

Leerdoelen

- Leer over planeten buiten ons zonnestelsel
- Maak gebruik van wetenschappelijke methodes om te onderzoeken welke omstandigheden er nodig zijn om bliksems mogelijk te maken op een planet.
- Verklaren hoe bliksem zich vormt.



Bliksem in de ruimte

ESERO België - Januari 2023 - Credits: Oriol Marshall

Bliksem vastgelegd op een foto door ESA-astronaut Paolo Nespoli vanuit het internationale ruimtestation. https://www.esa.int/ESA_Multimedia

Activiteit 1: Inleidende "quiz" - het doel hiervan is de leerlingen kennis te laten maken met exoplaneten en hun kennis over het onderwerp exoplaneten en bliksem te peilen.



Waar of onwaar?

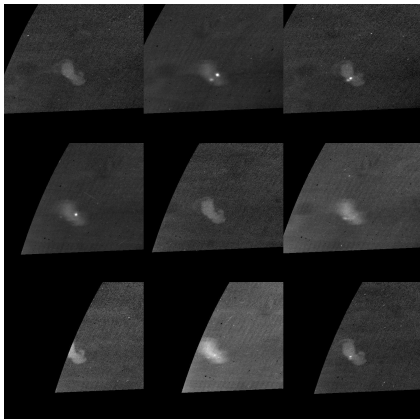
Bliksem is enkel nog maar
waargenomen op Aarde?

ESERO België - Januari 2023 - Credits: Oriol Marshall

3

Onwaar!

Op veel andere planeten, waaronder Saturnus, Jupiter, Uranus, Neptunus en Venus, komen blikseminslagen voor! Veel van deze onweer zijn waargenomen door NASA en ESA ruimtevaartuigen.

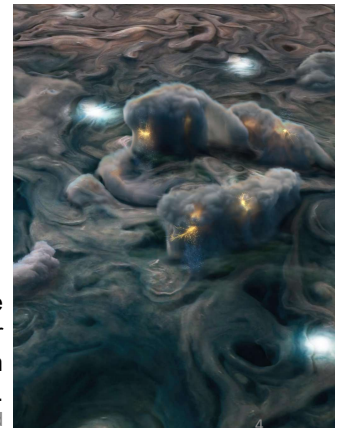


Bliksemflitsen aan de nachtzijde van Saturnus in een wolk die verlicht wordt door het licht van de ringen van Saturnus. Opgenomen door het Cassini-ruimtevaartuig

Credit: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute/University of Iowa

Een illustratie van elektrische stormen op grote hoogte op Jupiter aan de hand van gegevens van NASA's Juno-missie.

