen van belang zijn in deze demonstratie. De genoemde mogelijkheden worden op het bord geschreven. Je kan als leraar de leerlingen wel begeleiden in hun denkproces.

Resultaten

Samen zou je tot de volgende lijst van variabelen moeten komen. Degene die in vet gedrukt staan zijn degene die je in de volgende activiteit ook best zou testen. Die zou je dus zeker uit de leerlingen moeten proberen halen.

De overige variabelen zijn zinvol als context en volledigheid, en kunnen op die manier bijdragen aan de klasdiscussie. Eventueel vinden de leerlingen ook nog andere variabelen die niet in deze lijst voorkomen. Niet alle variabelen zullen een directe link hebben of equivalent hebben in atmosferen van exoplaneten. Dit komt omdat elke fysieke analogie en demonstratie zijn beperkingen heeft, want het is niet een exacte kopie van exoplaneet atmosfeer.

Variable in het experiment	Parallel in Exoplaneet Atmosfeer
De tijd van of het aantal wrijvingen tussen beide materialen	De turbulentie of oppervlaktecontacten van deeltjes in wolken.
Het materiaal van het voorwerp dat binnen gebracht worden om de ontlading van de plaat te veroorzaken	De samenstelling van het planeetoppervlak of van de wolken op de exoplaneet.
De vorm van dit voorwerp	De structuur van de planeet en van de wolken.
Het materiaal van de platen, de bakjes of andere onderdelen.	De chemische samenstelling van de wolken.
Luchtvochtigheid	Luchtvochtigheid op de planeet

Luchtdruk in de kamer	Atmosferische druk op de planeet
Luchttemperatuur in de kamer	Luchttemperatuur op de planeet

Activiteit 4

experimenteren en ontdekken

In deze activiteit worden de leerlingen in groepjes opsplitsen en gevraagd om per groep één variabele te onderzoeken.

Benodigheden per groep

- Een stuk materiaal in wol
- Polystyrene (isomo) plaat of deksel van een polystyreen doos
- Potlood waarop een gom vastzit aan het uiteinde
- Punaise (duimspijker)
- Aluminium folie of aluminium Plaatje/schaaltje
- Metalen vork
- Plastiek vork (optioneel)

Veiligheid en gezondheid

We gebruiken bij dit experiment statische elektriciteit. De ontladingen zijn klein en veroorzaken normaalgezien geen schade of pijn. Toch raden we aan om geen ontvlambare materialen of elektronische apparaten in de buurt te hebben. Elektronische apparaten kunnen sneller beschadigd worden als ze in direct contact komen met de ontlading.

Oefening 4

Maak groepjes van 2 tot 3 personen. Elk groepje zal een variabele moeten kiezen. Als ze niet gemakkelijk een keuze maken, kan je hen één van volgende aanraden:

- 1 Het aantal keren dat de plaat wordt gewreven tegen de wol.
- 2 Het soort materiaal van het ontladend voorwerp.
- 3 De vorm van het ontladend voorwerp.

De optimale combinatie van variabelen is de volgende:

- Zoveel mogelijk wrijven met de plaat. Deze bereikt op een bepaald moment de maximale statische lading die mogelijk is, want er is een limiet op het aantal oorspronkelijk aanwezige elektronen in de wol en in de plaat. De maximale lading wordt ook beïnvloed door de luchtvochtigheid. Bij hogere luchtvochtigheid zullen de voorwerpen sneller lading verliezen.
- Een metalen of andere geleidend materiaal als ontladend voorwerp.
- Een puntig uiteinde op het ontladend voorwerp.

Wanneer een bepaalde variabele in een groepje gewijzigd wordt, dan moeten ze opletten dat de andere variabelen op hun optimum blijven zoals hierboven beschreven.

Suggesties in verband met timing

Deze activiteit duurt volgens het schema 30 minuten.

We adviseren om de leerlingen ongeveer 15 minuten te geven om ononderbroken te werken aan hun experiment. Op het einde van deze 15 minuten gaan sommige groepjes een bliksem gemaakt hebben en andere niet. Degene die al een bliksem gemaakt hebben kunnen dan helpen met de andere groepjes om het daar ook te doen slagen.

