

Blok 1

INHOUD

BASISSTOF

- T1** **Magneten** 8
- W1** 10
- T2** **Het magnetisch veld** 11
- W2** 12
- T3** **Magnetisme en elektrische stromen** 14
- W3** 16
- T4** **Toepassingen van elektromagneten** 18
- W4** 21

HERHAALSTOF

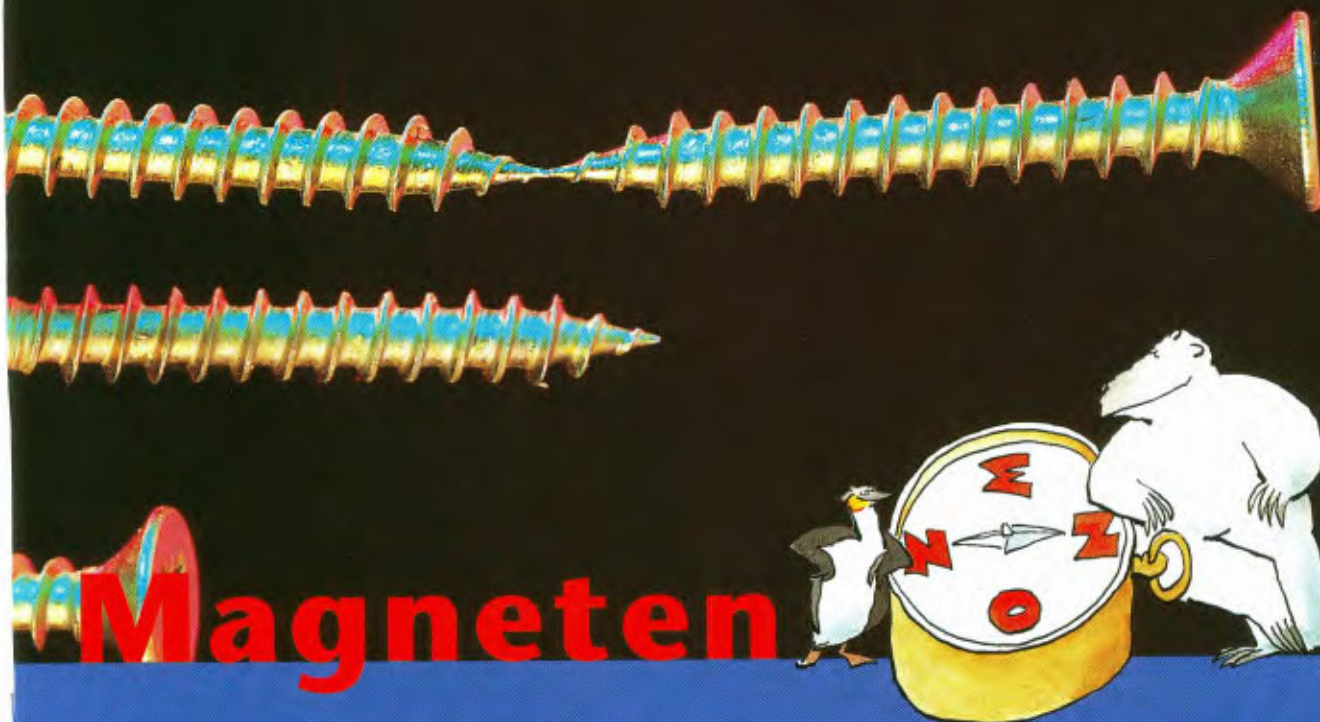
- H1** **Nieuwe begrippen** 22
- H2** **Magneten** 24
- H3** **Velden en veldlijnen** 26

EXTRASTOF

- E1** **Aardmagnetisme (mavo-versie)** 28
- E2** **Magneten maken en breken** 31
- E3** **Oefenvragen en opgaven** 33

LEERDOELEN

- 1** Je moet weten welke stand een staafmagneet inneemt, als je hem zó ophangt dat hij vrij kan draaien. [P1, T1]
- 2** Je moet de noord- en zuidpool van een staafmagneet kunnen bepalen. [P1, T1]
- 3** Je moet weten wanneer twee magneten elkaar aantrekken en wanneer twee magneten elkaar afstoten. [P1, T1, W1]
- 4** Je moet weten hoe een kompas werkt. [T1, W1]
- 5** Je moet weten welke stoffen door een magneet aangetrokken worden. [P1, T1]
- 6** Je moet weten dat de magnetische krachtwerking door verschillende stoffen heengaat. [P2, T2]
- 7** Je moet weten dat de magnetische krachtwerking van een magneet bij de polen sterk is en in het midden zwak. [P1, T1, P2, T2]
- 8** Je moet weten dat een magneet ook krachtwerking op afstand vertoont en dat we dit omschrijven door te zeggen dat er een magnetisch veld om de magneet aanwezig is. [T2]



- 9 Je moet het veldlijnenpatroon van het magnetische veld kunnen tekenen van: twee staafmagneten dicht bij elkaar en van een magneet en een stuk ijzer dicht bij elkaar. [P2, T2, W2]
- 10 Je moet weten dat de veldlijnen altijd van de noordpool naar de zuidpool lopen. [T2]
- 11 Je moet weten wat magnetische influentie is. [P2, T2, W2]
- 12 Je moet proeven met behulp van magnetische influentie kunnen verklaren. [W2]
- 13 Je moet weten wat permanente magneten zijn. [T2, W2]
- 14 Je moet weten hoe je kunt aantonen of ergens een magnetisch veld aanwezig is. [P3]
- 15 Je moet de overeenkomsten en de verschillen tussen een staafmagneet en een elektromagneet kunnen opnoemen. [T3]
- 16 Je moet het veldlijnenpatroon van een spoel en van een rechte draad waar een elektrische stroom doorheen gaat, kunnen tekenen. [P3, T3, W3]
- 17 Je moet de rechterhandregels voor de stroomdraad en de spoel kennen en kunnen gebruiken. [T3, W3]
- 18 Je moet weten dat je het magnetisch veld van een spoel versterkt door een grotere stroomsterkte door de spoel te laten gaan. [P3, T3, W3]
- 19 Je moet weten dat een ijzeren kern het veld van een spoel versterkt. [P3, T3, W3]
- 20 Je moet weten dat het magnetisch veld van een spoel sterker wordt als het aantal windingen toeneemt bij een gelijkblijvende lengte van de spoel. [P3, T3, W3]
- 21 Je moet weten wat een elektromagneet is. [P4, T4]
- 22 Je moet vijf toepassingen van een elektromagneet kunnen opnoemen. [P4, T4]
- 23 Je moet weten hoe een relais werkt. [P4, T4, W4]
- 24 Je moet weten hoe de elektrische bel werkt. [P4, W4]
- 25 Je moet de werking van eenvoudige schakelingen waarin een relais is opgenomen, kunnen uitleggen. [P4, T4, W4]
- 26 Je moet weten hoe een luidspreker werkt. [P4, T4, W4]
- 27 Je moet weten hoe een elektrisch signaal op een geluidsband kan worden vastgelegd. [T4, W4]

T1 Magneten

Je hebt natuurlijk wel eens met een magneet gespeeld en je misschien afgevraagd wat je allemaal met een magneet kunt doen. Dat ga je in dit blok onderzoeken. Je komt toepassingen tegen waarvan je misschien niet eens wist dat daar magneten bij te pas komen. Om er een paar te noemen: de elektrische bel, magnetische schakelaars (relais), het opnemen van geluid op een cassettebandje en het weergeven van geluid door een luidspreker.



DE HERKOMST VAN MAGNETEN

Het woord magneet is afkomstig van het Griekse 'magnētos lithos' dat letterlijk 'steen van Magnesia' betekent. Magnesia was in de oudheid een stad in het koninkrijk Lydië (nu gelegen in West-Turkije). Bij Magnesia werden stenen gevonden die ijzeren voorwerpen konden aantrekken. Deze stenen waren waarschijnlijk stukken magnetisch ijzererts met een groot gehalte aan zuiver ijzer.

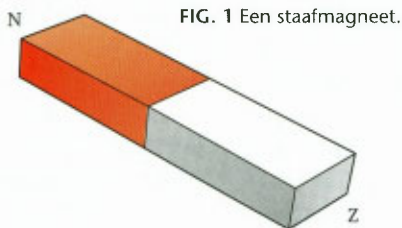


FIG. 1 Een staafmagneet.

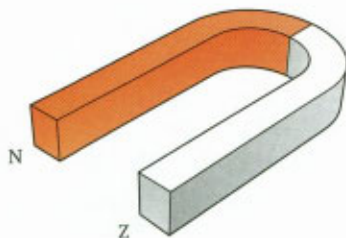


FIG. 2 Een hoefijzermagneet.



FIG. 3 Een naaldmagneet.

Soorten magneten

Magneten worden veel toegepast. In huis tref je ze overal aan, soms zichtbaar zoals bijvoorbeeld in het slot van het keukenkastje, soms onzichtbaar, zoals in een luidsprekerkast. Vroeger was men voor magneten nog vooral aangewezen op staal. Men kon ook maar een beperkt aantal vormen aan de magneten geven. De meest bekende vormen van magneten stammen dan ook uit die tijd:

- de staafmagneet;
- de hoefijzermagneet;
- de naaldmagneet (in kompassen).



DE SAMENSTELLING VAN MAGNETEN

Van zuiver ijzer kun je geen permanente magneet maken. Zuiver ijzer is tamelijk zacht en verliest makkelijk zijn magnetische eigenschappen. Men noemt het weekijzer. Voor permanente magneten gebruikt men een mengsel van ijzer en andere stoffen (dit noemt men een legering). De stoffen ticonal en alnico worden veel gebruikt bij het vervaardigen van magneten omdat deze materialen uitstekende magnetische eigenschappen hebben. Ticonal is een mengsel van de metalen ijzer, titaan, kobalt, nikkel en aluminium. Alnico is een mengsel van ijzer, aluminium, nikkel en kobalt. Magneten worden tegenwoordig dikwijls gemaakt door korrels van een magnetische stof te mengen met een kleiachtige stof. Daaruit bakt men dan op een pottenbakkersmanier een magneet. Zo kan men de magneet elke vorm geven die men wil.

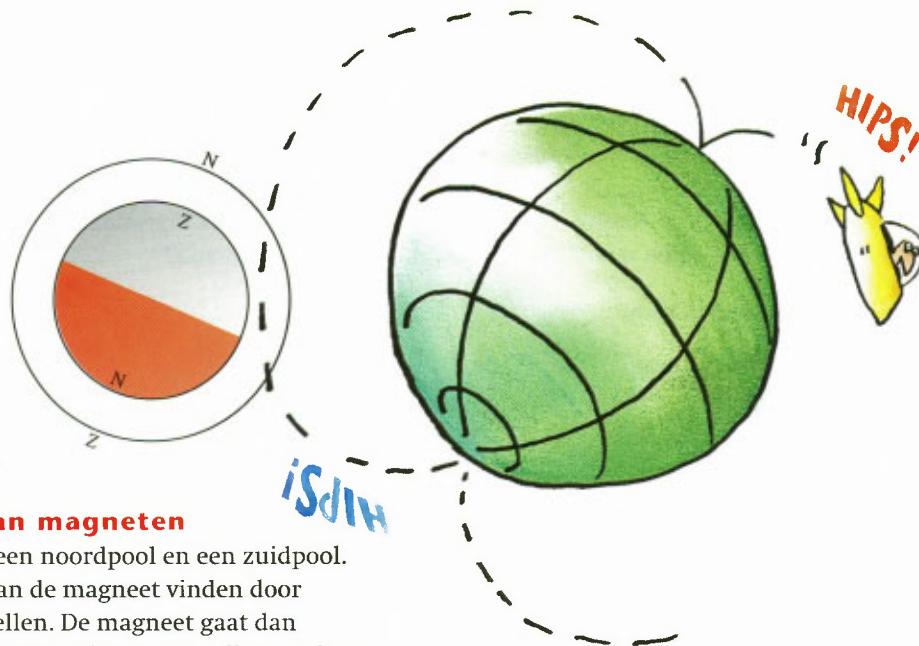


FIG. 4 De aarde als magneet.

