

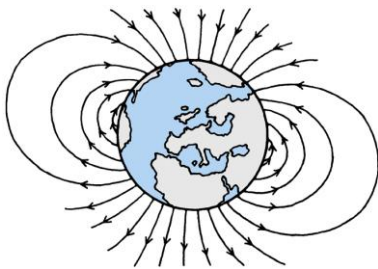
Het magnetisch veld van de aarde

Ver voor het begin van onze jaartelling was het kompas in China bekend. Het werd toen nog niet voor navigatie gebruikt maar alleen als magisch instrument. Zo'n kompas bestond uit een lepel van magneetijzersteen op een gepolijste bronzen plaat. De lepel was het symbool van het sterrenbeeld de Grote Beer; de steel wees naar het zuiden zoals bij alle Chinese kompassen.

Op wagens en schepen werd later een 'vis' van dun ijzer gebruikt die op water dreef. Deze vis werd eerst roodgloeiend gemaakt en daarna afgekoeld met de kop naar het zuiden. Tijdens het afkoelen ontstond onder invloed van het veld van de aarde een magneet. In Europa werden meestal gemagnetiseerde pennen gebruikt en in de tijd van Columbus was het kompas volop in gebruik.



Om het gedrag van de kompasnaald te verklaren, maakte Gilbert om treeks 1600 allerlei magneetmodellen van de aarde. Hij concludeerde dat het magnetisme niet met de sterren te maken had, zoals tot dan werd gedacht, maar dat de aarde zelf een magneet moest zijn: *Magnus magnes ipse est globus terrestris*. Gilbert ging uit van een ijzeren staafmagneet, maar dat idee bleek later onjuist. Want de temperatuur in het inwendige van de aarde is ongeveer 1000 °C en dat is hoger dan de curie-temperatuur van ijzer. Waarschijnlijk bevindt zich in de aarde een systeem dat met een stroomvoerende spoel vergeleken kan worden. Het magnetisch veld van de aarde heeft ongeveer deze vorm:

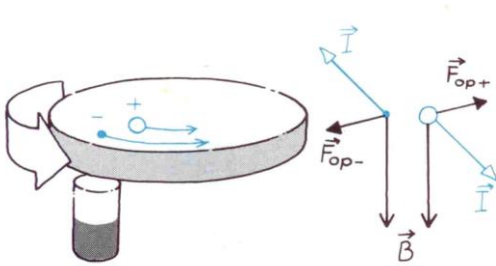


De polen hebben geen vaste plaats. In 1660 was de declinatie voor ons land juist nul en op het ogenblik wordt hij kleiner. Dit wandelen van de polen is af te leiden uit onderzoek aan ijzerhoudende gesteentes. Tijdens de stolling werden die gemagnetiseerd. Daardoor kunnen we nu nog de richting van de noordpool tijdens het stollen bepalen. Als je op verschillende continenten die oorspronkelijke richtingen uitzoekt en met elkaar vergelijkt, lijkt het net alsof er verschillende polen hebben bestaan. Dat is niet waarschijnlijk. Vandaar dat men veronderstelt dat er op elk moment maar één stel polen heeft bestaan en dat de continenten verschoven zijn.

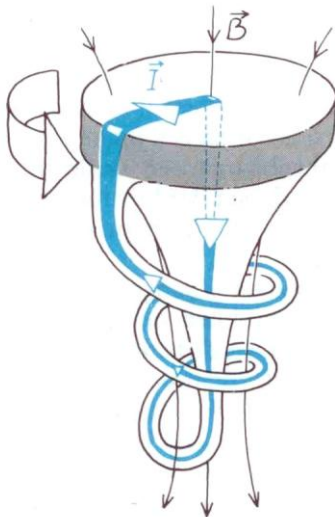
De dynamotheorie

Men vermoedt dat het magnetisch veld in stand wordt gehouden door een soort dynamo die zichzelf bekrachtigt. In een laag rond de vaste kern van de aarde bevindt zich vloeibaar ijzer in turbulente beweging. Als hierin plaatselijk een magnetisch veld aanwezig is, kan dit in het ijzer elektrische stromen opwekken. Deze elektrische stromen kunnen – als ze de goede richting hebben – het oorspronkelijke veld versterken. De elektrische stromen worden daardoor weer sterker, enzovoort. Er ontstaat ten slotte een evenwicht waarbij warmte afkomstig van radioactiviteit in de aarde wordt omgezet in kinetische energie, die op zijn beurt weer overgaat in elektrische energie. Met deze theorie is ook het wandelen van de polen te verklaren.