Credit: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Gerald Eichstädt



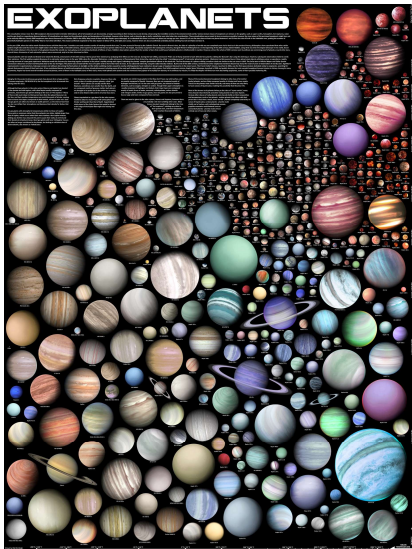
Waar of onwaar

Bliksem is alleen waargenomen
in ons zonnestelsel

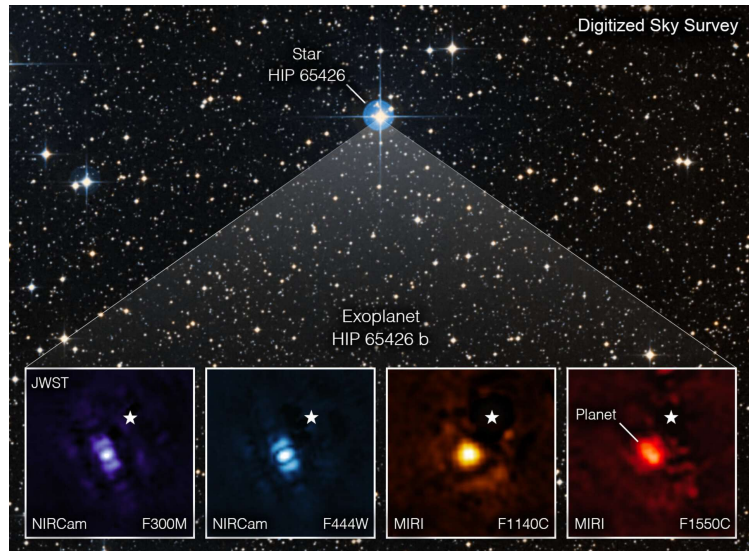
ESERO België - Januari 2023 - Credits: Oriol Marshall

5

Waar (voorlopig)



Martin Vargic <https://www.halcyonmaps.com/exoplanets>



https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2022/08/Webb_takes_its_first_exoplanet_image

6

Bliksem is voorspeld op planeten buiten ons zonnestelsel (exoplaneten) en wetenschappers werken momenteel aan de bevestiging daarvan.

Waar of onwaar?

Bliksem kan alleen voorkomen in de
atmosfeer rond een planeet

Onwaar! (denken we)

Bliksem kan onder de juiste omstandigheden overal optreden! Er zijn momenteel exoplaneetwetenschappers die werken aan voorspellingen en modellen voor bliksem in protoplanetaire schijven.



8

Protoplanetaire schijven zijn schijven van gas en stof die rond sterren draaien en waar nieuwe planeten worden gevormd.

Waar of onwaar

Bliksem kan de chemische samenstelling van de atmosfeer van een planeet veranderen

Waar!

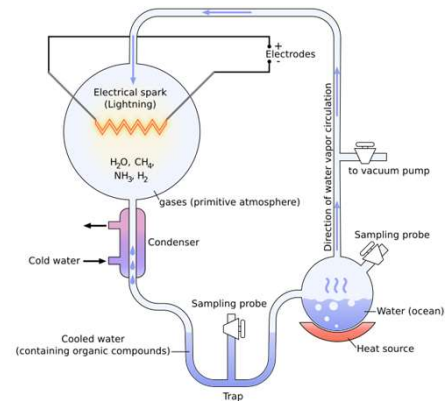
- Bliksemflitsen zijn ongelooflijk energierijk.
- Deze energie kan de atmosfeer zeer snel en tot een zeer hoge temperatuur verhitten.
- Deze opwarming van delen van de atmosfeer kan chemische reacties op gang brengen die anders niet zouden plaatsvinden.

Waar of onwaar?

Bliksem kan een rol spelen in het ontstaan van leven op een planeet

Waar! (denken we)

- Op de Vroege Aarde kan bliksem een belangrijke rol hebben gespeeld bij de synthese van prebiotische moleculen.
- Dit betekent dat bliksem mogelijk een rol speelt bij het ontstaan van leven op andere planeten!



Het Miller-Urey experiment uit de jaren 1950.

12

Dit is alleen van toepassing als de exacte omstandigheden voor de planeet juist zijn, wat erg moeilijk te vinden zou zijn!