Eigenschappen van magneten

1 Een magneet heeft een noordpool en een zuidpool. Je kunt de noordpool van de magneet vinden door hem draaibaar op te stellen. De magneet gaat dan noord-zuid staan. De kant van de magneet die naar het noorden wijst, noem je de noordpool. De andere kant is de zuidpool.

2 De noordpool van een magneet stoot de noordpool van een andere magneet af. De zuidpool van een magneet stoot de zuidpool van een andere magneet af. De noordpool van een magneet trekt de zuidpool van een andere magneet aan.

3 Alleen voorwerpen van ijzer (ook staal en weekijzer), nikkel en kobalt worden door magneten aangetrokken.

4 Een magneet is aan de polen het sterkst en in het midden het zwakst.

Met behulp van eigenschap 2 kun je begrijpen waarom een kompasnaald noord-zuid gaat staan. De aarde is namelijk zelf een magneet. De magnetische noordpool van de aarde ligt in de buurt van de geografische zuidpool. De magnetische zuidpool van de aarde ligt in de buurt van de geografische noordpool. Het gevolg is dat de noordpool van de kompasnaald naar het noorden wijst.



WEEKIJZER EN STAAL

Weekijzer bevat alleen ijzer. Het is zachter dan staal.

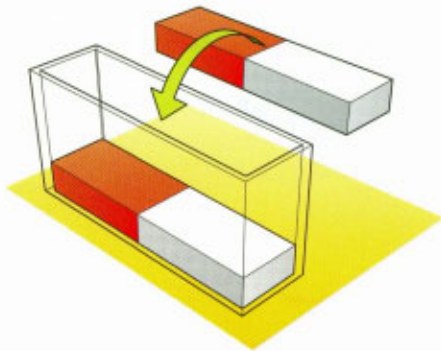
Staal is een mengsel van ijzer en andere stoffen. Door ijzer te smelten en er dan andere stoffen aan toe te voegen, krijgt men staal. Staal is sterker en minder buigzaam dan ijzer. Zo bestaat gereedschapsstaal uit: 1 % koolstof, 0,5 % chroom, 0,5 % wolfram, 1,2 % mangaan, 0,3 % silicium en 96,5 % ijzer.

Er zijn staalsoorten voor verschillende toepassingen:

- ijzer + minder dan 0,1 % koolstof:
zacht ijzer voor ijzervlechtwerk, weekijzer.
- ijzer + 0,1 tot 0,15 % koolstof:
beugels, hekwerken
- ijzer + 0,15 % koolstof:
profielijzer
- ijzer + 0,17 tot 0,25 % koolstof:
goed las- en smeedbaar
- ijzer + 0,35 % koolstof:
assen, spieën, tandwielen
- ijzer + 0,6 % koolstof:
hard staal

- 1 Een hoeveelheid koperen en ijzeren spijkertjes zijn door elkaar geraakt.
 - a Hoe kun je ze makkelijk sorteren?
 - b Leg uit waarom dat op jouw manier goed gaat.

FIG. 5 Twee magneten en een plastic bak.



- 2 Een magneet ligt op de bodem van een doorzichtige plastic bak (figuur 5). Je hebt een tweede magneet die ook in de bak moet. Je kunt dat op twee manieren doen.
 - a Maak duidelijke tekeningen van beide manieren.
 - b Verklaar in beide gevallen wat er gebeurt.
- 3 Anja heeft twee even grote zwarte staven A en B. Eén van beide is een staafmagneet, de andere is van ijzer. Anja houdt het uiteinde van de (verticale) zwarte staaf A onder het midden van de (horizontale) zwarte staaf B. Staaf A blijft aan B hangen!
 - a Leg uit welke staaf de magneet is. Hans wil het proefje nadoen. Maar bij hem valt de verticaal gehouden staaf op de grond.
 - b Leg uit hoe dat mogelijk is.
 - c Welke staaf - de horizontale of de verticale - is bij Hans (dus) de magneet?

- 4 In de rubberen sluiting van een koelkastdeur is een magnetische strip verwerkt. Hierdoor sluit de deur beter.
 - a Waarom sluit de deur dan beter?
 - b Van welk materiaal moet de koelkastdeur gemaakt zijn?
- 5 Een kompas bevat een naaldmagneet.
 - a Waarom wijst één kant van de naaldmagneet altijd naar het noorden?
 - b Hoe weet je welke kant naar het noorden wijst?
 - c Wat zal het kompas aangeven als je precies op de (magnetische) noordpool staat?
 - d Waar ben je dan ongeveer op aarde?
- 6
 - a Noem drie soorten magneten.
 - b Noem vier toepassingen waarbij gebruik wordt gemaakt van magneten.
- 7
 - a Hoe kun je met een magneet controleren of in een apparaat een magneet zit? In een dynamo zit een magneet.
 - b Hoe kun je met behulp van een andere magneet de plaats van de Noordpolen van die magneet bepalen?

T2 Het magnetisch veld

Het magnetisch veld rond een magneet

Voorwerpen in de omgeving van een magneet worden aangetrokken. IJzervijlsel rangschikt zich in de buurt van een magneet in een bepaald patroon.

Een magneet oefent kracht uit op ijzeren en nikkelen voorwerpen. Daarbij hoeft de magneet die voorwerpen niet aan te raken. De magneet vertoont ook krachtwerking op afstand. We zeggen dat er rondom de magneet een *magnetisch veld* aanwezig is.

Veldlijnen

Je kunt het veld van een magneet zichtbaar maken met behulp van ijzervijlsel. IJzervijlsel rangschikt zich in de buurt van een magneet. Er ontstaat een patroon met kromme lijnen. Deze lijnen noemen we *veldlijnen*. Alle veldlijnen bij elkaar noemen we het *veldlijnenpatroon*. De veldlijnen geven de richting van het magnetisch veld aan. Volgens afspraak lopen de veldlijnen buiten de magneet altijd van de noordpool naar de zuidpool.

In de figuren 6, 7, 8 en 9 zijn enkele veldlijnenpatronen weergegeven. Uit de figuren blijkt dat de veldlijnen van de ene pool naar de andere lopen.

In figuur 7 zie je ook dat er geen veldlijnen van de ene zuidpool naar de andere zuidpool lopen.

Ook blijkt uit de proeven dat het ijzervijlsel vooral bij de polen terechtkomt. Dat komt doordat de magneet daar de grootste krachtwerking vertoont. Dat zie je ook aan de veldlijnen. De veldlijnen liggen het dichtst bij elkaar waar het veld het sterkst is. Verder van de polen ligt minder ijzervijlsel. De veldlijnen liggen daar ook verder van elkaar af. De krachtwerking is er kleiner. Op grote afstand is de krachtwerking van de magneet minder, waardoor zelfs de kleinste stukjes ijzervijlsel niet meer in beweging gebracht kunnen worden.

FIG. 6 Het veld van een staafmagneet. De veldlijnen lopen van noord naar zuid.

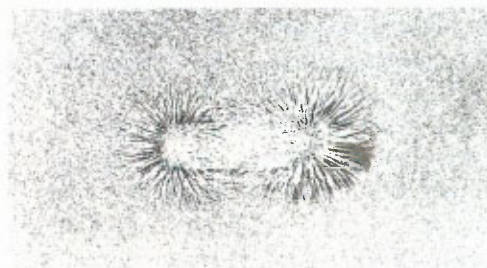


FIG. 7 Het veld van twee staafmagneten met de zuidpolen naar elkaar gericht.

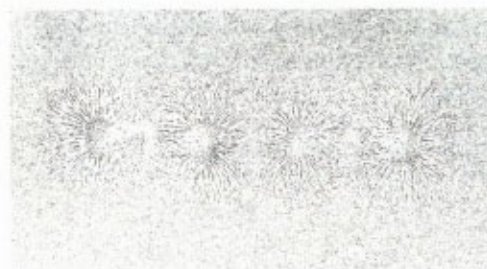


FIG. 8 Twee magneten met ongelijke polen naar elkaar toe.

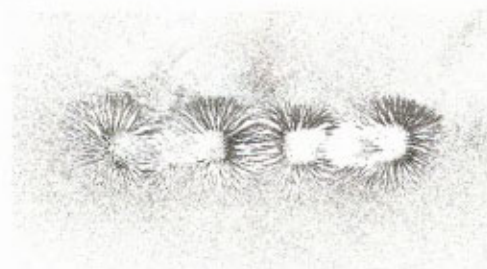


FIG. 9 Het veld van een magneet en een stuk ijzer.

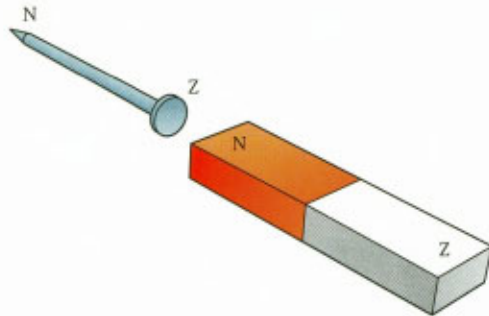


Magnetische influentie

Je hebt in de proeven 5 en 7 van P2 ontdekt dat weekijzer zelf ook magnetisch wordt als je er een magneet bij houdt. Dit verschijnsel noemen we *magnetische influentie*. Het treedt op bij ijzer, nikkel en kobalt. Het magnetisme van het weekijzer verdwijnt op het moment dat de magneet wordt weggehaald. Als een stalen spijker lang genoeg in de buurt van een magneet ligt, wordt de spijker zelf ook magnetisch. We spreken dan over *permanent magnetisme*. In E2 kun je lezen hoe het komt dat staal permanent magnetisch kan zijn en weekijzer niet.

Uit figuur 10 kun je afleiden dat het deel van het ijzer dat het dichtst bij de noordpool van de magneet ligt, door influentie een zuidpool wordt. Daarom wordt het ijzer aangetrokken.

FIG. 10 Spijker bij een staafmagneet. De kop ligt het dichtst bij de noordpool en wordt een zuidpool. De punt wordt een noordpool.



- 1 Neem figuur 11 over en teken het veldlijnenpatroon van de staafmagneet.

FIG. 11 Een staafmagneet.