Waarschijnlijk gaan alle groepen na 30 minuten allemaal een bliksem gemaakt hebben of er eentje gezien hebben in een andere groep. Hierbij is het belangrijk om mee te geven aan de leerlingen dat experimenten niet altijd verlopen zoals gepland, en dat dit een essentieel kenmerk is van wetenschap.

De aard van wetenschap

Zoals gezegd, in deze activiteit is het goed om de leerlingen te verduidelijken dat ze wetenschappelijke experimenten aan het uitvoeren zijn, en dat dit niet altijd werkt als gepland. Een groot deel van het wetenschappelijk werk bestaat uit het documenteren welke experimenten niet werken, en hypothesen maken over waarom ze niet werken.

Vooraf experimenten die te maken hebben met elektromagnetisme zijn dikwijls onbetrouwbaar omdat ze sterk afhangen van factoren zoals het exacte soort materiaal dat gebruikt wordt, de timing, de luchtvochtigheid in de kamer, het materiaal dat zich in de buurt bevindt, enzoverder.

Resultaten

De resultaten van hun experimenten kunnen de leerlingen rapporteren zoals ze best achten. Het duidelijkste resultaat is gewoon de vaststelling of ze al dan niet een bliksem zien of horen. Ze kunnen noteren of de bliksem zichtbaar was voor het menselijk oog of niet. Ook kunnen ze noteren hoe luid het bijhorend geluid was. Omdat dit een subjectief gegeven is, kan je best de waarneming van meerdere personen toevoegen. Als een groep klaar is met het testen van hun oorspronkelijke variabele, dan kunnen ze een tweede variabele onderzoeken, of die eerste variabele verder verfijnen met kleinere intervallen.

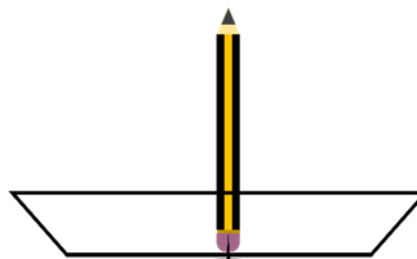
Discussie

In deze activiteiten worden leerlingen aangemoedigd om onafhankelijk te denken en hun probleemoplossende vaardigheden te oefenen. Ze worden gevraagd om hun eigen hypothese op te stellen en deze te testen met methode die zij geschikt achten. Hierbij moeten ze zeker hun resultaten documenteren op een gepaste en accurate manier.

Instructies bij de demonstratie

Stap 1

Duw de punaise door de bodem van het aluminium schaalpje. Prik het gommetje aan de achterkant van je potlood op de punt van de punaise. Nu vormt het potlood een handvat zodat je het schaalpje kan opheffen zonder het aan te raken. Zet dit geheel nu opzij.



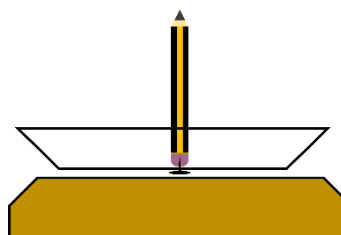
Stap 2

Wrijf een droog stuk wol tegen de bodem van het isomo schaalpje gedurende twee minuten. Je kan hierbij een lichte druk uitoefenen, maar niet te hard zodat het schaalpje niet breekt. Wanneer het schaalpje voldoende geladen is, dan zou het mee moeten opstijgen wanneer je de wol omhoog doet. Het kan helpen als je rubber handschoenen aan doet zodat je de aarding naar je lichaam minimaliseert.



Stap 3

Leg het stuk wol opzij en leg het isomo schaalpje omgekeerd op de tafel. Raak de bovenkant van het schaalpje niet aan.



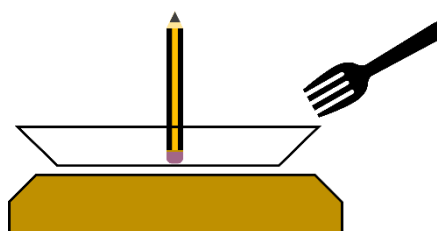
Stap 4

Neem het aluminium schaalpje met het potlood en zet het bovenop de isomo.