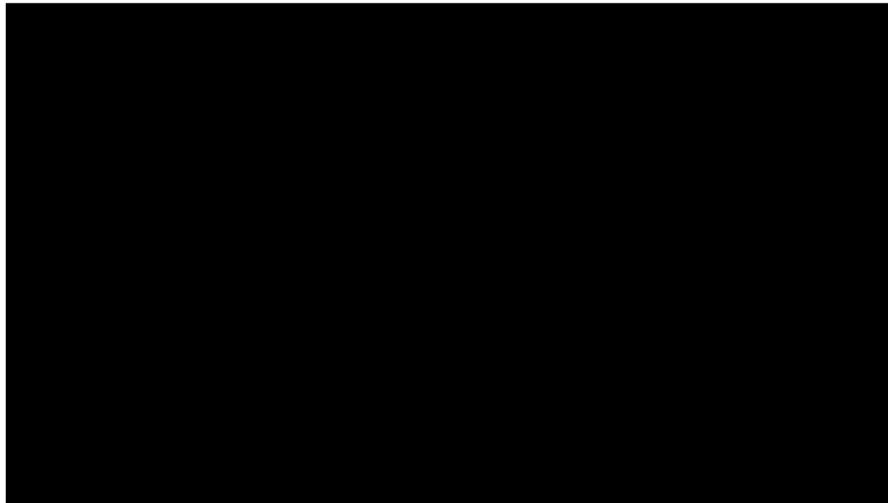
Activiteit 1: Exoplaneet

Als astronomen bliksem waarnemen op een exoplaneet, zal dit hen vertellen dat deze planeet de juiste omstandigheden moet hebben om bliksem te kunnen veroorzaken.

Ex 1. Wat denk je dat nodig is voor een exoplaneet om bliksem te hebben?

Deze vraag moeten de leerlingen beantwoorden in hun werkbladen. Dat kan individueel of met behulp van 'denken, paren, delen'. Je kan enkele leerlingen selecteren om hun antwoorden met de klas te delen. Voor deze vraag worden in dit stadium geen juiste antwoorden gegeven, omdat de vraag door de leerlingen moet worden beantwoord via hun experimenten tijdens deze les.

Activiteit 2: Demonstratie



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

14

Speel deze video af zonder geluid. Als je deze video vanaf de youtube link afspeelt, is het belangrijk om de video te stoppen op 1:40 (voor de wetenschappelijke uitleg) De demonstratie toont het ontstaan van bliksem. De natuurkunde achter bliksem is op exoplaneten dezelfde als op aarde. Omdat we het experiment op aarde uitvoeren, zijn we beperkt tot het gebruik van materialen die werken in de omstandigheden die we op aarde hebben, op een exoplaneet zouden veel verschillende materialen en chemicaliën kunnen worden gebruikt.

Activiteit 2: Demonstratie

Wanneer de bliksemflits in deze demonstratie optreedt, is er een begeleidend geluid. Wat is het equivalent hiervan wanneer de bliksem in het echt optreedt?

Ex 2. Schets de proefopstelling in je werkblad

Antwoord: Donder.

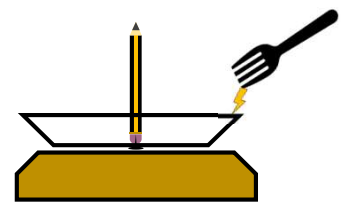
De lichtflits verhit de lucht eromheen zo snel dat er een schokgolf door de lucht gaat.

Activiteit 3: Identificeren van variabelen

- Wat zijn de variabelen in dit experiment?
- Hoe kan elke variabele verband houden met een variabele in de atmosfeer van een exoplaneet?



Ex 3. Bespreek deze vragen als klas en schrijf de antwoorden op het bord.



De leerlingen moeten even de tijd krijgen om in groepjes variabelen te bedenken. Je kunt hiervoor denken, paren, delen gebruiken. Vervolgens schrijf je de variabelen en hun equivalent in een exoplaneetsfeer op het bord. Voorgestelde antwoorden hiervoor staan in de docentenhandleiding. De leerlingen kunnen variabelen identificeren die in de demonstratie voorkomen maar niet in de atmosfeer van een exoplaneet en vice versa, omdat de demonstratie beperkingen heeft, zoals veel wetenschappelijke modellen.

Activiteit 4: Experimenteren

- Wetenschappers van exoplaneten vertrouwen vaak op verschillende soorten modellen (bijvoorbeeld computermodellen of laboratoriumexperimenten) om hen te helpen processen op andere planeten te begrijpen.
- In deze activiteit ga je natuurkundige modellen gebruiken om het optreden van bliksem op andere planeten te onderzoeken.

