

Magie van magneten

Deze workshop is opgezet rondom het onderzoek van prof. dr. Alexey Kimel en zijn team. De workshop is bedacht en uitgevoerd door een projectteam bestaande uit onderzoekers van de Radboud Universiteit, leraren van basisschool de Haafakkers in Heteren, leraren van basisschool de Lappendeken in De Steeg en het WKRU.

Achtergrond

Al meer dan 3000 jaar geleden werd de kracht en magie van magneten ontdekt. Magneten kunnen andere magneten aantrekken of afstoten, wat betekent dat de magnetische kracht een richting heeft. Elke magneet heeft een noord- en een zuidpool. Een noordpool trekt een zuidpool aan maar stoot een andere noordpool (van een andere magneet) af.

Het doel van ons onderzoek is een manier te vinden waarop de magische kracht van magneten met zo weinig mogelijk energie en super-supersnel van richting veranderd kan worden. Die verandering betekent dus het wisselen van de noordpool en zuidpool van een magneet. Dit noemen we ompolen. Normaal gebruiken mensen een andere (elektro-)magneet om een magneet om te polen. In een harde schijf van een computer, bijvoorbeeld, zitten ongeveer twee biljoen (2.000.000.000.000) heel kleine magneetjes. Om informatie weg te schrijven, moeten die magneetjes zeer snel “omgepoold” kunnen worden. Dat wordt nu gedaan met behulp van een elektromagneet en dat duurt ongeveer een nanoseconde (een duizendste van een miljoenste seconde).

We hebben in ons laboratorium laten zien dat het ompolen van een magneet veel sneller en veel energiezuiniger kan met een ultrakorte lichtflits (een zogenaamde lichtpuls) dan met een elektromagneet. Onder invloed van een lichtpuls die tien keer korter is dan een miljoenste deel van een miljoenste seconde (0,0000000000001 sec.) kunnen wij de magische kracht van magneten uitschakelen of omdraaien. Huidige theorieën van magnetisme kunnen nog niet uitleggen hoe dit kan. Niemand weet wat er precies met magneten gebeurt nadat ze beschenen zijn met een korte lichtflits. Met behulp van experimenten proberen wij hierachter te komen.

Voor de experimenten gebruiken wij een laser die elke milliseconde flitst. Elke laserflits delen wij in twee delen met behulp van een stukje glas. Het eerste en sterkste deel gaat door het glas en wordt later gebruikt om de magneten aan te slaan. Daarmee lanceren wij het proces van het ompolen. Het tweede en zwakste deel, dat door het glas wordt weerkaatst, wordt gebruikt als een flits van onze fotocamera. Tijdens deze flits maken wij een momentopname, een soort foto, van de magneet. Wij kunnen de tijd tussen de sterke en de zwakke flitsen veranderen en op zo'n manier kunnen wij de toestand van de magneet op verschillende momenten fotograferen. Alle momentopnames samen vormen een filmpje dat laat zien wat er precies met de magneet gebeurt nadat hij aangeslagen is met een korte lichtflits.

Overzicht van de workshop

Middels een viertal activiteiten leren de leerlingen meer over magnetisme, licht en hoe je met licht magneten kunt ompolen en magnetisme zichtbaar kunt maken. Tijdens de eerste activiteit maken ze kennis met magneten en worden zij zich bewust van waar magneten zich om hen heen bevinden. Dan leren ze waarvoor je magneten kunt gebruiken, bijvoorbeeld in een kompas om mee te navigeren. Als je een “ompolende” magneet in de buurt van licht houdt, buigt het licht af. Helaas is dit effect zo klein dat het niet mogelijk is om dit effect in de klas na te bootsen. Wel kun je de afbuiging van licht door een magneet nabootsen door de magneet te vervangen door een stukje cellofaan. Dat doen leerlingen in de derde activiteit. Ook maken ze daarin kennis met het onderzoek van de onderzoekers via een filmpje, waarin wordt getoond wat zij in het laboratorium doen met magneten en licht.

Hoofddoel van het project in de klas

De leerlingen maken kennis met magnetisme en licht en hoe je met licht magneten kunt ompolen en magnetisme zichtbaar kunt maken.

Kerdoelen

Mondeling onderwijs

1. De leerlingen leren informatie te verwerven uit gesproken taal. Ze leren tevens die informatie, mondeling of schriftelijk, gestructureerd weer te geven.
2. De leerlingen leren zich naar vorm en inhoud uit te drukken bij het geven en vragen van informatie, het uitbrengen van verslag, het geven van uitleg, het instrueren en bij het discussiëren.

