

(Y) VOORWOORD

Dit is de samenvatting fysica ter voorbereiding van de fysicatoetsen en het -examen. Deze module ronden we elektriciteit af met het onderzoek van het **elektrisch potentiaal**. Daarna starten we met magnetisme en elektromagnetische inductie.

(X) INHOUDSTAFEL

Zie volgende pagina.

Inhoudsopgave

8) Elektromagnetische kracht.....	3
8.1) De lorentzkracht bij bewegende lading	3
8.1.1) Definitie	3
8.1.2) Eerste linkerhandregel: lorentzkracht bepalen bij een bewegende puntlading.....	3
8.1.3) Grootte van de lorentzkracht op een bewegende lading in een magnetisch veld	6
8.2) De Lorentzkracht bij een geleider	7
8.2.1) Tweede linkerhandregel: lorentzkracht bepalen bij een stroomvoerende geleider	7
8.2.2) Grootte van de lorentzkracht bij een geleider	9
8.3) Kracht op een rechthoekige stroomvoerende geleider in een magnetisch veld.....	9
8.3.1) Kracht op een rechthoekige geleider	9
8.3.2) De wisselstroommotor (elektromotor, DC-motor)	10
8.4) Voorbeeldoefeningen	11
8.4.1) Kennis	11
8.4.2) Inzicht	11
8.4.3) Een laatste toepassing.....	12
8.4.4) Omgaan met informatie.....	12
8.5) Zelftest: 5 meerkeuzevragen ingangsexamen geneeskunde Lorentzkracht.....	12
8.5.1) Vragen Lorentzkracht ingangsexamen geneeskunde	13
8.5.2) Oplossingen Lorentzkracht ingangsexamen	15

8) Elektromagnetische kracht

*Je weet dat **ladingen bewegen** in een magnetisch veld ($W = Q \cdot U = E_k = \frac{mv^2}{2}$), de ladingen die bewegen ondervinden op hun beurt ook een **kracht**. De **elektromagnetische kracht** die we vanaf nu **de Lorentzkracht** zullen noemen. We leren nu de basis achter de elektromotor

--> Een toepassing van ladingen die bewegen in een magnetisch veld is elektronen die bewegen en botsen tegen de tv-scherm/computerscherm om licht af te geven. Dit werkt met een elektromotor en de basis hiervan is de Lorentzkracht.

8.1) De lorentzkracht bij bewegende lading

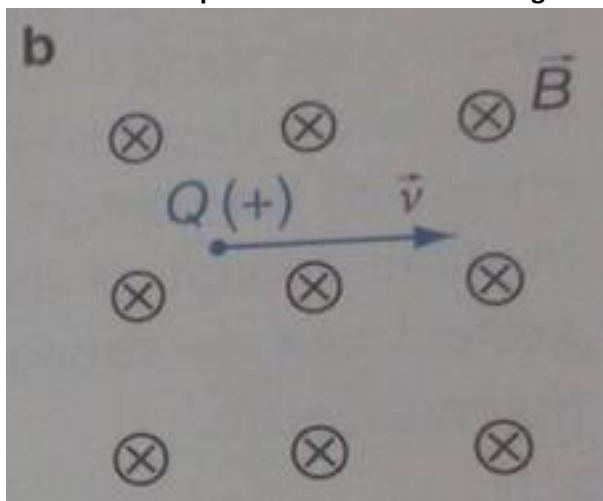
8.1.1) Definitie

*Op een lading die beweegt in een magnetisch veld werkt een kracht: de lorentzkracht \vec{F} . Die kracht staat loodrecht op de magnetische veldsterkte \vec{B} en de snelheid \vec{v} van de lading.

--> De richting- en zin van de Lorentzkracht vind je met de **linkerhandregel**.

8.1.2) Eerste linkerhandregel: lorentzkracht bepalen bij een bewegende puntlading

***Voorbeeld 1: bepaal de lorentzkracht in volgende tekening.**

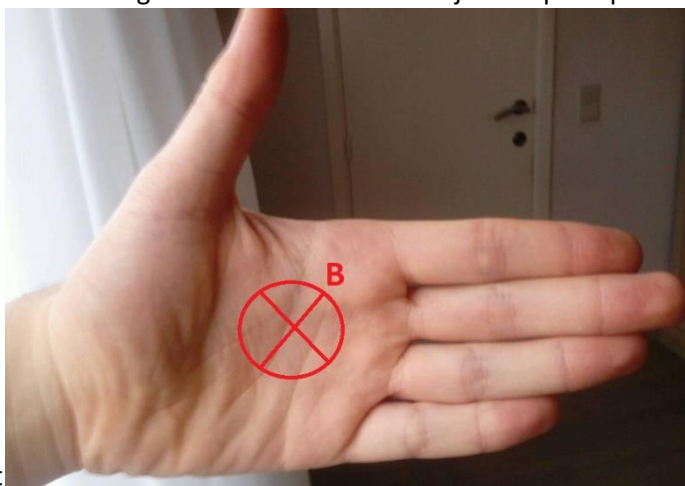


Regels eerste linkerhandregel:
(credits to mvr. Fagard)