Ex 4. Plan een experiment om het effect van een van deze variabelen op de ontstane bliksem te onderzoeken.

Voorgesteld wordt ongeveer 25 minuten in te plannen voor het plannen en uitvoeren van de experimenten, waarvan maximaal 10 minuten voor de planning. Je kan hiervoor een timer instellen, zodat de leerlingen hun tijd dienovereenkomstig kunnen indelen.

Activiteit 5: Deel je bevindingen

Deel met de rest van de klas wat je hebt geleerd van je experimenten. Dit moet omvatten:

- Je hypothese
- Wat je getest hebt
- Welke resultaten je kreeg
- Kwam dit overeen met je hypothese?
- Wat heb je geleerd

Wanneer elke groep haar bevindingen heeft gedeeld, kan je een paar korte notities over de bevindingen van elke groep op het bord schrijven. Op dit punt kan je erop wijzen dat bij wetenschappelijke experimenten de resultaten vaak niet overeenstemmen met onze verwachtingen of dat de dingen anders gaan dan verwacht, maar dat dit een belangrijk onderdeel is van het wetenschappelijke proces en ons helpt meer te leren. Wetenschap is een voortdurend proces van vragen stellen, testen en leren.

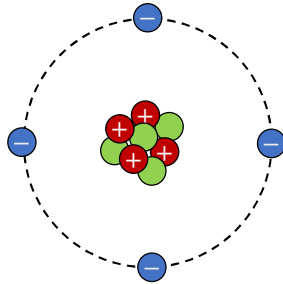
Activiteit 5: Deel je bevindingen

Deel met de rest van de klas wat je hebt geleerd van je experimenten. Dit moet omvatten:

- Je hypothese
- Wat je getest hebt
- Welke resultaten je kreeg
- Kwam dit overeen met je hypothese?
- Wat heb je geleerd

Ex 5. Schrijf in een korte alinea je bevindingen op alsof je ze uitlegt aan een leerling in een andere klas.

Je bevindingen kunnen delen is een belangrijk onderdeel van het wetenschappelijk proces. Door hun bevindingen uit te leggen aan medeleerlingen kunnen de leerlingen niet alleen deze vaardigheid oefenen, maar ook nagaan of ze de inhoud begrepen hebben.



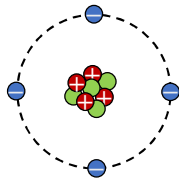
Alle objecten zijn opgemaakt uit atomen.

Atomen bestaan uit drie soorten deeltjes :

-  Protonen (positief geladen)
-  Neutronen (neutraal)
-  Electronen (negatief geladen)

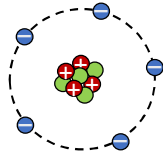
Gewoonlijk heeft een atoom hetzelfde aantal protonen en elektronen en is dus neutraal geladen.

We zullen nu enkele belangrijke wetenschappelijke concepten introduceren. Deze hebben aarde en exoplaneten gemeen.



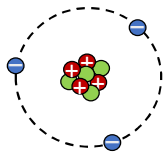
Gelijk aantal elektronen en protonen = **Neutraal** geladen atoom

$$\ominus = \oplus \Rightarrow \text{Neutraal}$$



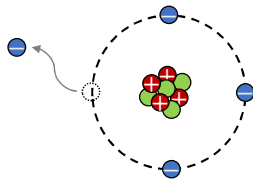
Meer elektronen dan protonen = **Negatief** geladen atoom

$$\ominus > \oplus = \ominus$$

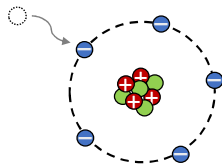


Meer protonen dan elektronen = **Positief** geladen atoom

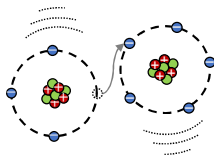
$$\oplus > \ominus = \oplus$$



Bepaalde materialen (zoals wol en haar) hebben de neiging gemakkelijk elektronen af te staan.