Schriftelijk onderwijs

4. De leerlingen leren informatie achterhalen in informatieve en instructieve teksten, waaronder schema's, tabellen en digitale bronnen.

Taalbeschouwing, waaronder strategieën

12. De leerlingen verwerven een adequate woordenschat en strategieën voor het begrijpen van voor hen onbekende woorden. Onder 'woordenschat' vallen ook begrippen die het leerlingen mogelijk maken over taal te denken en te spreken.

Natuur en techniek

42. De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.
44. De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.
45. De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.

Activiteit 1: Speeddate met materialen (introductie)

Met deze activiteit worden leerlingen nieuwsgierig gemaakt met diverse voorwerpen uit het dagelijks leven waar magneten in zitten.

Doelen

- Leerlingen worden nieuwsgierig naar het thema ‘de kracht van magneten’.
- Leerlingen worden bewust van de magneten om ons heen.

Duur

15 minuten

Werkvorm

In groepjes (2-4 leerlingen) voor de speeddate
Circuitvorm

Benodigdheden

- Werkblad “Speeddate met materialen” (bijlage 1)
- Timer/stopwatch
- Theedoeken
- Muziekdoosje*
- Vishengelspel*
- Tekenbord*
- Treintjes*
- Magneetletters*
- Magnetische ‘boontjes’*
- Magnetische schroevendraaier met schroeven*
- Hoesjes van tablet/telefoon*

**Deze benodigdheden zijn voorbeelden die wij beschikbaar hadden. Dit kan altijd aangepast worden naar andere beschikbare voorwerpen waarin magneten een rol spelen.*

Vorbereiding

Zet de spullen voor deze activiteit klaar als de leerlingen niet in het lokaal zijn (bijvoorbeeld in de pauze). Zo zien ze nog niet wat er onder de theedoeken komt te liggen. Leg ieder voorwerp onder een theedoek en zorg ervoor dat de groepjes makkelijk tussen de voorwerpen kunnen wisselen.

Activiteit

Vertel de leerlingen dat ze gaan kennismaken met verschillende materialen door middel van een speeddate. Belangrijk is om in de aankondiging van de activiteit niet over magneten te spreken,

aangezien ze dit moeten raden. De groepjes leerlingen rouleren langs alle tafels waar materiaal klaarligt en ontdekken kort wat er onder de doek ligt. Hiervoor krijgen de leerlingen 30 seconden per ronde inclusief doordraaien. Houd de tijd bij met een timer. Na afloop van alle rondes krijgen de leerlingen het werkblad “Speeddate met materialen” met de volgende vragen: Waar heb je net mee kennisgemaakt? Wat is de overeenkomst tussen al deze materialen? Deze beantwoorden ze in hun groepje.

Afronding

Bespreek de opdracht en het werkblad klassikaal na. Wat was de overeenkomst tussen de materialen? Wat vonden de leerlingen ervan? Vertel dat dit het thema voor de komende periode zal zijn en dat de leerlingen ook zelf onderzoek gaan doen.

Verbinding met het thema

Tijdens deze activiteit maken leerlingen kennis met magneten. Dit doen ze door magneten als het ware te herontdekken in alledaagse voorwerpen. Strikt genomen zijn magneten maar één van de twee centrale elementen in dit project. Het onderzoek waar het project op is gebaseerd gaat namelijk over magneten en *licht* en hoe de laatste een rol kan spelen in het razendsnel ompolen van magneten en het zichtbaar maken van magnetisme. Dit fundamentele onderzoek kan grote betekenis hebben voor een ander dagelijks voorwerp: de harde schijf in de computer, waar ook superveel kleine magneten in zitten. Dit onderzoek zou eraan kunnen bijdragen dat de harde schijf veel sneller én energiezuiniger zou kunnen worden.

Tip

Het is mogelijk dat het ‘speeddate’-onderdeel wat onrustig verloopt. Belangrijk is om goed aan te geven hoe de leerlingen moeten wisselen en dat de theedoek weer over het materiaal moet liggen voor het volgende groepje.

Activiteit 2: Aarde als een magneet, zelf een kompas maken

Doelen

- De leerlingen leren een toepassing van magneten, namelijk dat je magnetisme kunt gebruiken om te navigeren.
- De leerlingen leren dat magneten verschillende sterktes kunnen hebben.
- De leerlingen leren hoe een kompas werkt.
- De leerlingen maken zelf een kompas.
- De leerlingen leren dat de aarde een magneet is.