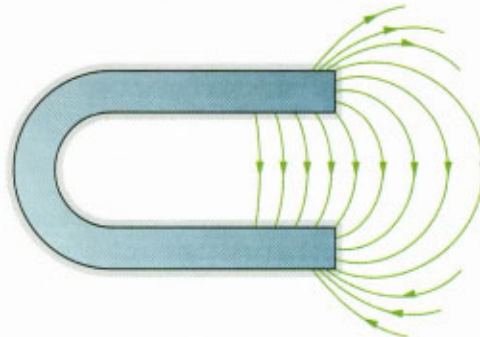
- 2 In figuur 12 is het veld van een hoefijzermagneet weergegeven.

a Teken figuur 12 in je schrift na. Geef de plaats van de noord- en de zuidpool aan.

b Waar is het veld het sterkst?

c Noem een voordeel van een hoefijzermagneet.

FIG. 12 De veldlijnen van een hoefijzermagneet.



- 3 Neem figuur 13 over in je schrift.
 - a** Teken het veldlijnenpatroon van de twee magneten.
 - b** Geef aan waar het magnetisch veld het sterkst is.

FIG. 13 Twee staafmagneten met de zuidpolen naar elkaar toe.



- 4** Een spijker hangt aan een magneet.
- a** Van welke stof kan de spijker gemaakt zijn?
 - b** Wat is magnetische influentie?
 - c** Leg met magnetische influentie uit dat een magneet een spijker aan kan trekken.
- 5**
- a** Neem figuur 14 over in je schrift en teken het veldlijnenpatroon van de magneet en het stuk weekijzer.
 - b** Hoe kun je zien dat het stuk weekijzer zelf ook een (tijdelijke) magneet geworden is?
 - c** Waar zitten de noord- en de zuidpool van het weekijzer?
 - d** Hoe merk je dat weekijzer geen permanente magneet wordt?

FIG. 14 Een staafmagneet en een stuk weekijzer.



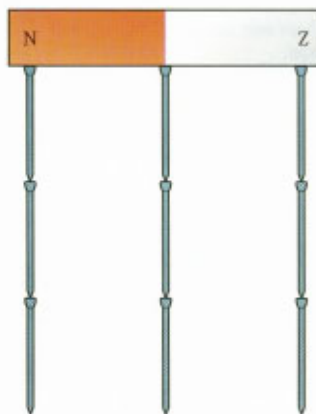
FIG. 15 Een staafmagneet en een stuk weekijzer dat spijkers aantrekt.



- 6** Je houdt een staafmagneet boven een bak met spijkers. De spijkers blijven liggen. Je schuift een stuk weekijzer tussen de magneet en de spijkers (figuur 15). De spijkers vliegen nu wel tegen het weekijzer aan.
- a** Verklaar deze proef.
 - b** Teken figuur 15 na in je schrift en geef de plaatsen aan van alle noord- en zuid-polen, die er zijn ontstaan door magnetische influentie.
 - c** Waarom hangen de spijkers met de koppen uit elkaar?
- 7**
- a** Wat is het verschil tussen permanent magnetisme en tijdelijk magnetisme?
 - b** Geef van beide een voorbeeld.

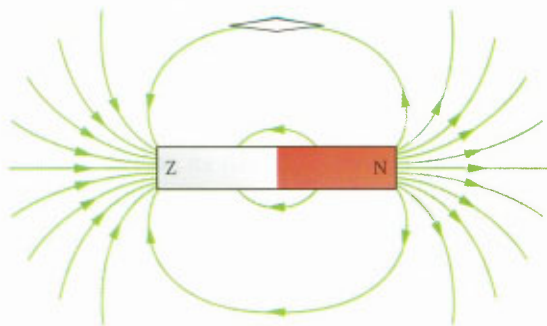
- 8** Iemand beweert dat de kant van de ijzeren staaf die het dichtst bij de magneet ligt, door influentie altijd een noordpool wordt. Laat met behulp van een voorbeeld zien dat dit niet altijd zo is.
- 9** Alle spijkers in figuur 16 zijn van dezelfde soort. Welke fout(en) zitten er in deze figuur?

FIG. 16 Een staafmagneet met negen spijkers.



T3 Magnetisme en elektrische stromen

FIG. 17 Een staafmagneet en een naaldmagneet.



10 Veldlijnen lopen van noord naar zuid. Een kompas richt zich in het veld van een magneet.

a Teken figuur 17 na in je schrift.

b Geef de polen aan van de kompasnaald en teken de stand van een kompasnaald bij de noordpool en bij de zuidpool.

c Geef aan wat de noordpool en wat de zuidpool is van iedere kompasnaald.

Het magnetisch veld van een stroomdraad

Als er door een draad een elektrische stroom gaat, ontstaat er rond die draad een magnetisch veld. Dit is onder andere te merken aan het gedrag van een kompasnaald in de buurt van de stroomdraad. Het veldlijnenpatroon van een rechte stroomdraad is moeilijk zichtbaar te maken. (Het veld is te zwak.) Het ziet eruit zoals in figuur 18 is getekend.

Bij een magneet lopen de veldlijnen altijd van noordpool naar zuidpool. Bij een stroomdraad kun je niet spreken van een noord- en een zuidpool. De richting van de veldlijnen hangt af van de richting van de stroom. Met de *rechterhandregel* kun je de richting van de veldlijnen bepalen.

De rechterhandregel voor een stroomdraad luidt als volgt: wijs met de duim van je rechterhand in de richting van de stroom. Je gebogen vingers wijzen dan in de richting van de veldlijnen (figuur 18, 19 en 20).

FIG. 18 Het veld van een verticale rechte stroomdraad.

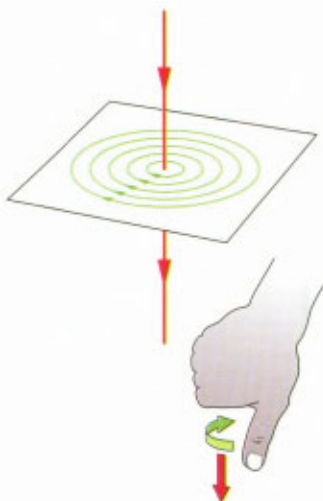


FIG. 19 Het veld van de verticale rechte stroomdraad, als de stroom andersom loopt.

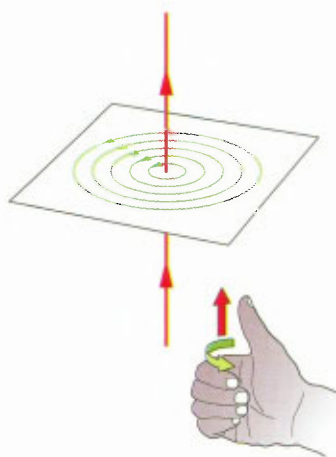


FIG. 20 Het veld van een horizontale rechte stroomdraad.

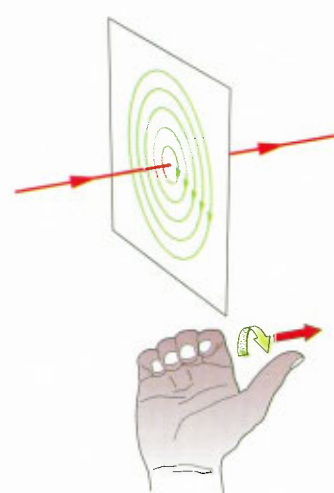


FIG. 21 Het magnetisch veld van een spoel.

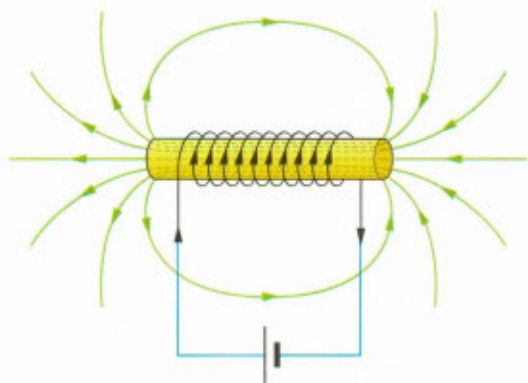
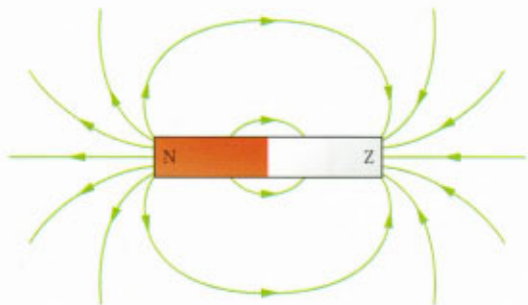


FIG. 22 Het magnetisch veld van een staafmagneet.

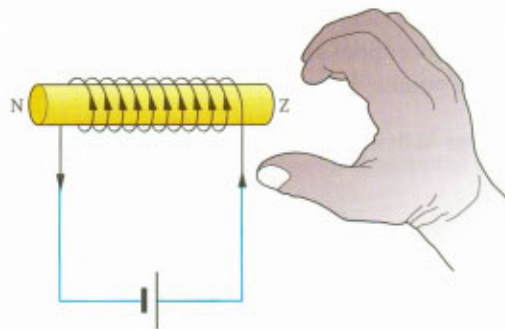


Het magnetisch veld van een spoel

Een spoel is een om een cilinder gewikkelde draad. Als daar een elektrische stroom door loopt, ontstaat óók een magnetisch veld. Aan het ene uiteinde ontstaat een noordpool en aan het andere uiteinde een zuidpool. Het veld van een spoel heeft dezelfde vorm als dat van een staafmagneet. Het verschil is dat je het magnetisch veld van een spoel vrij gemakkelijk kunt veranderen. Het magnetisch veld van een spoel kun je versterken door:

- 1 de stroom door de spoel groter te maken;
- 2 het aantal windingen van de spoel te vergroten (de lengte van de spoel moet dan wel hetzelfde blijven);
- 3 de spoel te voorzien van een weekijzeren kern.

FIG. 23 De rechterhandregel voor een spoel.



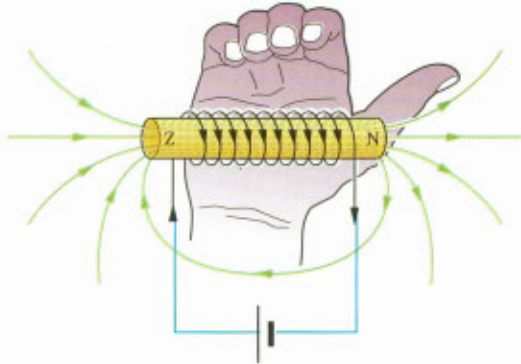
Je kunt het veld laten verdwijnen door de stroom uit te schakelen. Bovendien kun je het magnetische veld van richting laten veranderen door de stroomrichting om te keren. Vanwege deze voordelen worden er veel meer elektromagneten gebruikt dan permanente magneten.

In figuur 21 is het veld van een spoel getekend. Ter vergelijking is in figuur 22 het veld van een staafmagneet getekend. Om de richting van de veldlijnen te vinden bij een spoel gebruik je de *rechterhandregel* op een andere manier:

Buig de vingers van je rechterhand over de windingen van de spoel (figuur 23). Je vingers moeten in de richting van de stroom wijzen. Je gestrekte duim wijst nu in de richting van de noordpool van de spoel. De noordpool zit aan de kant waar de veldlijnen de spoel uitgaan en de zuidpool aan de kant waar de veldlijnen de spoel binnenkomen.