Andere materialen (zoals polystyreen en siliconen) verzamelen gemakkelijk elektronen.



Als twee van deze materialen tegen elkaar worden gewreven, wordt verandering overgedragen van het ene materiaal naar het andere. Dit heet tribo-elektrische oplading.

Je hebt dit misschien wel eens ervaren als je kleren uit de droger haalt of je haar kamt.



22

Dit is belangrijk voor astronomen omdat statische lading veel problemen kan veroorzaken in ruimtetuigen of telescopen. Statische lading in het internationale ruimtestation kan elektrische problemen veroorzaken die zeer gevaarlijk kunnen zijn!

Negatieve ladingen worden aangetrokken door positieve ladingen en omgekeerd.

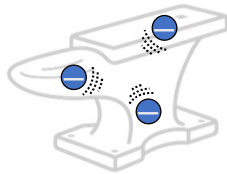


Twee dezelfde ladingen stoten elkaar af.



Geleidbaarheid

Het elektrisch geleidingsvermogen is een maat voor het gemak waarmee een materiaal elektrische stroom doorlaat.



Materialen met een hoog geleidingsvermogen (zoals metalen) worden **geleiders** genoemd. Elektrische lading **beweegt vrij** binnen deze materialen.



Materialen met een laag geleidingsvermogen (zoals kunststoffen) worden **isolatoren** genoemd. Elektrische lading **beweegt niet** in deze materialen.

Geleidbaarheid is een belangrijk begrip voor astronomen omdat het hen helpt de juiste materialen te kiezen voor eventuele instrumenten.

Potentiaalverschil is de elektrische potentiaal tussen twee punten.

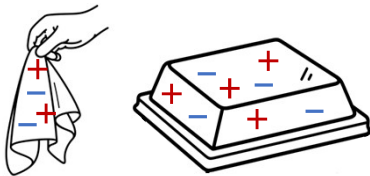
Bliksem ontstaat bij een zeer groot potentiaalverschil over een (half)niet-geleidend medium (bijvoorbeeld: lucht).

Als het potentiaalverschil groot genoeg is, ontladen elektronen zich over de kloof met een enorme afgifte van energie in de vorm van licht, warmte en geluid. Dit is bliksem.



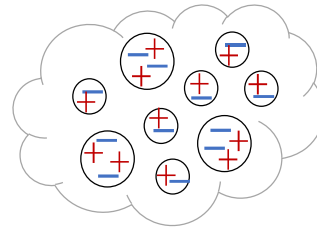
Tribo-elektrisch opladen

Experiment



Alle apparatuur voor het experiment begint met een gelijke hoeveelheid negatieve en positieve lading. Dit maakt de voorwerpen neutraal geladen.

Exoplaneet Wolken



Wolken van exoplaneten bestaan uit kleine, lichte ijskristallen en grote, zware, zachte hagel.

Elk van deze deeltjes begint neutraal geladen.

We zullen nu het geleerde toepassen op zowel het experiment als op wat er in wolken op een exoplaneet gebeurt.

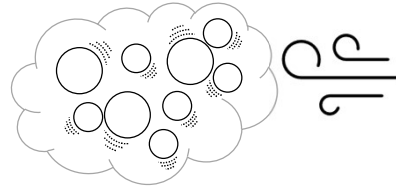
Tribo-elektrisch opladen

Experiment



Wol geeft elektronen af, polystyreen verzamelt elektronen.

Exoplaneet Wolken



Kleine ijskristallen geven elektronen af, grote hageldeeltjes verzamelen elektronen.

Turbulentie en wind in de wolk doen de deeltjes tegen elkaar botsen.

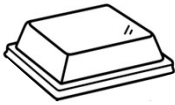
Wat gebeurt er met de lading van deze voorwerpen als ze tegen elkaar gewreven worden? Ex 6.1 Teken de lading op de diagrammen in je werkblad.