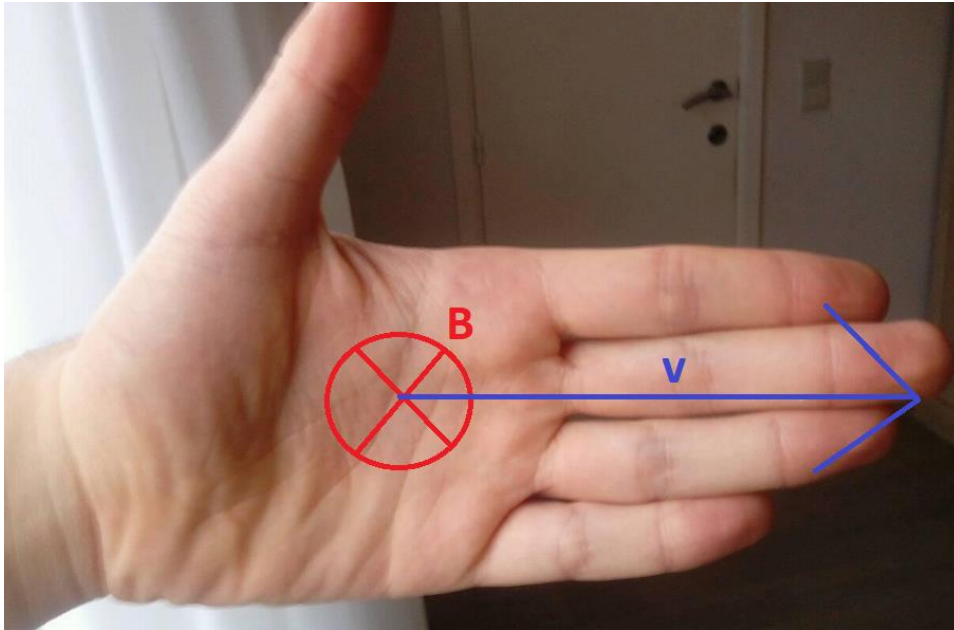
- (1) De magnetische veldsterkte \vec{B} moet **in** je handpalm priemen.
- (2) Je vier vingers (alle vingers behalve je duim) moeten in de richting van de snelheid wijzen.
- (3) Voor een positieve lading wijst je duim nu de zin van de lorentzkracht aan.
Voor een negatieve lading is de zin van de kracht omgekeerd aan je duim

→ Vergeet de afspraken niet: kruisje betekent veldsterkte gaat **in** het blad, bolletje betekent veldsterkte komt **uit** het blad.

*STAP 1: Laat de magnetische veldsterkte \vec{B} **in** je handpalm priemen.