In figuur 24 zijn ook de veldlijnen rond de spoel getekend. De vingers van de rechterhand zijn over de spoel gebogen en ze wijzen weer in de richting van de elektrische stroom. De richting van de duim geeft de plaats van de noordpool aan. Dit is ook de richting van de veldlijnen binnen de spoel.

FIG. 24 Het magnetisch veld van een spoel. De richting van het veld vind je met de rechterhandregel voor een spoel.



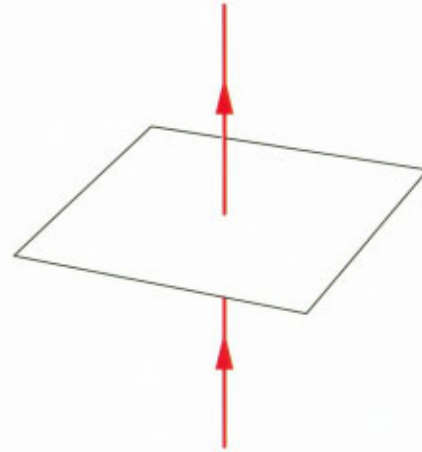
De veldlijnen zijn gesloten. Buiten de spoel lopen de veldlijnen van noord naar zuid. Binnen de spoel lopen de veldlijnen van zuid naar noord.

Samenvatting

- 1 *Stroomdraad*: je vindt de richting van de veldlijnen rond een draad waar een elektrische stroom doorheen gaat door met de duim van je rechterhand in de richting van de stroom te wijzen. Je gebogen vingers wijzen dan in de richting van de veldlijnen.
- 2 *Spoel*: je vindt de richting van de veldlijnen bij een spoel door de vingers van je rechterhand zo over de spoel te leggen dat ze in de richting van de stroom wijzen. De duim van je rechterhand geeft nu plaats van de noordpool aan.

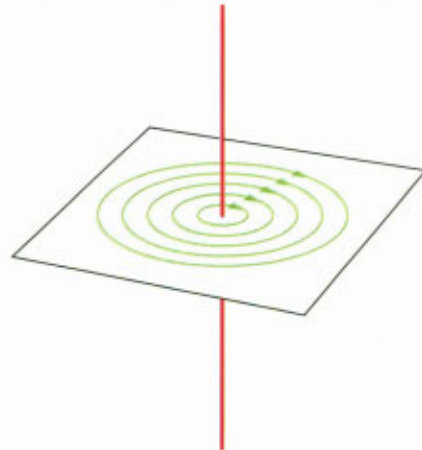
- 1 Neem figuur 25 over in je schrift en teken het veldlijnenpatroon rond de stroomdraad. Geef de richting van de veldlijnen aan.

FIG. 25 Hoe loopt het magnetisch veld rond de stroomdraad?



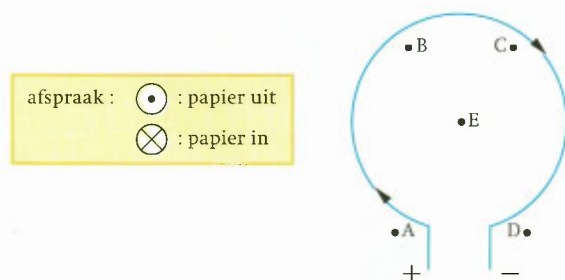
- 2 Hoe loopt de stroom door de draad in figuur 26?

FIG. 26 Het magnetisch veld rond een stroomdraad.



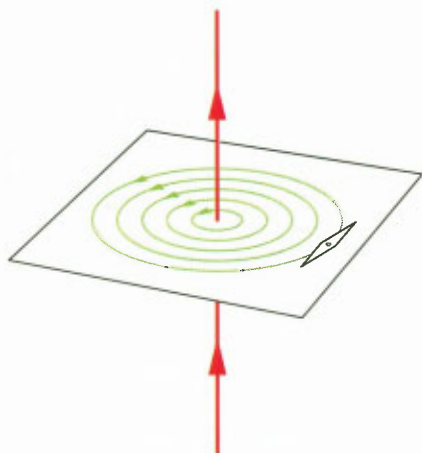
- 3** De punten A, B, C, D en E liggen in hetzelfde platte vlak als de lusvormige stroomdraad.
- a** Neem figuur 27 over in je schrift.
- b** Geef de richting van het magnetisch veld aan op de plaatsen A, B, C en D.
- c** Hoe is het veld in E gericht?
- Beschouw deze winding nu als een spoel.
- d** Hoe is dan het veld in E gericht?

FIG. 27 Bovenaanzicht van een cirkelvormige stroomdraad.



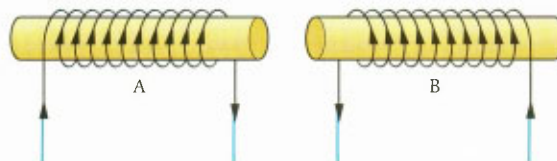
- 4 a** Waar bevinden zich in figuur 28 de noordpool en de zuidpool van de kompasnaald?
- b** Waar bevinden zich de noord- en de zuidpool van de draad?
- c** Verklaar je antwoord.

FIG. 28 Een kompasnaald in het veld van een stroomdraad.



- 5 a** Waar bevinden zich de noordpool en de zuidpool van spoel A in figuur 29?
- b** Dezelfde vraag, maar nu voor spoel B.

FIG. 29 Twee stroomspoelen.



- 6 a** Noem drie manieren om het magnetisch veld van een spoel sterker te maken.
- b** Waarom gebruikt men nooit staal om het veld van een spoel sterker te maken?
- 7** Teken het veldlijnenpatroon van dezelfde stroomspoel (bijvoorbeeld: spoel A uit figuur 29):
- a** zonder kern.
- b** met weekijzeren kern.
- 8 a** Wat zijn de overeenkomsten tussen een magnetische spoel en een staafmagneet?
- b** Wat zijn de verschillen?

T4 Toepassingen van elektromagneten

In de Middeleeuwen kende men nog geen elektromagneten. Soms zouden ze wel handig geweest zijn (figuur 30). Tegenwoordig worden elektromagneten veelvuldig toegepast.



FIG. 30 Deze ridder is voorlopig uit het toernooiveld geslagen.

De hijskraan

Bij staalbedrijven en sloperijen worden vaak elektromagneten gebruikt om lasten op te hijsen. Het principe is eenvoudig. Een elektromagneet is een kern met daaromheen een spoel. Schakel de stroom in en de spoel wordt een sterke magneet. De ijzeren last blijft hangen. Schakel de stroom uit en de last laat los.



FIG. 31 Een hijskraan met elektromagneet.

De luidspreker

Een luidspreker bestaat uit een beweegbare conus (trechtersvormig stuk karton) waartegen aan de achterzijde een spoeltje is bevestigd (figuur 32). Het spoeltje kan bewegen rondom een vaste cilindervormige magneet. De versterker levert aan de spoel een wisselende elektrische stroom. Hierdoor wordt de spoel met de conus afwisselend aangetrokken en afgestoten door de vaste magneet. De bewegende conus zet de lucht in beweging, waardoor een trilling in de lucht en dus geluid ontstaat (zie ook blok 5).



FIG. 32 Een doorsnede van een luidspreker.

FIG. 33 De opnamekop van een cassette recorder.

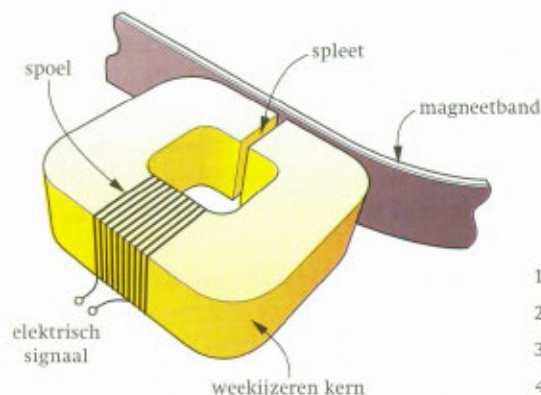


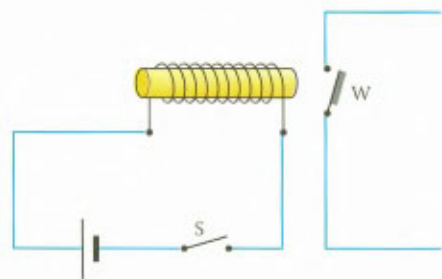
FIG. 34 Schematische voorstelling van een stukje bespeelde cassetteband.



De opnamekop van een cassette recorder

Als je een opname op een cassettebandje maakt, loopt er een wisselende stroom door een spoel. De magnetische krachtwerking wordt geconcentreerd op de spleet (figuur 33). Over de spleet (afgesloten door een stukje koper) glijdt de magneetband waarin vele kleine ijzerkorrels liggen. De ijzerkorrels in het laagje worden permanente magneetjes als ze de spleet passeren en gaan in een bepaalde stand staan, bijvoorbeeld met hun noordpool naar links. Als de stroom dan andersom door de spoel gaat, zullen de noordpolen naar rechts gaan wijzen. Op deze manier kunnen hoge en lage tonen, maar ook hard en zacht geluid worden vastgelegd (figuur 34).

FIG. 35 Een relais. Door het sluiten van schakelaar S wordt de spoel magnetisch en trekt het ijzeren blokje (W) aan.



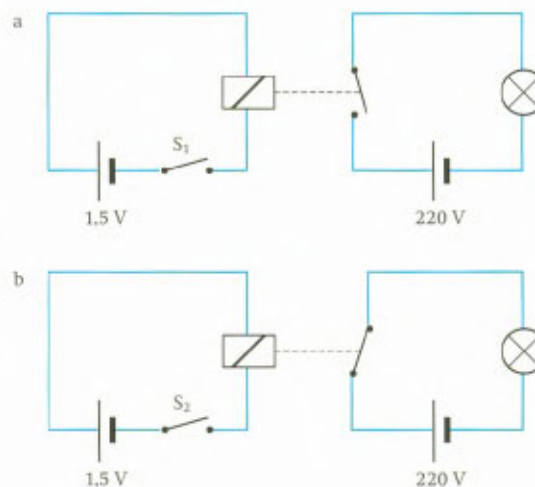
Het relais

Het relais is een schakelaar die met een kleine elektrische stroom open of dicht gemaakt kan worden (figuur 35). Hiermee kan op afstand een stroom in- en uitgeschakeld worden. Een relais bestaat uit een spoel met een kern. Als er een (zwak)stroom door de spoel loopt, wordt de kern magnetisch en trekt een schakelaar om.