Stap 5

Breng een metalen vork langzaam naar de rand van de aluminium schaal. Als het dicht genoeg komt dan kan je mogelijks een kleine bliksemschicht zien tussen het uiteinde van de vork en de rand van het aluminium schaalpje. Je kan mogelijks ook een klein 'krak' geluidje horen door de ontlading. Dit is de analoog van de donder dat bij bliksems voorkomt.



Tip

Je kan de statische elektriciteit wegnemen van de isomo schaal door er een paar keer over te gaan met je hand of met een vochtige doek. Zorg ervoor dat het schaalpje heel goed afgedroogd is als je nadien het experiment weer wilt herhalen.

Je moet ook de vork en de aluminium schaal goed ontladen voordat je het experiment opnieuw doet. Je kan ze bijvoorbeeld in je hand vasthouden (als je geen al te dikke zolen aan je schoenen hebt), of je houdt ze tegen een metalen tafelpoot of iets gelijkaardigs.

Zorg ervoor dat er minstens enkele laagjes wol tussen je hand en het schaalpje zit wanneer je ze tegen mekaar wrijft. Nog beter is het om rubber handschoenen te dragen tijdens het wrijven.

Activiteit 5

Groep presentaties

Nu gaan de leerlingen hun resultaten presenteren uit activiteit 4. We gaan hun bevindingen gebruiken om te bepalen welke variabelen nu nodig zijn om bliksems mogelijk te maken in dit experiment, en dus ook elders in de ruimte.

Benodigheden

Een schrijfbord of scherm dat alle leerlingen kunnen zien.

Oefening 5

De groepen gaan afwisselend aan de rest van de klas hun bevindingen presenteren aan de rest van de klas. De leraar kan zelf bepalen hoe dit best gebeurt: mondelinge presentatie, digitale presentatie, poster, ... Stimuleer de leerlingen om volgende punten heel duidelijk te presenteren:

- De variabele die ze getest hebben
- Hun hypothese voordat ze met testen begonnen
- Wat ze gevonden hebben tijdens de testen
- Was hun hypothese bevestigd of verworpen?
- Nadat ze de resultaten van de testen gezien hebben: hoe verklaren ze de effecten van het wijzigen van hun variabele?

Discussie

Misschien wil je korte besluiten neerschrijven per groep op het bord. Nadat alle presentaties geweest zijn over hun bevindingen, kan overgegaan worden tot een klassikaal besluit om vast te leggen wat ze gezamenlijk gevonden hebben, en vervolgens te proberen om tot een lijst te komen van voorwaarden die nodig zijn om bliksems mogelijk te maken op een planeet.

Vraag dan aan de leerlingen om een korte paragraaf te schrijven waarin ze samenvatten wat ze precies gevonden hebben.

Activiteit 6

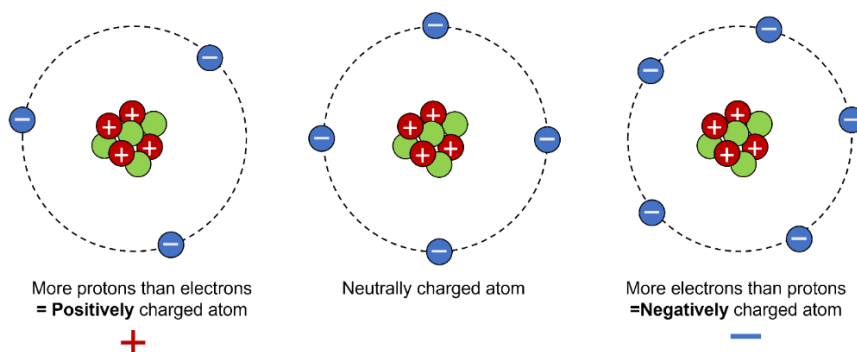
Einddiscussie

In deze activiteit gaan de leerlingen de landingsoverdracht van de demonstratie in kaart brengen, en dit dan toepassen op ladingoverdracht in echte bliksem.

Ze zullen de kennis gebruiken die ze tijdens deze lessen hebben verworven, en op die manier ook leren begrijpen welk belang deze wetenschap heeft voor onderzoekers van exoplaneten.