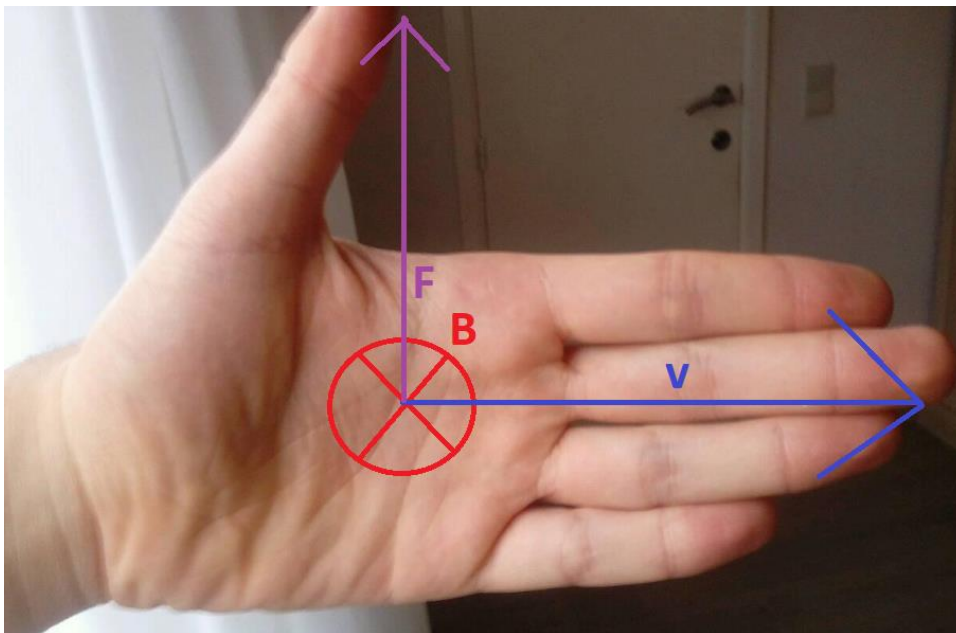


*STAP 2: Wijs met je 4 vingers (alle vingers buiten je duim) in de richting van de snelheid

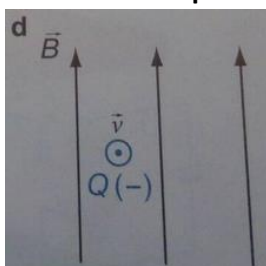


*STAP 3: Als je een positieve bronlading hebt wijst de magnetische veldsterkte nu in de zin van je duim. Als je een negatieve bronlading hebt wijst de magnetische veldsterkte nu in tegengestelde zin van je duim.

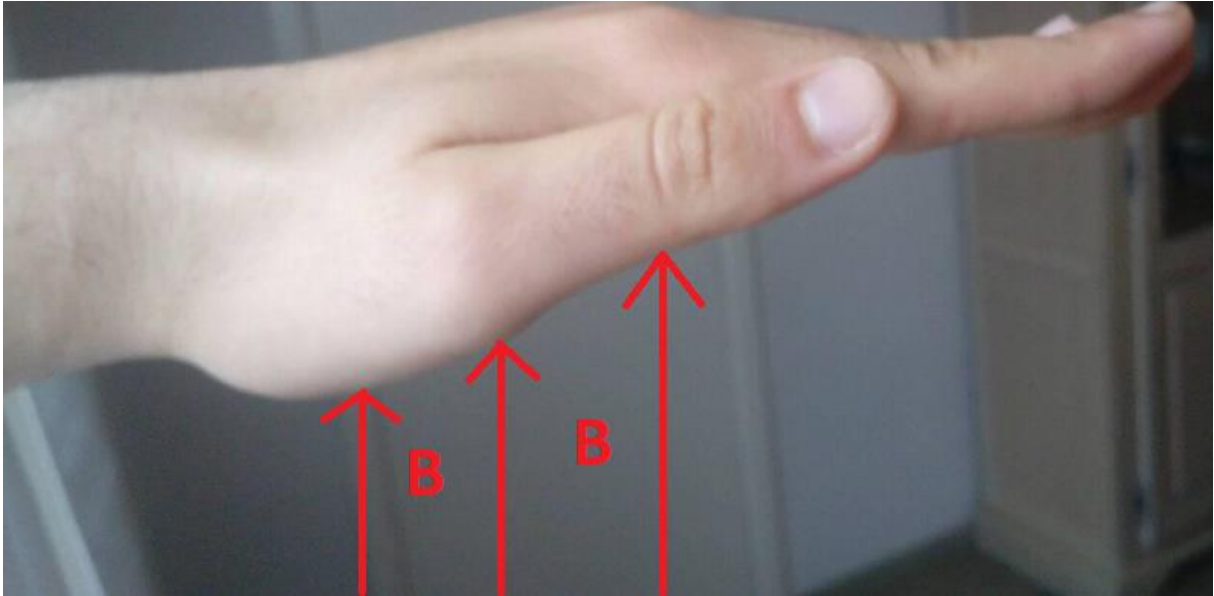
→ Wij hebben een positieve bronlading (zie tekening) dus hij wijst in de zin van mijn duim.