FIG. 37

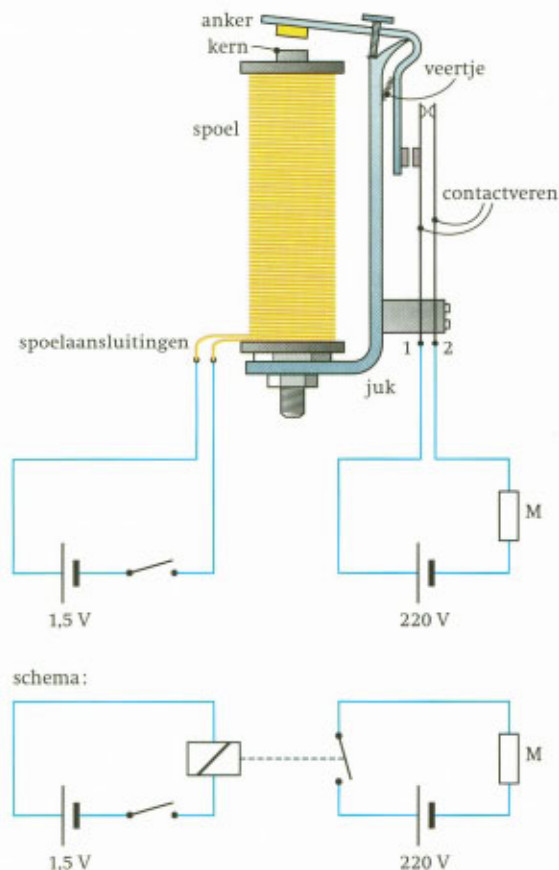
a Als S_1 gesloten wordt, gaat de lamp branden.
b Als S_2 gesloten wordt, gaat de lamp uit.

FIG. 36 Symbool van een relais.



In figuur 38 zie je een tekening van een relais. De contacten 1 en 2 zijn aangesloten op een spanningsbron, in serie geschakeld met een apparaat (bijvoorbeeld een elektromotor). Je ziet aan de contactveren dat ze geen contact maken. Wanneer je de spoel aansluit op een laagspanningsbron, zorgt de magnetische kracht ervoor dat het anker naar de kern getrokken wordt. Daardoor worden de contactveren tegen elkaar gedrukt en gaat de elektromotor M draaien.

FIG. 38 Een relais dat een motor kan schakelen.



Relais worden voor veel doeleinden gebruikt. Een paar toepassingen zijn:

- 1 Met één schakelaar vele apparaten tegelijk inschakelen. Als het lesuur om is, moet in alle klassen de zoe-mer gaan. Dat kan met een relais geschakeld worden.
- 2 Grote stromen (sterkstroom) inschakelen met behulp van kleine stromen (zwakstroom). Dit is veiliger. Bijvoorbeeld: om in een bedrijf zware machines aan te zetten.
- 3 Met een relais kun je op afstand schakelen. Met zwakstroom heb je over grote afstanden minder verliezen. Je kunt ook met dunnere snoeren werken.



RELAIS IN TELEFOONCENTRALES

In moderne telefooncentrales zitten elektronische relais waarvan de werking niet meer berust op magnetisme. Elektronische relais hebben als voordeel dat ze sneller schakelen dan hun magnetische voorgangers.

We hebben hier slechts een paar toepassingen van elektromagneten besproken. Er zijn er nog veel meer, denk maar aan elektromotoren, magnetische zweef-treinen enzovoorts.

- 1 Waarom moet je een stalen voorwerp niet te lang aan een elektromagneet laten hangen?
- 2 **a** Hoe werkt een luidspreker?
b Waarom moet je een luidspreker aansluiten op een wisselstroom?
c Wat hoor je als je een luidspreker aansluit op een batterij van 1,5 V?
- 3 Waarom is het onverstandig om met een sterke magneet in de buurt van een bespeelde cassette te komen (figuur 39)?
- 4 Er zijn wel ijzeroxidecassettes te koop. Waarom zijn er geen koperoxidecassettes te koop?
- 5 In figuur 40 is het (onvolledige) schema getekend van de beveiliging van liftdeuren. Zo lang er licht op de LDR valt, loopt er een stroom in de kring waarin de LDR opgenomen is. De motor van de liftdeuren werkt dan.
a Teken het volledige schema in je schrift.
b Wat gebeurt er als er plotseling nog iemand instapt?

FIG. 40 Het (onvolledige) schema van de beveiliging van liftdeuren.

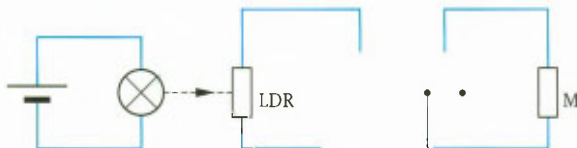
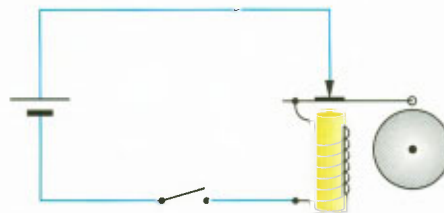


FIG. 39 Een hoefijzermagneet brengt ook wel eens ongeluk.

- 6 Het relais.
a Waarom heb je bij een relais altijd te maken met twee stroomkringen?
b Noem toepassingen van een relais.
c Noem bij iedere toepassing het voordeel van het relais.
- 7 In figuur 41 zie je een tekening van een bel. Leg aan de hand van de tekening de werking van de bel uit.

FIG. 41 Schakeling van een elektrische bel.



H1 Nieuwe begrippen

Schrijf over en vul op de lege plaatsen de ontbrekende woorden in. Teken de goeie tekeningen in je schrift na. Werk netjes. Dan krijg je een mooi overzicht van blok 1.

TITEL: BLOK 1

De volgende stoffen kunnen magnetisme vertonen: en

Een magneet heeft een pool en een

De krachtwerking:

- N en N
- Z en Z
- N en Z
- Z en N

Rond een magneet zit een (kracht)veld. De veldlijnen geven de richting van het aan. De veldlijnen lopen van naar

Magnetische influentie treedt op als Aan de kant van de noordpool van de magneet ontstaat een

MAGNETISME EN ELEKTRISCHE STROMEN

Rond een draad waar een doorheen gaat is ook een magnetisch veld aanwezig.

De sterkte van dat veld hangt af van: De richting van de veldlijnen hangt af van:

De richting van het veld vind je met de eerste rechterhandregel:

Wijs met de duim van je rechterhand in de richting van: Je gekromde vingers geven dan

Een spoel waar een stroom doorheen loopt heeft een Het veld lijkt op

Je kunt het veld van een spoel op drie manieren sterker maken:

- 1 2 3

Je kunt de richting van het veld veranderen door:

De richting van het veld vind je met de tweede rechterhandregel:

Krom de vingers van je rechterhand in de richting van Je rechterduim geeft dan

TOEPASSINGEN VAN MAGNETEN

1 *Het kompas*: De aarde is zelf een grote magneet. Een kompas bevat een naaldmagneet. De pool van de kompasnaald wijst naar de

2 *Een hijskraan* voor ijzer: Zo'n hijskraan bevat een Je kunt er alleen voorwerpen die gemaakt zijn van of mee ophijzen.

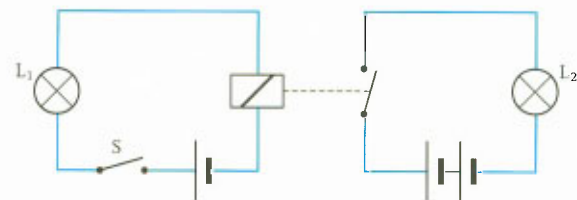
3 *De luidspreker*: De conus is vastgemaakt aan een spoel. De spoel zit om een Als er door de spoel een wisselende stroom loopt, dan want

4 *Cassettebandjes*: De opnamekop is een elektromagneet. Op het cassettebandje zitten Als je geluid opneemt, worden deze korrels gemagnetiseerd.

5 *Het relais*: Dit is een elektrische Een relais bestaat uit een spoel en een schakelaar. Als er een door de spoel gaat, dan wordt de schakelaar Drie voordelen van het gebruik van een relais zijn:

- 1 2 3

FIG. 42 Teken deze schakeling na en leg uit wat hij doet.



Als je in de schakeling van figuur 42 schakelaar S indrukt, gaat lamp L_1 en lamp L_2

FIG. 43 Een elektrische bel.

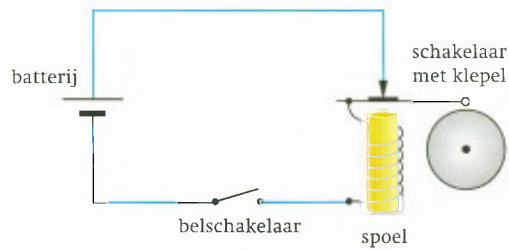


FIG. 44 Kies het juiste schema.

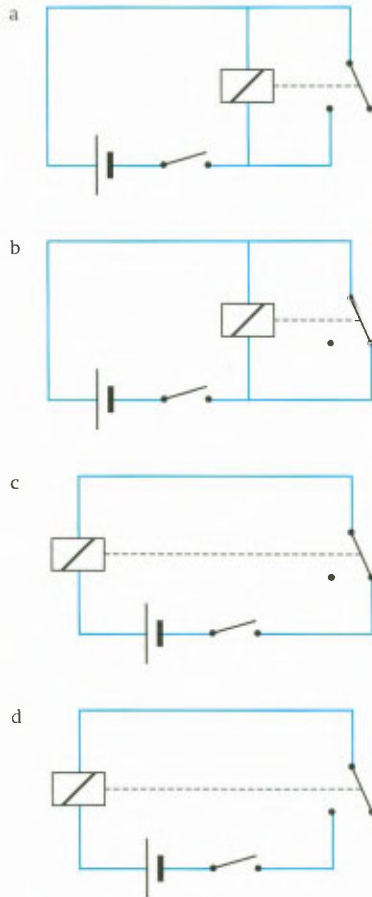


FIG. 45 Magnetische zweeftrein.

6 De *elektrische bel*: Belangrijkste onderdelen: een batterij, een belschakelaar, een spoel en een schakelaar met klepel (figuur 43).

Als je belt, dan gaat er een in de spoel lopen. De spoel wordt en trekt de schakelaar met klepel aan. De klepel en de schakelaar met klepel de stroomkring.

Er loopt geen stroom meer. De klepel veert terug, zodat de weer gesloten wordt. Er gaat een in de lopen. De spoel wordt weer enz. enz.

Figuur 44 geeft vier mogelijke schema's. Kies het juiste schema voor de bel.

7 Andere toepassingen: elektromotor, magnetische zweeftrein (figuur 45), waakvlambeveiliging en nog veel meer.

H2 Magneten

Eigenschappen van magneten

- 1 Een magneet heeft een noordpool en een zuidpool.
- 2 Twee gelijknamige polen stoten elkaar af (N-N en Z-Z).
- 3 Een noord- en een zuidpool trekken elkaar aan.
- 4 Alleen ijzer (dus ook staal, weekijzer, blik), nikkel en kobalt worden door een magneet aangetrokken (figuur 46).
- 5 Een vrij draaibaar opgestelde staafmagneet richt zich met zijn noordpool naar het noorden.
- 6 De krachtwerking van een magneet is het sterkst aan de polen.

FIG. 46 De magnetofielen.

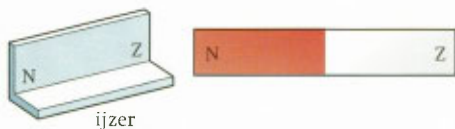


Magnetische influentie

Ijzeren en nikkelen voorwerpen gaan zich in de buurt van magneten zelf ook als magneten gedragen. Dit verschijnsel noemen we *magnetische influentie*.

