**Natuurkunde Samenvatting H10 Elektromagnetisme**

**Voorkennis:**

*Inductie is een omzetting van magnetische energie in elektrische energie. Je weet al dat wanneer je stroom door een spoel stuurt, de spoel een magneet wordt. Om dit proces om te keren moet je meer moeite doen. Door een magneet in de spoel te leggen krijg je géén stoom, als je de magneet laat bewegen krijg je wel stroom. Het magneetveld moet dus veranderen in de spoel om stroom op te wekken. Een veranderend magneetveld kun je ook maken met een spoel waar je wisselstroom doorheen stuurt. Bij wisselstroom veranderd de stroomrichting geleidelijk. Als de stroom dus steeds veranderd, verandert het magneetveld ook steeds. Zo kun je met de ene spoel het magneetveld in een andere spoel laten veranderen. Wanneer de spoel een ijzeren kern heeft, is het magneetveld veel sterker.*

**10.1 Magneetvelden**

De plaatsen met de grootste krachtwerking heten de **polen** van een magneet. Als een magneet vrij kan draaien, wijst telkens dezelfde pool naar het noorden, de **noordpool** (meestal rood). De andere (witte) kant heet de **zuidpool**. Gelijke polen stoten elkaar af en twee ongelijke polen trekken elkaar aan.

Als je een magneet doormidden breekt, dan ontstaan twee nieuwe magneetjes met ieder een eigen noord- en zuidpool. Een magneet bestaat uit **elementaire magneetjes** die één kant op zijn gericht.

IJzer- en nikkelatomen zijn kleine magneetjes: elementaire magneetjes. Als je een magneet bij een stuk ijzer of nikkel houdt, dan richten de meeste elementaire deeltjes zich. Het stuk is tijdelijk magnetisch geworden. Dit heet **magnetische influentie**.

Het gebied waar de magnetische kracht werkt, heet het **magneetveld**. Een kompasnaald laat de richting van het veld zien. Veel naaldjes kunnen een lijnpatroon vormen. Die lijnen heten **veldlijnen**. Ze geven de richting en sterkte aan van een magneet. De aarde is ook een magneet met de magnetische noordpool in het zuiden.

**10.2 Elektromagneten**

Bij **elektromagnetisme** ontstaat er een magneetveld rondom een stroomdraad. De richting van het magneetveld rond de draad hangt af van de stroomrichting. Met de **rechterhandregel** kan je de richting van de magneetvelden vinden. Je wijst dan met je duim in de richting van de stroom en de vingers geven dan de richting van het magneetveld aan. Als je een stroomdraad oprolt tot een spoel versterken de magneetvelden van de windingen elkaar en vormen samen een sterker magneetveld. Als de spoel niet te kort is dan is het magneetveld binnen de spoel overal even sterk en gelijkgericht. De veldlijnen lopen dan evenwijdig. Dit heet een **homogeen veld**.

Een **elektromagneet** is een spoel die magnetisch wordt doordat er stroom doorheen gaat. Je kunt hem dus sterker maken door meer stroom door de spoel te sturen of een spoel met meer windingen te nemen. De sterkte van het magneetveld heet de **magnetische inductie (B)** met de eenheid tesla(T).

**10.3 De lorentzkracht**

De **lorentzkracht** is de kracht die werkt op de stroom. Hij werkt dus alleen als er stroom is. Die kracht staat loodrecht op de magnetische veldlijnen: de magneetpolen trekken het staafje dus niet aan en stoten het ook niet af. Met de **linkerhandregel (FBI-regel)** kan je de juiste richting van de lorentzkracht bepalen. De duim wijst hierbij in de richting van de lorentzkracht (Fl), de wijsvinger in de richting van het magneetveld (B) en de middelvinger in de richting van de stroom (I). Als de stroomrichting evenwijdig is aan de veldlijnen, is de lorentzkracht nul.