Achtergrond over ladingoverdracht

Alle voorwerpen zijn gemaakt uit atomen. Atomen bestaan uit: protonen (positief geladen), elektronen (negatief geladen) en neutronen (neutraal geladen). Gewoonlijk heeft een atoom evenveel elektronen als protonen. Maar soms zijn elektronen verwijderd of toegevoegd. Als een atoom een elektron kwijt geraakt, dan zal het meer protonen dan elektronen hebben, en dus positief geladen zijn. Als een atoom een elektron erbij krijgt, dan heeft het meer elektronen dan protonen, en zal het dus negatief geladen zijn.



Triboelektrische lading

Triboelektrische lading is een vorm van contact-elektrificatie dat voorkomt wanneer bepaalde materialen tegen elkaar gewreven worden. Je kan dit kennen uit het dagelijks leven, wanneer je kleren uit de droogkast haalt of je haar kamt. Deze overdracht van lading gebeurt omdat atomen in sommige materialen de neiging hebben om gemakkelijk elektronen af te geven of op te nemen. Dus als je ze tegen elkaar wrijft, dan gaan de atomen door veelvuldig contact de elektronen gaan uitwisselen.

Oefening 6

Via deze vragenlijst gaan de leerlingen de overdracht van lading in kaart brengen voor het experiment en voor echte bliksems.

De volgende diagrammen tonen hoe de ladingen overzetten.

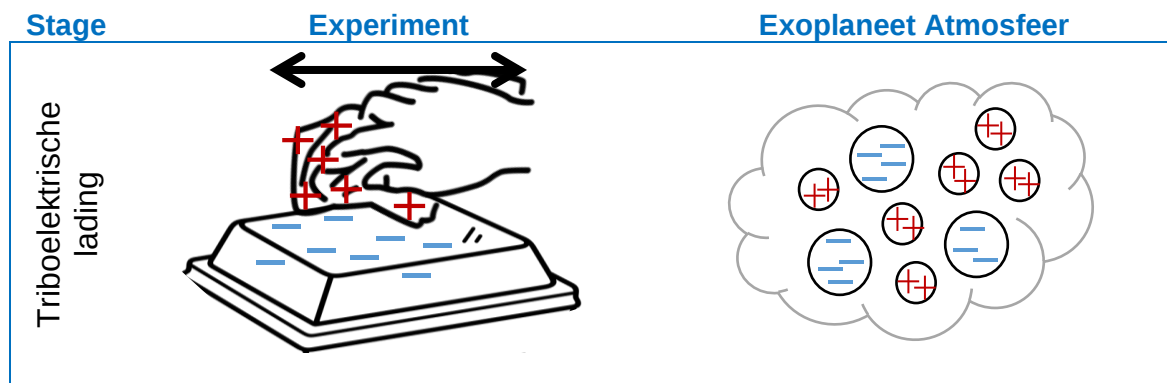
De vragen dienen om voor te leggen aan groepjes van leerlingen, en om discussie tussen hen te bevorderen. Na elke sessie kan je de antwoorden opnemen op het bord. Misschien kan telkens één groepje een bepaald antwoord op het bord komen schrijven of schetsen.

6.1 Triboelektrische lading

Wol heeft de neiging om elektronen af te geven. Polystyreen (isomo) heeft de neiging om elektronen op te nemen.

Kleine ijskristallen hebben de neiging om elektronen af te geven. Grotere hageldeeltjes hebben de neiging om elektronen op te nemen.

Wanneer deze wrijvingscontact hebben zal er een ladingoverdracht gebeuren van het ene voorwerp naar het andere.



6.2 Scheiding van lading

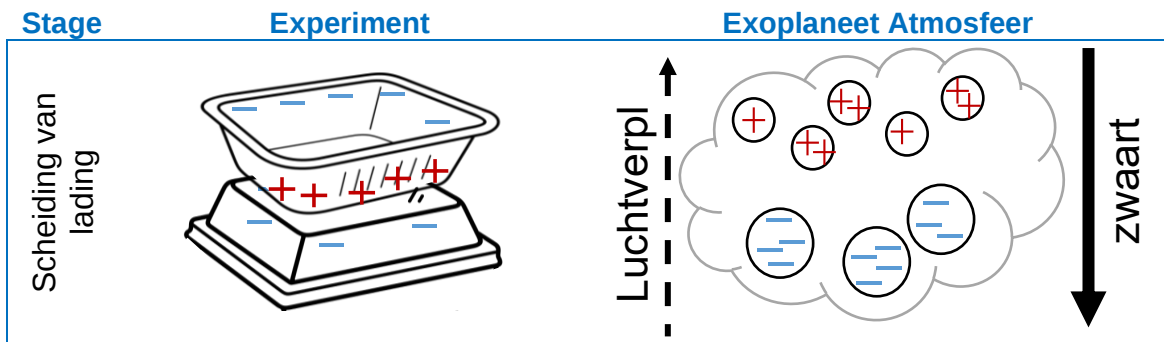
Experiment:

De ladingen in het metalen schaalte zullen bewegen omdat metaal een geleider is. De ladingen in het isomo schaalte blijven op hun plaats omdat plastic een isolator is. De positieve ladingen in het metalen schaalte worden aangetrokken tot de negatieve ladingen in het polystyreen schaalte, de negatieve ladingen in het metalen schaalte worden afgestoten. De bovenzijde van het metalen plaatje heeft nu een grote negatieve lading.

Exoplaneet wolken:

De luchtstromen gaan de deeltjes omhoog waaien (weg van het centrum van de exoplaneet). De zwaartekracht gaat de deeltjes naar het centrum van de planeet bewegen.

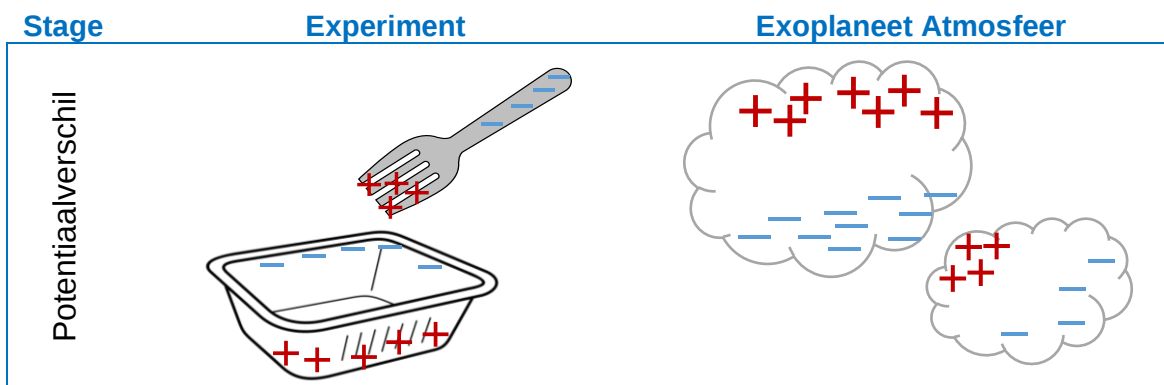
Lichtere deeltjes gaan minder door de zwaartekracht bewogen worden dan de zwaardere deeltjes en de zwaardere deeltjes gaan minder omhoog bewegen door de luchtverplaatsing. Daardoor gaat de boenzijde van de wolk meer positief geladen zijn en de onderzijde meer negatief geladen.



6.3 Potentiaalverschil

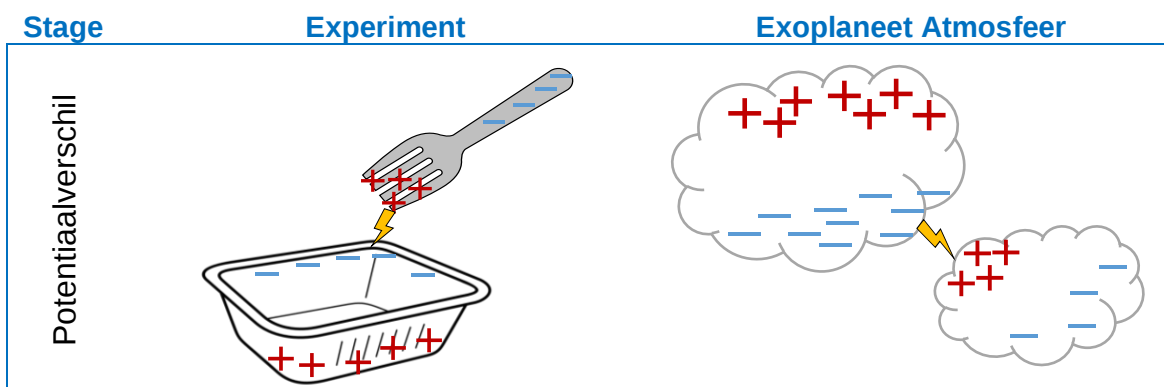
De externe voorwerpen die we hier in brengen zijn geleidend, dus de ladingen kunnen daarbinnen vrij bewegen.