VOORBEELD 1: Het stukje ijzer bij de staafmagneet in figuur 47 wordt zelf magnetisch. Het deel van het ijzer dat zich het dichtst bij de noordpool bevindt, wordt zuidpool.

FIG. 47 Een stukje ijzer bij een staafmagneet.



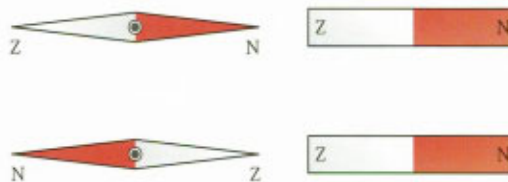
VOORBEELD 2: Ook in figuur 48 wordt het nikkel magnetisch.

FIG. 48 Een nikkelen gulden bij een staafmagneet.



- 1 Waar zitten in figuur 48 de noord- en de zuidpool bij de gulden?
- 2 In een kompas zit een naaldmagneet.
 - a Wat is een naaldmagneet?
Als het N-punt van de schaal op het kompas naar het noorden wijst, wijst de naald ook naar het noorden. Dit komt doordat de aarde zelf ook een magneet is. In het noorden van Canada (in de buurt van de geografische noordpool) ligt een van de magnetische polen van de aarde.
 - b Beredeneer of dit een noordpool of een zuidpool is.
- 3 Hoe bepaal je waar de noordpool van een magneet zit?
- 4 In figuur 49 zie je twee verschillende situaties met een draaibare kompasnaald en een magneet. Welke kompasnaald blijft zo niet staan? Licht je antwoord toe.

FIG. 49 Welke kompasnaald is fout getekend?



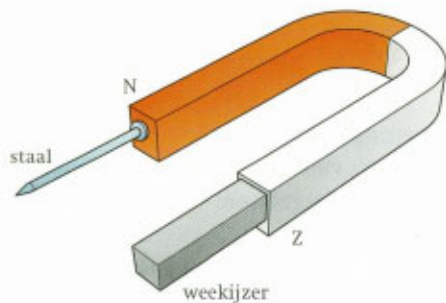
- 5** In figuur 50 ligt een magneet in een bak met ijzervijlsel. De bak is zo geschud dat al het ijzervijlsel aan de magneet gekleefd zit.
- a** Wat klopt er niet aan het plaatje?
 - b** Teken het bakje na, maar nu met het ijzervijlsel op de juiste plaatsen.

FIG. 50 Wat is hier fout getekend?



- 6** In figuur 51 zijn een magneet, een stuk weekijzer en een stalen spijker getekend. Neem figuur 51 over en geef aan waar bij de spijker en het blokje door magnetische influentie de noord- en de zuidpolen komen.

FIG. 51 Een hoefijzermagneet met een stalen spijker en een blokje weekijzer.



- 7** Een stukje blik wordt naar een magneet getrokken. Verklaar dit.
- 8** Waarom valt de onderste spijker in figuur 52 naar beneden, als de andere twee spijkers weggehaald worden?

- 9** In figuur 53 is een blokje weekijzer getekend met een spijker van staal (A), een spijker van weekijzer (B) en een magneet. De spijkers hangen zo al een tijdje aan het weekijzer.

- a** Geef de plaatsen van alle noord- en zuidpolen aan.
- b** Wat gebeurt er met spijker A, als de magneet wordt weggehaald?
- c** Wat gebeurt er met spijker B, als de magneet wordt weggehaald?
- d** Geef een verklaring.

- 10** Waarom kun je de proefjes van figuur 52 en 53 niet uitvoeren met koperen spijkers?

FIG. 52 Een magneet met drie spijkers.



FIG. 53 Een magneet bij een blokje weekijzer, waaraan een stalen en een weekijzeren spijker hangen.

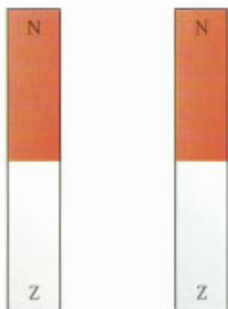


H3 Velden en veldlijnen

De ruimte om een magneet noem je het *magnetisch veld*. Het veld van een magneet kun je zichtbaar maken door ijzervijlsel rond de magneet te strooien. Het ijzervijlsel rangschikt zich dan in een bepaald patroon. De lijnen waarlangs het ijzervijlsel ligt, noem je de *veldlijnen*.

- 1 Teken een staafmagneet met het magnetisch veld. Geef de plaatsen van de noordpool en de zuidpool aan. Geef ook de richting van de veldlijnen aan.
- 2 In figuur 54 zie je twee staafmagneten.
 - a Teken de veldlijnen van de magneten. Draai een van de magneten om.
 - b Teken hoe de veldlijnen nu lopen.
 Als je het antwoord op deze vraag niet weet, moet je het uitproberen.

FIG. 54 Twee evenwijdige staafmagneten.



- 3 Neem figuur 55 over en teken het veld van de twee magneten met de richting van de veldlijnen.

FIG. 55 Twee staafmagneten in elkaars verlengde.



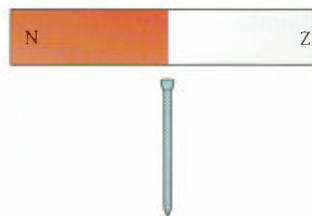
- 4 Neem figuur 56 over en teken het veld van de magneet en het stuk weekijzer. Geef de richting van de veldlijnen aan.

FIG. 56 Een staafmagneet en een staaf weekijzer in elkaars verlengde.



- 5 Iemand houdt een stalen spijker midden onder een magneet (figuur 57).
 - a Wat zal er gebeuren?
 - b Waarom gebeurt dat?
 - c Hoe kun je aan de veldlijnen zien dat de magneet midden tussen noord- en zuidpool geen kracht kan uitoefenen?

FIG. 57 Een stalen spijker bij het midden van een staafmagneet.



- 6 Tegen de zuidpool van een magneet worden twee ijzeren spijkers vlak naast elkaar gehouden. De spijkers worden losgelaten.
 - a Wat gebeurt er?
 - b Teken hoe de spijkers zullen gaan staan.
 - c Geef de plaatsen van de noord- en zuidpolen in de spijkers aan.
 - d Leg uit waarom de spijkers uit elkaar zullen gaan staan.
 - e Hoe had je aan de veldlijnen kunnen zien dat de spijkers uit elkaar gaan staan?

Het magnetisch veld en elektrische stroom

- 7 Waaruit blijkt dat een elektrische stroom een magnetisch veld veroorzaakt rond een stroomdraad?
- 8 Neem figuur 58 over en teken er de veldlijnen bij.

FIG. 58 Het vlak loodrecht op een stroomdraad.

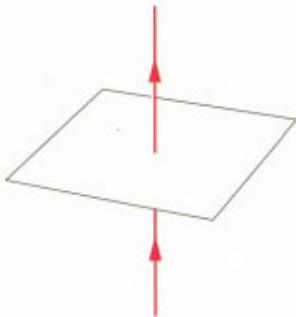
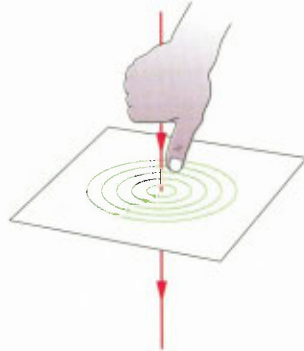


FIG. 59 De rechterhandregel bij een stroomdraad.

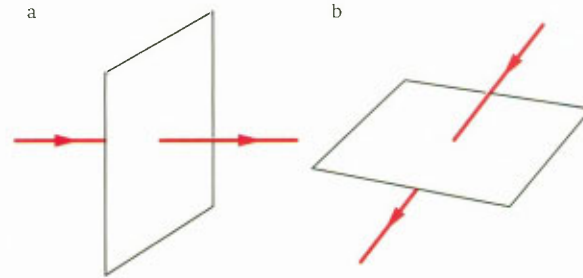


De rechterhandregel bij een rechte stroomdraad

Als je je rechterhand op de manier van figuur 59 om de draad legt en ervoor zorgt dat je duim in de richting van de stroom wijst, wijzen je vingers in de richting van de veldlijnen.

- 9 Geef richting van de veldlijnen aan in je tekening van opgave 8. Gebruik de rechterhandregel.
- 10 a Teken de figuren 60 a en b na in je schrift.
b Teken de veldlijnen.
c Geef de richting van het veld aan.
d Waarom kun je hier geen noord- of zuidpool aanwijzen?

FIG. 60 Twee vlakken door een stroomdraad.



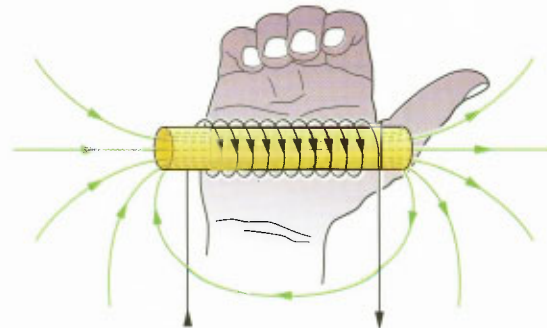
Het magnetisch veld bij een spoel

- 11 Hoe kun je aantonen dat er om een spoel waar een elektrische stroom doorheen gaat, een magnetisch veld is?
- 12 Hoe kun je ervoor zorgen dat het magnetisch veld van een spoel zonder kern zwakker wordt?
- 13 Schrijf een belangrijk voordeel op van een elektromagneet boven een permanente magneet.

De rechterhandregel bij een spoel

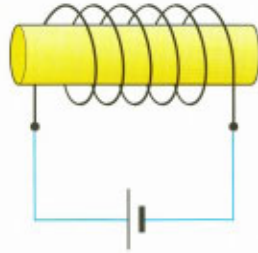
Leg je hand om de spoel op de manier van figuur 61. Zorg ervoor dat je vingers in de richting van de stroom wijzen. Je duim wijst nu in de richting van de veldlijnen. Je duim wijst naar de noordpool. *Binnen* de spoel lopen de veldlijnen van de zuidpool naar de noordpool. *Buiten* de spoel lopen de veldlijnen van de noordpool naar de zuidpool.

FIG. 61 De rechterhandregel bij een spoel.



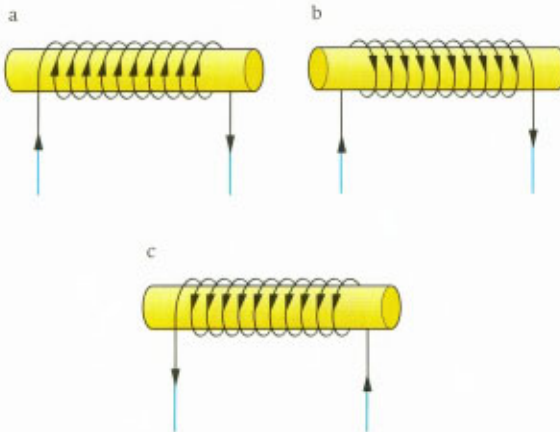
- 14 a** Teken figuur 62 na in je schrift.
b Geef in jouw tekening de richting van de stroom aan.
c Geef ook aan waar de noord- en de zuidpool zitten.
d Teken het veldlijnenpatroon van de spoel.