Duur

45 minuten

Werkvorm

In twee- of drietallen

Benodigdheden

- Een aantal kompassen om te rouleren
- Een paar prints van het instructieblad “Hoe maak je een kompas?” (bijlage 2)

Per groepje

- Werkblad “Aarde als een magneet” (bijlage 3)
- Een bakje
- Een naald
- Een magneet

Per vier groepjes

- Een kurk
- Een stukje piepschuim
- Een boomblad
- Een stukje aluminiumfolie

Vorbereiding

- Je kan je op deze activiteit voorbereiden door je in te lezen op internet “Hoe werkt een kompas” of het filmpje te bekijken via https://willemwever.kro-ncrv.nl/vraag_antwoord/wetenschap-techniek/hoe-werkt-een-kompas-0.
- Leg per groepje de materialen klaar: een werkblad, een bakje, een naald en een magneet. Verdeel de kurken, stukjes piepschuim, boomblaadjes en stukjes aluminiumfolie over de groepjes.

- Houd de instructiebladen nog even voor jezelf!

Activiteit

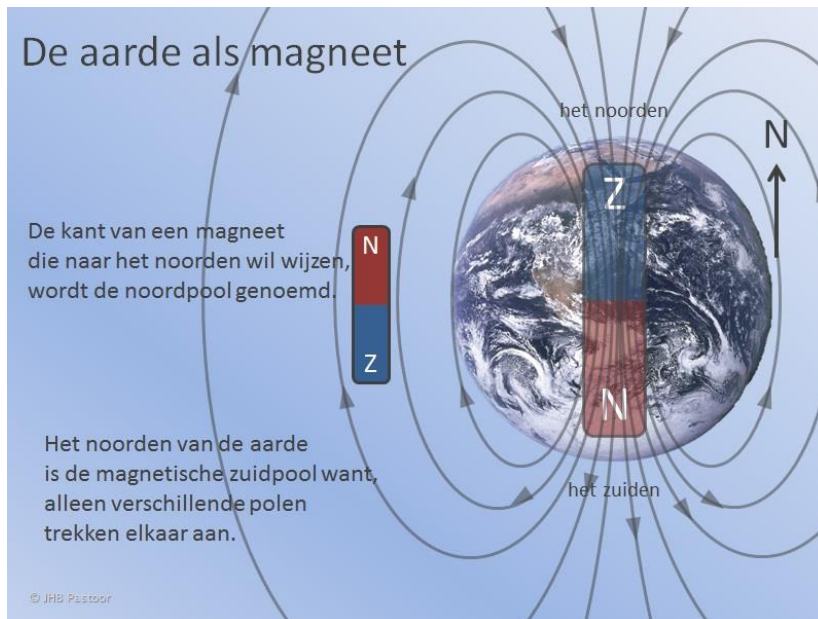
Laat eerst een kompas aan de leerlingen zien en stel daarbij vragen aan de leerlingen om hun voorkennis te activeren, zoals: wat is dit voor voorwerp? Wat kun je ermee doen? Vul de kennis zelf nog niet aan. De leerlingen gaan na deze introductie zelf een kompas maken. Laat ze eerst zelf aanrrommelen en ontdekken hoe ze van de materialen die voor hen liggen een kompas kunnen maken. Geef waar nodig minimale aanwijzingen door vragen te stellen: wat zou je met het piepschuim moeten doen? De groepjes die er echt niet uitkomen, kun je uitnodigen om naar andere groepjes te gaan kijken. Lukt het nog niet, dan kun je ze een instructieblad geven (bijlage 2). Als je ziet dat een tweetal een werkend kompas heeft gemaakt, geef je ze het werkblad “Aarde als een magneet” (bijlage 3) dat ze, met behulp van een gekocht kompas, invullen.

Afronding

Bespreek de bevindingen en het werkblad klassikaal: hoe en waarmee hebben de leerlingen het kompas gemaakt? En hoe denken ze dat het kompas werkt? Wezen alle kompassen naar dezelfde kant? Hoe zou het komen dat de naalden niet allemaal precies naar het noorden wijzen (komt dat door verschillend materiaalgebruik, de magneetsterkte van een naald, ...)? Waar zou het noorden zijn? Dit wordt met behulp van het echte kompas gecontroleerd. Als je het noorden weet dan kan je de andere richtingen ook bepalen. Eventueel bekijk je samen ter afsluiting het filmpje op internet “Hoe maak je een kompas en hoe werkt een kompas” via https://willemwever.kro-ncrv.nl/vraag_antwoord/wetenschap-techniek/hoe-werkt-een-kompas-0.