De tegengestelde ladingen zijn tot mekaar aangetrokken, en gelijke ladingen worden afgestoten.



6.4 Voorkomen van bliksem

De bliksem zal voorkomen op het dichtste punt tussen beide objecten.



Oefening 6.5

VRAAG1

Stel je voor dat je in het nieuws hoort dat astronomen bewijs gevonden hebben van bliksems op een exoplaneet. Wat kan je dan afleiden of voorspellen over deze planeet? Geef zoveel mogelijk details in je antwoord.

Als bliksems voorkomen op een exoplaneet, dan moet dus aan de voorwaarden voldaan zijn om bliksems mogelijk te maken. Dus de planeet :

- *Heeft een atmosfeer*
- *Heeft wolken met deeltjes van variabele grootte*
- *Heeft luchtverplaatsingen of turbulenties*
- *Heeft een atmosfeer die (half) geleidend is*

VRAAG2

Als je op een planeet zou zijn waar de wolken allemaal deeltjes hebben met exact dezelfde grootte en gemaakt van hetzelfde materiaal, zou je dan meer of minder bliksems verwachten dan wanneer de deeltjes van verschillende groottes en materialen zijn? Leg uit.

Wanneer een exoplaneet deeltjes van allemaal dezelfde grootte en materiaal heeft dan zal er geen overdracht van lading zijn wanneer ze door turbulentie tegen elkaar gewreven worden. Daardoor zal er geen scheiding van lading gebeuren in de wolken en dus zal er niet voldoende potentiaalverschil ontstaan om een bliksem mogelijk te maken.

Links

ESA lesmateriaal

ESERO Belgium: lesmateriaal, lerarenvorming en STEM projecten voor scholen (alles gratis voor leraren in beroep en leraren in opleiding): www.esero.be

Teach with Exoplanets: https://www.esa.int/Education/Teach_with_Exoplanets

ESA Lesmateriaal: www.esa.int/Education/Classroom_resources

ESA Kids: www.esa.int/kids

Extra informatie

Chameleon Innovative Training Network <https://chameleon.iwf.oeaw.ac.at/>

Bijlage 1

Bliksems ‘juist of fout’ vragen

Op www.esero.be vind je een presentatie waarin deze vragen getoond worden

1. Bliksems zijn alleen maar op Aarde waargenomen
 - Fout!
 - Stormen met bliksems komen voor op Jupiter, Saturnus, Uranus en Venus. Velen daarvan zijn waargenomen met passerende ruimtesondes.
2. Bliksems zijn alleen waargenomen in ons Zonnestelsel
 - Juist (tot nader order).
 - Bliksems zijn wel voorspeld op planeten buiten ons Zonnestelsel (exoplaneten), maar wetenschappers werken nog steeds aan bevestiging daarvan.
3. Bliksems kunnen alleen voorkomen in een atmosfeer rond een planeet.
 - Fout! (vermoeden we).
 - Momenteel zijn er exoplaneet onderzoekers die bliksems willen vinden die verwacht worden in protoplanetaire schijven. Dit zijn schijven van gas en stof die rond een ster draaien waarin nieuwe planeten gevormd worden.
4. Bliksems kunnen de chemische samenstelling van een planeet atmosfeer veranderen.
 - Juist!
 - Bliksemschichten bevatten een ongelooflijk grote hoeveelheid energie. Deze energie kan de atmosfeer zeer snel en zeer veel opwarmen. Deze opwarming of een stukje atmosfeer kan chemische reacties veroorzaken die anders niet zouden gebeuren.
5. Bliksems kunnen een rol spelen in het ontstaan van leven op een planeet.
 - Juist (vermoeden we)!
 - Op de vroege Aarde wordt vermoed dat bliksems een belangrijke rol gehad hebben in de synthese van prebiotische moleculen. Dit werd voor het eerst aangetoond door de experimenten van Miller-Urey in de jaren 1950. Dat betekent dat – wanneer de omstandigheden juist zijn – bliksems een belangrijke rol zouden kunnen spelen in de oorsprong van leven op andere planeten.