FIG. 62 Eén stroomspoel.



- 15 a** Bepaal de richting van het magneetveld in de spoelen van figuur 63.
b In welke twee spoelen heeft het magnetisch veld dezelfde richting?

FIG. 63 Drie stroomspoelen.



Zoals je weet, heeft de aarde een magnetisch veld. In deze extrastof gaan we het aardmagnetisch veld nader bekijken.

De aarde als magneet

Je kunt het veld van de aarde vergelijken met dat van een staafmagneet.

- 1 Waar wijst de noordpool van een kompasnaald naar toe?
- 2 Is nu de magnetische pool bij de aardrijkskundige noordpool (geografische noordpool) een magnetische noordpool of zuidpool?

We zeggen altijd dat kompassen naar het geografische noorden wijzen. Maar dat is toch niet helemaal waar. Dat komt doordat de magnetische as van de aarde (in figuur 64 aangeduid als de staafmagneet) niet helemaal samenvalt met de rotatie-as van de aarde. De geografische polen zijn de uiteinden van de rotatie-as van de aarde. De magnetische polen zijn de plaatsen waar de veldlijnen loodrecht de aarde uitkomen of ingaan. De magnetische as maakt een hoek van ongeveer 15° met de rotatie-as. De magnetische polen liggen in de buurt van 75° N.B., 101° W.L. en 67° Z.B., 142° O.L. Door de dagelijkse verandering in het aardmagnetisme verschuiven de magnetische polen steeds iets over het aardoppervlak.

- 3 Zoek in een atlas op waar de magnetische pool precies in het noordpoolgebied ligt.

Er zijn nog meer redenen waarom een kompas nooit precies naar het noorden wijst.

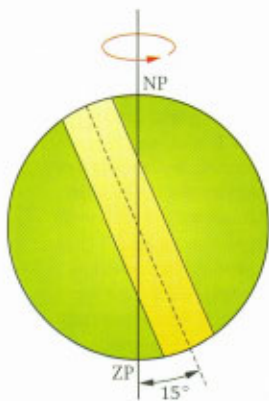


FIG. 64 De aarde met de geografische polen. Het geel gekleurde gedeelte geeft de 'staafmagneet' van de aarde weer.

Neem een kompasje en ga vlak naast de radiator van de centrale verwarming staan. Beweeg het kompas nu een eindje van de radiator af.

4 Wat gebeurt er met de kompasnaald?

Je merkt wel dat je niet zomaar het noorden kunt bepalen. Zelfs door ijzererts in de bodem kan een kompas een beetje afwijken. In het magnetisch veld van de aarde zitten ook afwijkingen, waardoor je de aarde niet precies als een staafmagneet mag opvatten. Als je een kompas op een schip gebruikt, moet je er ook nog rekening mee houden dat het ijzer van het schip een beetje gemagnetiseerd kan zijn en zo je kompas beïnvloedt. Daarom zijn er in bijna alle grote havens wel bedrijven die de afwijking van het kompas precies kunnen bepalen. Mensen die veel beroepsmatig met een kompas moeten werken, willen graag nauwkeurig de afwijking van het kompasnoorden weten ten opzichte van het geografische noorden. Deze afwijking heet de *declinatie* en wordt genoteerd in graden.

- 5 Je gaat de declinatie bij de school meten. Daarvoor moet je twee dingen weten:
- waar het magnetische noorden is (eigenlijk magnetisch gezien de zuidpool);
 - waar het geografische noorden is.

Het magnetische noorden kun je met een kompas bepalen. Leg een vel papier op de grond en zet er een kompasje op.

a Geef nu op het papier aan hoe de richting noord-zuid volgens het kompas loopt. Let wel op dat je niet te dicht bij ijzeren voorwerpen zit. Blijf ook een eindje bij beton vandaan, want daar zit ook vaak ijzer in. Zorg ervoor dat het papier precies op zijn plaats blijft.

Het geografische noorden is moeilijker te bepalen. Je kunt hiervoor twee methoden gebruiken: met behulp van de zonnestand of met behulp van een nauwkeurige topografische kaart.

Zonnestand: de zon staat precies in het zuiden wanneer hij op zijn hoogste stand staat ('s winters ongeveer 12.50 uur, 's zomers ongeveer 13.50 uur). Zet op het juiste uur een smal voorwerp (een potlood) verticaal neer. De richting van de schaduw is dan precies de geografische noord-zuidrichting.

b Zet deze richting ook op het papier.

Topografische kaart: Deze kaart moet zo neergelegd worden dat de richting van het schoolgebouw op de kaart precies overeenkomt met de werkelijkheid. Het noorden op de kaart komt dan overeen met het geografische noorden.

c Je vindt de declinatie door de hoek te meten tussen de twee lijnen die je bij **a** en **b** gevonden hebt. Als je alles goed gedaan hebt, moet er ongeveer 7° uitkomen.

Er zijn kaarten waar de declinatie van een kompas precies op staat aangegeven. De plaatsen met dezelfde declinatie zijn hierop met lijnen verbonden. Zulke lijnen heten *isochonen*.

- 6 Kijk op een zeekaart (misschien zit er een in je atlas, vraag er anders een aan je aardrijkskundeleraar of aan een zeezeiler), hoe de afwijking van het kompas staat aangegeven. Als je geen zeekaart kunt vinden, kun je ook een topografische kaart bekijken.

De geschiedenis van het aardmagnetisme

De magnetische noordpool heeft niet altijd gelegen waar hij nu ligt en hij blijkt ook nu nog steeds van plaats te veranderen.

Men heeft dat ontdekt door na te gaan hoe de richting is van magnetisch stollingsgesteente. Zo blijkt dat de magnetische noordpool eens in het noorden van Japan heeft gelegen. De richting van magnetisch stollingsgesteente geeft ook informatie over de bewegingen van de continenten ten opzichte van elkaar. (Je aardrijkskundeleraar kan je hierover meer vertellen.)

Men heeft ook ontdekt dat de aardmagneet af en toe omklapt, dat wil zeggen, dat de polen van plaats verwisselen. Men denkt dat dit 800 000 jaar geleden voor het laatst is gebeurd.

- 7 Wat zijn de gevolgen voor de declinatie als de magnetische noordpool van plaats verandert?



OMKERING VAN DE MAGNEETPOLEN VAN DE AARDE

Het artikel (figuur 65) uit de wetenschapsbijlage van de Volkskrant van zaterdag 29 juli 1989 gaat over de omkering van de polen van het aardmagnetisch veld.

Enkele, misschien onbekende, wetenschappelijke termen:

eruptie: vulkaanuitbarsting

fluctueerde: schommelde, wisselde van richting

genereren: opwekken, veroorzaken

FIG. 65

Lava

Een analyse van lava die tijdens een omkering van het magnetisch veld, ongeveer 15 miljoen jaar geleden, in het zuiden van de Amerikaanse staat Oregon tot eruptie kwam, wijst erop dat het magnetisch veld sterk fluctueerde en zich per dag drie graden verplaatste. De ontdekking betekent dat bewegingen van vloeistoffen, die vermoedelijk het magnetisch veld genereren waar de vloeibare kern van de aarde langs de bovenliggende mantel schuift, mogelijk veel sneller verlopen dan tot dusver werd aangenomen. De auteurs spreken van een kilometer per uur.

Op basis van een plotselinge verandering die in 1969 en 1970 werd waargenomen, werd geconcludeerd dat zulke bewegingen op zijn hoogst enkele tientallen kilometers per jaar beslaan.

De onderzoekers, dr. Robert S. Coe van de Universiteit van Californië in Santa Cruz en dr. Michel Prévot van de Universiteit voor Wetenschap en Technologie in Montpellier, Frankrijk, deden hun waarnemingen in Steen Mountain in het zuiden van Oregon en rapporteerden hun bevindingen in een recent nummer van *Earth and Planetary Science Letters*.

De onderzoekers maten het magnetisme in een bijna twee meter dikke gestolde lavastroom. Elke laag van de lavastroom legde het aardmagnetisme vast als het gesteente een kritieke temperatuur had bereikt, waarbij eerst de onder- en bovenkant afkoelden en geleidelijk ook het gesteente in het binnenste. Een analyse van de lagen liet zien dat het magnetisme met een snelheid van drie graden per dag tot 90 graden van richting veranderde.

Geologen hebben vele jaren lang lavastromen op sporen van zulke veranderingen van het magnetisch veld onderzocht en ontdekt dat het veld over perioden van een paar duizend of een miljoen jaar zijn richting heeft omgekeerd.

E2 Magneten maken en breken



FIG. 66 Knip een magneet doormidden.

In deze extrastof probeer je je een idee te vormen hoe een magneet eigenlijk is opgebouwd. Misschien kun je aan de hand van deze theorie meer begrijpen van de proeven die je hebt gedaan.

- 1 Neem een stalen breinaald en magnetiseer deze (= maak er een magneet van) door er met de noordpool van een staafmagneet steeds in één richting overheen te strijken. (Ga bij het eind van de naald met een wijde boog terug naar het begin van de naald.)
 - a Bepaal aan welk uiteinde de noordpool ligt. Breek of knip nu de breinaald doormidden (figuur 66).
 - b Zijn beide delen nog magnetisch? (Gebruik een kompasnaaldje.)
 - c Beredeneer wat er volgens jou bij de nieuwe uiteinden is ontstaan.
 - d Wat denk je dat er zou gebeuren als je elk van de helften nog een keer doormidden zou breken?

Je hebt in de proef gezien, dat als je een magneet (in ons geval een gemagnetiseerde breinaald) breekt, er twee complete magneten ontstaan met elk een noord- en een zuidpool. Je krijgt nooit losse noord- of zuidpolen.

- 2 Neem nu twee staafmagneten. Elk van die magneten heeft - zoals je weet - twee polen. Leg nu de noordpool van de ene tegen de zuidpool van de andere. Hier zou je misschien verwachten dat je in het midden van de nieuwe magneet (de twee staafmagneten tegen elkaar) een sterke aantrekking vindt. Is er in het midden nog iets van de polen te merken?

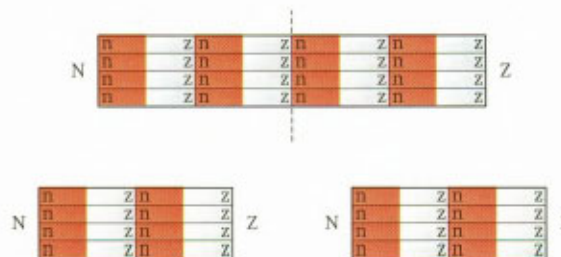
Het beste kun je dit onderzoeken met kleine spijkertjes (ijzervijlsel is zo moeilijk van de magneten af te krijgen).

Het is dus raar maar waar: twee magneten, met een noord- en zuidpool tegen elkaar, reageren als één magneet.

Je hebt ontdekt dat er twee magneten ontstaan, als je één magneet doormidden breekt. Als je die halve magneten ook weer doormidden breekt, krijg je in totaal vier magneten.