De lorentzkracht is evenredig met de stroomsterkte I en de met de lengte l, mits die zich geheel in het magneetveld bevindt. Hij hangt ook af van de sterkte van het magneetveld, dus van de magnetische inductie B. Als de stroomrichting loodrecht op het magneetveld staat geldt voor de lorentzkracht:

**Fl = B x I x l 🡪 lorentzkracht = magnetische inductie x stroomsterkte x lengte**

In de beeldbuis (eerste tv) worden elektronen horizontaal en verticaal afgebogen door magneetvelden. Bewegende lading ondervindt in een magneetveld een lorentzkracht. Voor de grootte van de lorentzkracht op geladen deeltjes geldt deze formule:

**Fl = B x q x v 🡪 lorentzkracht = magnetische inductie x lading x snelheid van de deeltjes**

Let op! Bij elektronen en andere negatieve deeltjes is de stroomrichting tegengesteld aan de richting waarin de deeltjes bewegen.

In een luidspreker gaat er wisselstroom door een spoel die vastzit aan een kegel, de **conus**. Rondom de spoel zit een ringmagneet en in de spoel een ijzeren kern. Hierdoor zit de spoel in een sterk magneetveld. Als er stroom doorheen gaat trekt de lorentzkracht de conus naar voren of achteren waardoor het spoeltje gaat trillen. Zo ontstaan er geluidsgolven.

Een spoel in een magneetveld kan gaat draaien als er stroom doorheen loopt. Daar wordt gebruik van gemaakt in stroommeters en in de elektromotor. De spoel draait door de krachten op de noord- en zuidpool, maar ook door de lorentzkracht. In een elektromotor zorgt de **collector** ervoor dat de stroom in de spoel op het juiste moment omdraait, zodat hij blijft draaien.

**10.4 Elektromagnetische inductie**

In een spoel ontstaat **inductiespanning** als het magneetveld in de spoel verandert (grootte of richting). Dit verschijnsel heet **elektromagnetische inductie**. Als de spoel in een gesloten kring zit, veroorzaakt de inductiespanning ook een **inductiestroom**. De grootte van de inductiespanning hangt af van:

* Hoeveel het magneetveld verandert
* Hoe snel het magneetveld verandert
* Het aantal windingen van de spoel

In een **dynamo** of **generator** (zie afbeelding) ontstaat **wisselspanning** doordat of de spoel of de magneet draait. Hierdoor wordt het ijzer in de kern gemagnetiseerd met steeds wisselende polen. Er is dus ook een steeds wisselend magneetveld met een (wisselende) inductiespanning.

Als het magneetveld in een spoel sterker of zwakker wordt, dan verandert ‘de hoeveelheid magneetveld’ (het aantal magnetische veldlijnen) dat door de windingen gaat. Die ‘hoeveelheid magneetveld’ heet de **magnetische flux**. Dus als de magnetische flux verandert ontstaat er inductiespanning. Dit is de formule voor de flux (bij een magneetveld loodrecht op de winding):

**Φ = B x A 🡪 flux = magnetische inductie x oppervlakte van de winding**

Als het magneetveld schuin op de winding staat is alleen de loodrechte component BꞱ:

**Φ = BꞱ x A 🡪 flux = magnetische inductie (loodrecht) x oppervlakte winding**

Inductiespanning ontstaat als de magnetische flux in een winding verandert. Hoe meer en hoe sneller de flux verandert, hoe groter de inductiespanning. De inductiespanning is recht evenredig met de fluxverandering per tijdseenheid. Als de flux gelijkmatig toeneemt of afneemt is dat:

$\frac{Δ φ}{Δ t}$

Als de flux niet gelijkmatig verandert (inductiespanning is dus ook niet constant) geeft de afgeleide functie de fluxverandering per tijdseenheid:

$\frac{d φ}{d t }$

Omdat de spanning ook evenredig is met het aantal windingen (N) krijgen we deze formule:

**Uind = N** $\frac{dφ}{dt}$ **🡪 inductiespanning = aant. Windingen x** $\frac{d flux}{d tijd }$ **(d staat hier voor de Δ op een klein stukje, niet het geheel)**

Bij een gelijkmatige fluxverandering kun je ook schrijven:

**Uind = N** $\frac{Δφ}{Δt}$ **🡪 inductiespanning = aant. Windingen x** $\frac{Δ flux}{Δ tijd }$

Deze formules staan bekend als de **Wet van Faraday**. Met de eenheid van de flux in weber: 1 Wb = 1 Txm2.

Als een magneet en een stuk metaal ten opzichte van elkaar bewegen, ontstaan er inductiespanningen en inductiestromen in het metaal. Daarbij ontstaan altijd krachten die de beweging tegenwerken: er wordt bewegingsenergie omgezet in elektrische energie.