Bijlage 2

Vergelijking tussen de demo in de klas en echte bliksems

Demonstratie	Redenering per onderdeel	Analogie in bliksems
Polystyreen plaatje	Isomo trekt elektronen aan, dus het bouwt een negatieve lading op als het in contact komt met een materiaal dat elektronen afgeeft. Het isomo plaatje is een vast en niet-geleidend materiaal. Dit betekent dat zowel de deeltjes als de ladingen niet kunnen bewegen binnenin de isomo.	De isomo plaat houdt een negatieve lading vast, en dat helpt om een scheiding van lading te voorzien die nodig is voor een bliksem. De details hiervan worden uitgelegd in de rij 'de aluminium folie plaat bovenop de isomo plaat zetten'.
Wol tegen de isomo plaat wrijven	De contacten tussen de deeltjes van verschillende grootte, dichtheid en samenstelling zorgen voor een overdracht van lading ertussen.	Het wrijven van de wol tegen de plaat demonstreert de overdracht van lading tussen twee verschillende materialen, zoals bijvoorbeeld hagel en ijskristallen in een wolk. Hoe meer de materialen tegen elkaar komen, hoe groter de opgebouwde lading wordt.
Aluminiumfolie plaatje	Aluminium folie is een geleider, waardoor de lading binnenin het Plaatje vrij kan bewegen.	<i>Alu folie Plaatje = wolk</i> <i>Wolken zijn gemaakt uit gas, microscopische druppeltjes en ijs. Deze kunnen allemaal vrij bewegen binnenin de wolk. Daardoor kunnen ladingen in de wolk ook vrij bewegen.</i>

De aluminium folie plaat bovenop de isomo plaat zetten'	De geladen polystyreen plaat veroorzaakt een scheiding van lading in de aluminium folie plaat. De negatief geladen isomo plaat trekt de positieve ladingen aan in de aluminium plaat, en stoot de negatieve lading in de alu plaat af.	Deze gedwongen scheiding van ladingen is een analogie voor zwaartekracht en andere fysische effecten die ene scheiding van ladingen in een wolk veroorzaken. In een wolk zal de zwaartekracht de grotere (negatief geladen) dichte zachte hagel naar de onderkant van de wolk sturen. Anderzijds zal luchtverplaatsing naar boven de kleine (positief geladen) waterdruppels en ijskristallen naar boven sturen.
ontladingsvoorwerp (vb. Metalen vork)	Dit voorwerp is neutraal geladen maar wel geleidend. Daardoor gaan de elektronen in de vork afgestoten worden naar achteren toe wanneer je de negatief geladen plaat nadert. Daardoor zal de voorkant van de vork positief geladen worden. Je krijgt dus een scheiding van ladingen tussen beide objecten.	De vork is een model voor de grond of een object op de grond of (meestal) een andere wolk. Als de negatief geladen onderkant van de wolk dicht bij een ander object komt waarin lading vrij kan bewegen, dan worden de elektronen in dat laatste object afgestoten. Daardoor ontstaat een scheiding van ladingen tussen de oorspronkelijke wolk en het andere object.
De vonk tussen de plaat en de vork	De lading die ontstaat door de scheiding is zo groot dat de elektronen een kanaal kunnen vormen doorheen de lucht om in de vork te geraken.	Deze ontleding die we zien in de demonstratie is hetzelfde als een bliksem.
Het bijhorende geluid.	Je hoort een klei krakend geluidje wanneer de ontleding plaats vindt. Dit komt omdat de lucht heel snel wordt verwarmd tot extreme temperaturen rondom het kanaal van elektronen. Deze verhitting zorgt voor een heel snelle uitzetting van lucht waardoor een schokgolf ontstaat.	De manier waarop dit geluidje gemaakt wordt is hetzelfde als bij donder.