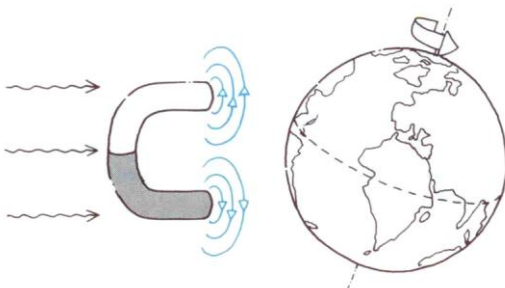
Om de dynamo theorie te begrijpen, bekijken we eerst een metalen schijf die in een magnetisch veld draait. De meedraaiende atoomrompen en elektronen zijn op te vatten als elektrische stromen. Op deze stromen werken lorentzkrachten.



Elektronen worden dus naar de rand gestuwd en in een schijf van vloeibaar ijzer zullen de atoomrompen naar het midden stromen. Al er dan bovendien nog verticale wervels ontstaan, hebben we alle ingrediënten die nodig zijn voor een dynamo die zichzelf in stand houdt. Het hele proces is ooit eens gestart doordat chemische processen een kringstroom op gang hebben gebracht.



Ook in de atmosfeer komt zo'n dynamo voor. De zon zorgt namelijk in de lucht voor net zo'n eb- en vloedbeweging als in de oceanen; bovendien worden aan de dagkant ionen gevormd. Daardoor ontstaan in de onder- en laag van de ionosfeer twee elektrische wervelstromen van ongeveer 300000 A. Deze draaien met de zon mee aan weerszijden van de evenaar, alsof zich daar een enorme hoefijzermagneet bevindt. Het magnetisch veld van de aarde ondervindt daardoor een dagelijkse storing van ongeveer 1%



Verwisseling van noord- en zuidpool

De polen wandelen niet alleen een beetje, de afgelopen 30 miljoen jaar zijn ze ook meer dan 100 keer van plaats verwisseld. Over de verklaring daarvoor is men het nog lang niet eens.

Eén van de theorieën luidt als volgt. De aarde is in het verleden vaak getroffen door grote voorwerpen uit de kosmos. Je moet dan denken aan rotsblokken met een diameter van enkele kilometers. Tijdens zo'n inslag wordt veel stof opgeworpen tot boven de dampkring. Bij terugvallen verbrandt dat door wrijving met de lucht. Door de rook van die grote branden is de aarde een paar jaar verduisterd en koelt hij af. Men vermoedt dat na een flinke kernoorlog hetzelfde zal gebeuren, een 'nucleaire winter'. Er zijn aanwijzingen dat bijvoorbeeld de dinosaurussen na zo'n meteorietenslag zijn uitgestorven.

Als de klap goed is aangekomen, is de aarde na het optrekken van de stofwolken bedekt met ijs. Daardoor wordt het zonlicht sterk weerkaatst, zodat de aarde nog enige eeuwen koud blijft. Als gevolg daarvan slaat veel water uit de oceanen neer op de koudste plaatsen van de aarde, de polen. Bij geologisch onderzoek zijn inderdaad dalingen van de zeespiegel gevonden die samen kunnen hangen met grote inslagen.

Het water dat van de oceanen naar de polen gaat, komt dicht bij de aardas en verkleint zo het 'traagheidsmoment' van de aardkorst. Daardoor gaat die korst iets sneller draaien. Net zoals een kunstschaatster die haar armen intrekt een pirouette gaat draaien. Het vloeibare inwendige neemt die snellere draaiing echter niet meteen over, met als gevolg dat de wervels van de dynamo verstoord worden en het magnetisme van de aarde een paar duizend jaar aanzienlijk zwakker is dan normaal. Ook dit effect is aangetoond bij onderzoek van afzettingsgesteenten. Als ten slotte een nieuwe stabiele dynamo is ontstaan, is de kans 50 % dat die net de andere polariteit heeft als tevoren. Bij de inslag die de dinosaurussen waarschijnlijk heeft uitgeroeid, werd het magnetisch veld bijvoorbeeld niet omgepoold.