Dat kun je net zo lang blijven doen tot je zo'n klein magneetje overhoudt, dat je het niet meer in tweeën kunt knippen. Zo'n magneetje noem je een *elementaire magneetje*. Je kunt een gewone magneet dus opgebouwd denken uit zeer veel elementaire magneetjes die alle dezelfde richting hebben (figuur 67).

FIG. 67 De opbouw van een magneet uit elementaire magneetjes.



3 Magnetiseer een breinaald.

a Controleer met wat kleine spijkertjes of hij echt gemagnetiseerd is.

Geef nu op de gemagnetiseerde breinaald een paar flinke klappen met een hamer. Houd de breinaald weer bij de spijkertjes.

b Wat neem je waar?

Maak de breinaald weer magnetisch door er met een staafmagneet langs te strijken.

c Controleer of de breinaald weer magnetisch is. Houd daarna de breinaald in de vlam van een brander. Laat de breinaald echt goed heet worden over het hele oppervlak.

d Wat neem je waar als je de breinaald weer bij de spijkertjes houdt?

Om een beetje te begrijpen wat je bij deze proeven hebt waargenomen, gaan we weer even terug naar ons model van de magneet: een groot aantal elementaire magneetjes die allemaal dezelfde richting hebben (figuur 68).

Maar als ze nu eens niet zo mooi gericht zouden liggen? Je kunt je vast wel indenken dat de magneetjes dan elkaars werking opheffen en dat je daardoor geen magnetische werking meer hebt (figuur 69).

FIG. 68 Een magneet is opgebouwd uit heel veel elementaire magneetjes.

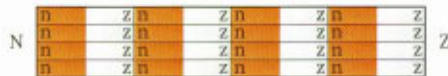


FIG. 69 De ligging van de elementaire magneetjes in niet-magnetisch staal.



Bij het magnetiseren worden de elementaire magneetjes geordend door ze te richten met een andere magneet, in ons geval met de staafmagneet, die je daar telkens voor gebruikt.

Bij het demagnetiseren verbreek je de ordening van de elementaire magneetjes. De wanorde ontstaat door op de magneet te slaan of door de magneet te verhitten. Bij verhitten gaan de deeltjes van een stof namelijk meer trillen en als je ze maar heftig genoeg laat trillen, verbreek je de ordening. Je snapt nu misschien ook waarom je een magneet nooit mag laten vallen.

Met ons model van een magneet kun je al veel begrijpen van allerlei verschijnselen die je in de proeven hebt gezien. Je zou je nu af kunnen vragen hoe het komt dat sommige materialen (staal) lang magnetisch kunnen blijven en andere (weekijzer) niet.

4 a Is weekijzer snel te magnetiseren en demagnetiseren?

b Zou het veel energie kosten om de elementaire magneetjes in het weekijzer te richten?

c Denk je dat weekijzer een geschikt materiaal is om staafmagneten van te maken?

d Waarom wel/niet?

Weekijzer is ijzer dat ook een kleine hoeveelheid koolstof bevat. Weekijzer is vrij zacht, vandaar de naam. Het is ook niet smeedbaar. Als je het koolstofgehalte groter maakt, krijg je staal. Dat is harder en wel smeedbaar.

5 Onderzoek of een stalen voorwerp door een staafmagneet meteen wordt aangetrokken.

a Wat valt je op?

b De elementaire magneetjes zijn dus moeilijk/makkelijk te richten.

c Is staal dus geschikt om staafmagneten van te maken?

6 Waarom wordt voor de kern van een elektromagneet weekijzer gebruikt en geen staal?

E3 Oefenvragen en opgaven

1 Een staalsplinter in je oog.

Als je metaal slijpt, springen daar gloeiende splinters af. Komt er een splinter in je oog, dan kan dat je hoornvlies ernstig beschadigen. Toch hoeft er vaak niet geopereerd worden om zo'n splinter te verwijderen. Met een enorme magneet haalt men deze splinters uit je oog (figuur 70).

a Waarom is daar een grote magneet voor nodig? Bij de behandeling moet men zo dicht mogelijk bij het oog kunnen komen.

b Waarom is dat nodig?

c Waarom kan men deze methode niet gebruiken bij splinters van koper, aluminium of hout?

d Bedenk voorschriften bij het gebruik van slijpmachines, om dit soort ongelukken te voorkomen.

FIG. 70 Tijdens deze werkzaamheden is oogbescherming noodzakelijk.



2 De werking van een stroommeter.

Bekijk een stroommeter nauwkeurig. Als je goed kijkt zie je dat er een spoeltje in zit dat om kan draaien. Om dit spoeltje zit een ronde magneet. De wijzer van de meter zit aan het spoeltje vast. Als de wijzer draait wordt daardoor een spiraalveertje steeds strakker opgewonden.

a Leg de werking van de stroommeter uit.

In figuur 71 zie je het inwendige van een stroommeter weergegeven. Ook zijn de veldlijnen tussen de magneetpolen en de kern getekend.

b Neem figuur 71 over in je schrift en geef de plaats van de noord- en de zuidpool aan.

c Beredeneer of A met de + dan wel met de - verbonden moet worden.

d Bedenk manieren om de stroommeter nauwkeuriger te maken.

3 Jeu de boule.

In Frankrijk zag ik een paar oude dames jeu de boule spelen. De oudste van het stel had prachtige glimmende ballen. Blijkbaar kon ze niet goed bukken. Om haar boules op te rapen gebruikte ze een magneet aan een touwtje.

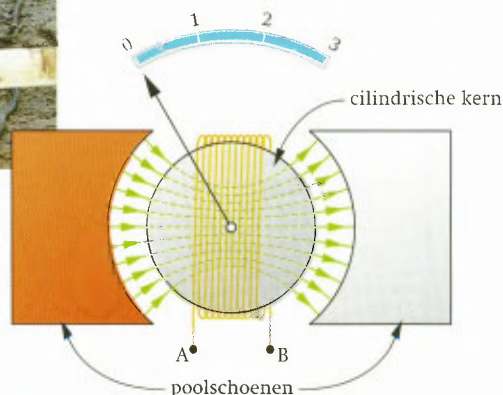
a Van welke materialen is haar bal gemaakt?

Waarom denk je dat?

b Van welk materiaal is haar magneet gemaakt?

Waarom?

FIG. 71 Het inwendige deel van een stroommeter.



4 Een zwevende ring.

Je kunt het bijna niet geloven, maar met een spoel, een kern en een wisselspanningsbron kun je een ring laten zweven (figuur 72).

De verklaring is dat het wisselend magnetisch veld door de kern in de spoel wordt doorgegeven naar de ring. In de ring gaat daardoor een elektrische wisselstroom lopen. De ring wordt dan zelf ook een elektromagneet. De richting van de stroom in de ring is steeds zó, dat de ring door de spoel wordt afgestoten.

Op een zeker moment loopt de stroom zoals in figuur 72 aangegeven is.

a Bepaal de N- en de Z-pool van de spoel.

b Beredeneer hoe de richting van de stroom in de ring is ten opzichte van die in de spoel.

De ring wordt na verloop van tijd erg warm.

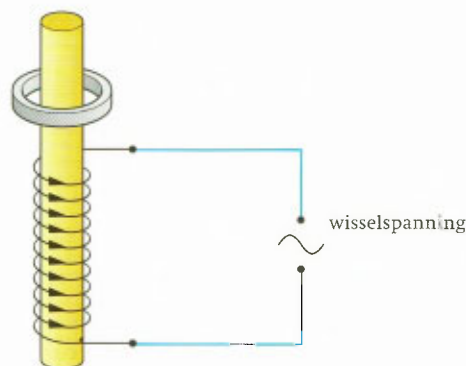
c Leg uit hoe dat komt.

Deze proef lukt alleen als je een wisselspanningsbron gebruikt. Hierdoor verandert de stroom steeds van richting.

d Wat zou er met de stroom in de ring gebeuren als de stroom in de spoel niet steeds van richting veranderde?

e Waarom lukt deze proef niet alleen met een ijzeren ring, maar ook met een ring van koper of van aluminium?

FIG. 72 De zwevende aluminium ring boven de spoel met kern.



5 Aluminium scheiden met een elektromagneet.

De NV Vuilafvoer Maatschappij (VAM) in Wijster heeft een apparaat om non-ferro-metalen van het overige afval te scheiden (figuur 73). Non-ferro-metalen zijn metalen waar geen ijzer of staal in zit.

a Hoe kunnen ijzer en staal van het overige afval gescheiden worden?

b Waarom is deze manier niet te gebruiken bij het scheiden van andere metalen?

Als een stukje metaal in een magnetisch veld terecht komt, zal daarin even een elektrisch stroompje ontstaan. Dit stroompje wekt een tegengesteld gericht veld op.

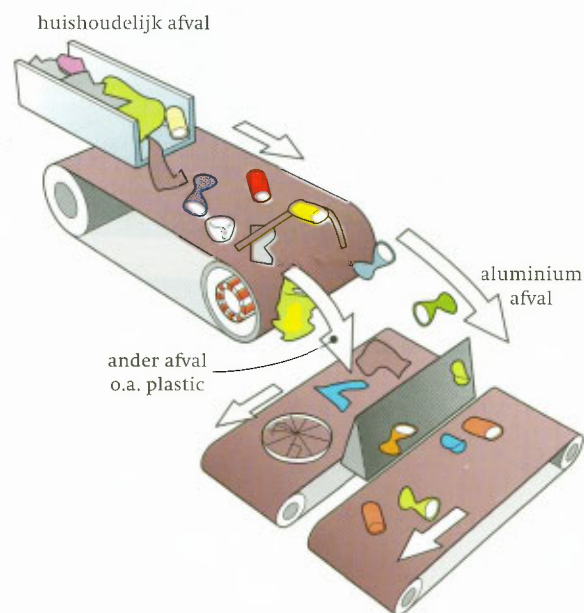
c Leg uit dat er dan afstoting ontstaat.

d Waarom moet het veld steeds van richting wisselen?

De methode waarop aluminium gescheiden wordt, is in principe ook voor andere non-ferro metalen te gebruiken.

e Waarom werkt deze methode effectiever bij aluminium?

FIG. 73 Afscheiding van aluminium uit huisvuil. In de rechter rol van de lopende band ontstaat een sterk wisselend magneetveld dat alle non-ferro metalen van zich 'afduwt'.



6 Magnetisme in andere situaties.

In dit blok en in deze extrastof heb je heel wat voorbeelden gezien waarbij sprake is van magnetisme. Er zijn nog veel meer situaties waarin magnetisme een rol speelt. Zoek in de bibliotheek verder naar onderwerpen over magnetisme. Hier zijn een paar suggesties genoemd.

a Een elektromotor werkt op magnetisme.

b Postduiven weten hun weg zelfs geblinddoekt terug te vinden.

c Zonnevlekken en protuberansen (zonnevlammen) zijn aanwijzingen van sterke magneetvelden op de zon.

d Er is ook een derde (en zelfs een vierde) rechterhandregel. Deze regels hebben te maken met de Lorentzkracht. (Lorentz was een bekende natuurkundige, die leefde van 1853 tot 1928 en die zich onder andere heeft beziggehouden met elektromagnetisme.)

e De aarde en andere planeten bezitten een magneetveld.

f Poollicht.

g Geef informatie over jouw onderwerpen en geef zo mogelijk een verklaring of uitleg.