Verbinding met het thema

Tijdens de introductieactiviteit ontdekten we waar je magneten kunt vinden. Tijdens deze activiteit leren we waarvoor je magneten kunt gebruiken. Je kunt magneten bijvoorbeeld gebruiken om te navigeren. Je kunt navigeren met behulp van magneten via een kompas. Dit maakt gebruik van het feit dat de aarde zelf ook een grote magneet is. Het ijzer van de naald in het kompas is gevoelig voor de magnetische kracht van de aarde.



Je herinnert je vast dat magneten twee polen hebben: een noordpool en een zuidpool. Verschillende polen trekken elkaar aan (noord-zuid en zuid-noord) terwijl dezelfde polen elkaar afstoten (zuid-zuid en noord-noord). Grappig genoeg noemen wij de **magnetische zuidpool** van de aarde het **noorden** en de magnetische **noordpool** van de aarde het zuiden. Door de naald langs de magneet te halen wordt de naald zelf ook een magneet, met een noord- en een zuidpool. De naald in het kompas wordt aangetrokken tot het *magnetische* zuiden en wijst daarmee het noorden aan.

Ook leren de leerlingen tijdens deze activiteit iets over de sterkte van magneten. De aarde is heel groot, maar niet zo'n heel sterke magneet, waardoor de kleine naalden van de zelfgemaakte kompassen waarschijnlijk niet altijd de richting van het magnetisme van de aarde kunnen oppikken (dat zie je als niet alle naalden precies naar het noorden staan). Om de richting van een magneet goed te kunnen meten met een naald, kun je het kompas gevoeliger maken. Dat doe je door de naald in een bakje water te laten draaien, op een stukje kurk/aluminiumfolie/piepschuim. Op het wateroppervlak heeft de naald minder last van de zwaartekracht en wrijving (zwaartekracht en wrijving zijn dan niet meer sterker dan de magnetische kracht).

De toepassing van magneten die wij zelf onderzoeken, is hoe je met behulp van heel kleine magneten informatie op kan slaan op de computer. Op de computer wordt informatie namelijk opgeslagen in heel veel heel kleine magneetjes. Deze magneetjes hebben een noord- en een zuidpool. Die kun je omwisselen (ompolen). Dat ompolen kan met behulp van andere magneten (zoals we hier eigenlijk met de naald hebben gedaan), met magnetisme dat wordt opgewekt met behulp van elektriciteit, maar ook met licht. Wij hebben ontdekt dat met heel kleine lichtpulsen magneten omgepoold kunnen worden. Hoe dat precies werkt, weten we nog niet. Dat willen we graag verder onderzoeken.

Links naar betaalbare, goede kompassen:

- https://webwinkel.anwb.nl/webwinkel/themashops/wandelen/wandelnavigatie/plaatkompas.html?_ga=2.17103673.1852754888.1515422740-620945097.1515422740
- <https://www.bever.nl/p/suunto-clipper-kompas-NCAAC52003.html?colour=5806>
- <https://www.bever.nl/p/silva-begin-wrist-kompas-NCAAC60005.html?colour=2474>
- https://www.mylshop.nl/j-s-zak-kompas.html?id=31289214&gclid=EAlaIQobChMIzbG8zM7I2AIVFxbCh3Ykw2REAYYASABEgLfPD_BwE
- <https://www.bol.com/nl/p/kompas-karabijnhaak/9200000081343016/?suggestionType=browse>
- <https://www.bol.com/nl/p/coghlan's-trail-kompas/9200000020644815/?suggestionType=browse>

Tip

Je kunt de leerlingen extra uitdagen door ieder groepje alle materialen waarop je de naald kunt bevestigen (een kurk, een stukje piepschuim, een boomblad en een stukje aluminiumfolie) aan te reiken. Leerlingen kunnen dan nog meer zelf ontdekken hoe je een kompas maakt en kunnen bovendien binnen hun groepje de verschillende materialen met elkaar vergelijken.

Activiteit 3: Polarisatie van licht

Leerlingen ontdekken met behulp van een LED zaklamp en twee stukjes polarisatiefilter hoe je licht kunt filteren en hoe je de richting van licht kunt veranderen met een stukje cellofaan. Ook ontdekken ze het verband tussen magneten en licht.