Scheiding van lading

Experiment



Aluminium heeft een hoog geleidingsvermogen



Polystyreen heeft een laag geleidingsvermogen

Wat denk je dat er gebeurt met de ladingen in deze voorwerpen als ze worden samengebracht?

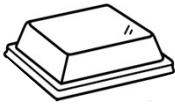
Exoplaneet Wolken

Scheiding van lading

Experiment



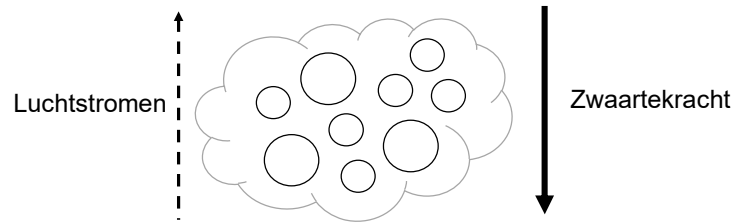
Aluminium heeft een hoog geleidingsvermogen



Polystyreen heeft een laag geleidingsvermogen

Wat denk je dat er gebeurt met de ladingen in deze voorwerpen als ze worden samengebracht?

Exoplaneet Wolken



In de atmosfeer van een exoplaneet kunnen we geen extern object inbrengen om de lading binnen een wolk te scheiden. De scheiding van lading is te danken aan de zwaartekracht en de luchtstromen.

Ex 6.2 Teken wat er met de lading gebeurt op de diagrammen in je werkblad.

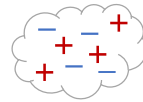
Potentiaalverschil

Experiment



We brengen nu een extra,
neutraal geladen, geleidend
voorwerp in

Exoplaneet Wolken



Potentiaalverschil

Experiment



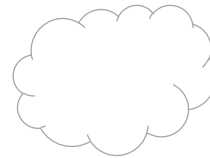
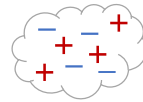
We brengen nu een extra, neutraal geladen, geleidend voorwerp in



Wat gebeurt er met de lading in deze objecten als ze worden samengebracht?

6.4 Teken je antwoord op je werkblad

Exoplaneet Wolken



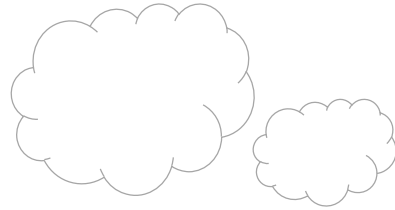
31

Potentiaalverschil

Experiment



Exoplaneten



Waar denk je dat de bliksem in beide gevallen zou optreden?

6.4 Teken je antwoord in je werkblad

Voorgestelde Antwoorden

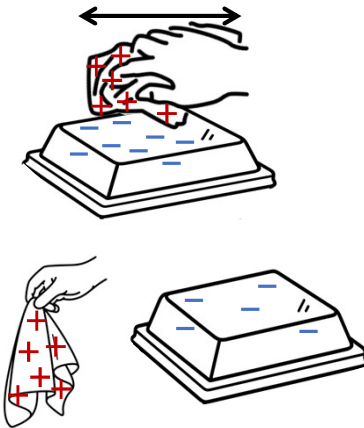
Experiment

Exoplaneet Wolken

Deze dia's kunnen nuttig zijn om de leerlingen de antwoorden te tonen, maar het verdient de voorkeur de leerlingen hun antwoorden te laten tekenen in hun werkbladen en eventueel op het bord.