Doelen

- Leerlingen leren dat licht een polarisatierichting heeft.
- Leerlingen leren dat ze de sterkte van licht kunnen controleren als ze polarisatiefilters gebruiken.
- Leerlingen leren dat bepaalde materialen de polarisatie van licht kunnen veranderen.
- Leerlingen leren dat magnetisme de richting van licht kan veranderen.

Duur

45 minuten

Werkvorm

In drietallen

Benodigdheden

Deel 1: Per groepje:

- LED zaklamp
- Stukje klei
- Vel wit papier
- 2 stukjes polarisatiefilter*
- Stukje glas
- Stukje cellofaan (te verkrijgen bij de bloemist), eventueel in diaraampje
- Werkblad “Stappenplan polarisatie van licht” (bijlage 4)

Deel 2: Filmpje over de relatie tussen magnetisme en licht: <https://youtu.be/X8P0CeTLINA>

*Deze polarisatiefilters zijn online in A4-formaat te verkrijgen, zie <https://webshop.hetbeeldgebouw.nl/polarisatie-filter-folie-formaat-a4>. Je kunt dit A4 in stukjes van ongeveer 5x5 cm knippen. Eén A4 is dus genoeg voor 12 stukjes = 6 groepjes.

Activiteit deel 1

Geef de leerlingen het werkblad “Stappenplan polarisatie van licht” (bijlage 4) en laat ze het stappenplan volgen. Na elke stap stellen de leerlingen zichzelf de vraag: Wat zie je nu? Hoe denk je dat dit komt? De bevindingen geven ze weer op het werkblad.

Afronding deel 1

Bespreek de bevindingen klassikaal na. Leg vervolgens uit wat leerlingen met deze activiteit hebben gedaan. Hiervoor kun je onderstaande uitleg gebruiken. Licht bestaat uit golven die allemaal een andere kant opgaan. Je kunt deze lichtgolven filteren met behulp van een polarisatiefilter, dat je bijvoorbeeld vindt in een zonnebril. Het polarisatiefilter laat de golven in één richting door. Met het eerste polarisatiefilter creëer je een lichtbundel die slechts één kant op gaat. Houd je het tweede polarisatiefilter op dezelfde manier als het eerste, dan wordt de gefilterde lichtbundel ongehinderd doorgelaten. Houd je het tweede polarisatiefilter op een andere manier, dan wordt de lichtbundel nog eens gefilterd en zal het licht dat op het projectiescherm terecht komt zwakker zijn. Als je de tweede filter 90° draait ten opzichte van het eerste zal helemaal geen licht worden doorgelaten. Als je een stukje glas tussen de twee polarisatiefilters houdt, zal je zien dat er niets verandert: het stukje glas laat de lichtbundel ongehinderd door. Als je het stukje cellofaan tussen de twee filters houdt en daarmee draait, dan zal een deel van het licht afbuigen en wel door het tweede filter gaan. Net als het cellofaan kunnen ook magneten het licht van richting veranderen. Licht en magnetisme, beiden elektromagnetische golven, beïnvloeden elkaar dus.

Activiteit deel 2

Bekijk samen met de leerlingen het filmpje waarin de link wordt gelegd tussen magneten en licht. Hierin wordt bovenstaand principe nog een keer uitgelegd.

Afronding deel 2

Bespreek het filmpje na. Welke vragen hebben de leerlingen nog over magneten en licht? Verzamel deze op de vragenmuur.

Verbinding met het thema

Wij onderzoeken de eigenschappen van magneten. Magneten hebben twee polen: de noord- en de zuidpool. Deze polen kunnen draaien, dat noemen we *ompolen*: de noordpool wordt dan de zuidpool en andersom. Dit ompolen van magneten kun je beïnvloeden met behulp van licht. Ook kun je met datzelfde licht het ompolen van magneten zichtbaar maken. Als je namelijk een ompolende magneet in de buurt van licht houdt, buigt het licht af. Dit effect noemen we het *Faradayeffect*. Helaas is het effect van magneten op licht zo klein dat het niet mogelijk is om dit in de klas te laten zien. Wel kun je in plaats van een magneet een stukje cellofaan gebruiken om te laten zien hoe licht afbuigt. Het cellofaan veroorzaakt, net als een magneet, dat de lichtbundel afbuigt. Daarnaast wordt de link tussen magneten en licht uitgelegd in het filmpje. Hierin wordt zichtbaar wat wij met behulp van licht met magneten kunnen doen.