6.1 Tribo-elektrisch opladen

Experiment



Exoplaneet Wolken

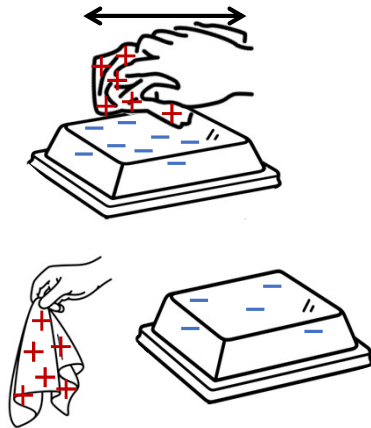
ESERO België - Januari 2023 - Credits: Oriël Marshall

34

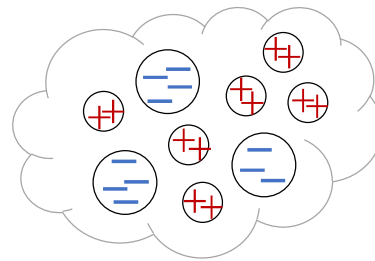
Wol geeft elektronen af, polystyreen verzamelt elektronen.

6.1 Tribo-elektrisch opladen

Experiment



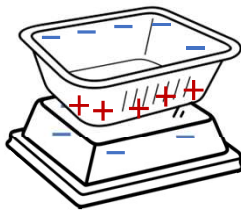
Exoplaneet Wolken



Kleine ijskristallen hebben de neiging elektronen af te staan, grote hageldeeltjes hebben de neiging elektronen te verzamelen.

6.2 Scheiding van lading

Experiment



Exoplaneet Wolken

De ladingen in de metalen bak bewegen omdat metaal een geleider is.

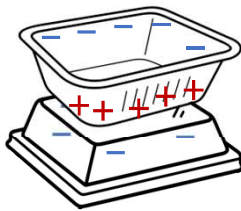
De ladingen in het polystyreen bakje blijven waar ze zijn omdat plastic een isolator is.

De positieve lading in het metalen bakje wordt aangetrokken door de negatieve lading in het polystyreen bakje, de negatieve lading in het metalen bakje wordt afgestoten.

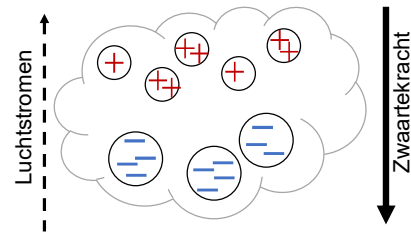
De bovenkant van de metalen bak heeft nu een grote negatieve lading.

6.2 Scheiding van lading

Experiment



Exoplaneet Wolken



De luchtstromen blazen de deeltjes omhoog (weg van het centrum van de exoplaneet).

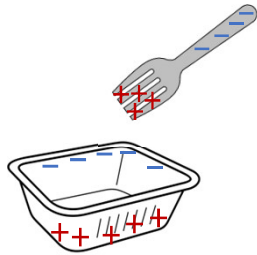
De zwaartekracht trekt de deeltjes naar het centrum van de exoplaneet.

De lichtere deeltjes hebben minder last van de zwaartekracht dan de zware deeltjes en de zware deeltjes hebben minder last van de luchtstromingen.

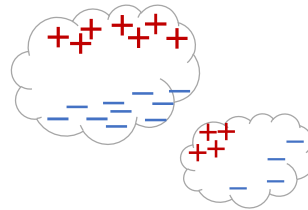
Hierdoor wordt de bovenkant van de wolk positief en de onderkant van de wolk negatief geladen.

Ex 6.3 Potentiaalverschil

Experiment



Exoplaneten

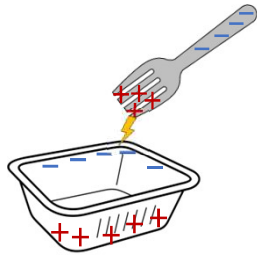


De ingebrachte externe voorwerpen zijn geleidend, zodat de lading er vrij in kan bewegen.

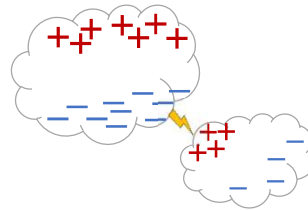
Tegengestelde ladingen worden door elkaar aangetrokken, en gelijke ladingen worden afgestoten.

Ex 6.4 Voorgesteld Antwoord

Experiment



Exoplaneten



De bliksem zal zich voordoen op het dichtstbijzijnde punt tussen de twee objecten.