*Voorbeeld 2: Bepaal de richting en zin van de lorentzkracht in volgende rekening

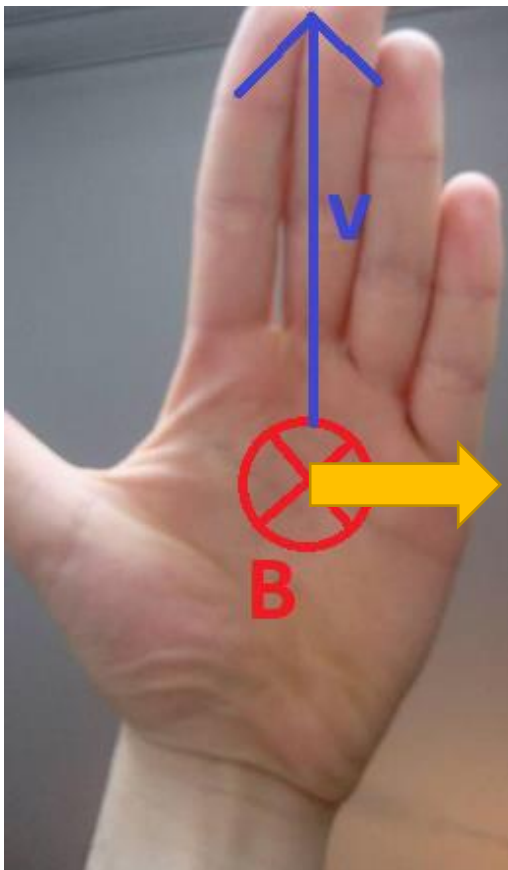


*STAP 1: Laat de magnetische veldsterkte in je handpalm priemen



*STAP 2: Zet je vier vingers in de richting van de snelheid.

→ De snelheidsvector is hier voorgesteld door een puntje, dat betekent dat het uit ons blad komt. Dus, we draaien onze hand 90° (**niet 90°C, Mathijs**).



Dit is een ander aanzicht van mijn prachtige hand, B priemt nog steeds in onze handpalm zoals op de eerste foto maar langs dit aanzicht moeten we het in 3D tekenen dus een kruisje. De snelheid komt uit ons blad dus wijzen onze vingers recht uit het blad.

*STAP 3: Je duim wijst nu de richting- en zin van de lorentzkracht aan.

→ We hebben een negatieve bronlading dus is de zin van de Lorentzkracht tegengesteld aan mijn duim.

→ Zie foto hierboven: gele pijl is dus de krachtvector

8.1.3) Grootte van de Lorentzkracht op een bewegende lading in een magnetisch veld

*De grootte van de Lorentzkracht wordt in dit geval weergegeven door de formule:

$$|F| = |B| \cdot |Q| \cdot |v| \cdot \sin \alpha$$

→ Je herinnert je uit het 4de jaar dat de SI-eenheid van snelheid **m/s** is en **NIET** km/h. Je weet ook nog dat we B uitdrukken in T (tesla) en Q in C (coulomb) en F in N (Newton).

→ Als je moeite hebt om de formule te onthouden, kan je dit ezelsbruggetje gebruiken:

Fantastische BarbeQue Voor sinus alfa (credits to Anna-Lisa).

--> Je leest in de ezelsbruggetje de formule: $|F| = |B| \cdot |Q| \cdot |v| \cdot \sin \alpha$

*Je weet nog van goniometrie dat je sinus afleest op de y-as op de goniometrische cirkel.

De kracht is dus maximaal als $\alpha = 90^\circ$ want dan is de sinus gelijk aan 1.

--> Als $\alpha = 180^\circ$ is de kracht gelijk aan 0 want de sinus van $180^\circ = 0$.

***Voorbeeldoefening: Oefening 11: Een positieve lading van 0,20 C beweegt horizontaal, van rechts naar links, met een snelheid van $3,0 \cdot 10^2$ m/s door een verticaal homogeen magnetisch veld. De lading ondervindt een kracht van 15 N. Bepaal de grootte van de magnetische veldsterkte.**

→ GEGEVEN: $Q = 0,20$ C

$$v = 3,0 \cdot 10^2 \text{ m/s}$$

$$F = 15 \text{ N}$$

→ GEVRAAGD: B

→ OPLOSSING: $|F| = |B| \cdot |Q| \cdot |v|$ (we laten de sinus gezegd aangezien niks is gezegd over een eventuele hoek die de snelheidsvector maakt met B).

$$\Leftrightarrow |B| = \frac{|F|}{|Q| \cdot |v|} = \frac{15 \text{ N}}{3,0 \cdot 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,20 \text{ C}} = 0,25 \text{ T}$$

***Voorbeeldoefening: Oefening 12: Een elektron beweegt met een snelheid van $1,5 \cdot 10^4$ m/s door een verticaal homogeen magnetisch veld. De grootte van de magnetische veldsterkte is $1,2 \cdot 10^3$ T. Je weet ook dat de lading van een elektron gelijk is aan $1,60 \cdot 10^{-19}$ C. Zoek dan de grootte van de Lorentzkracht als:**

a) De snelheidsvector loodrecht op de magnetische veldsterkte staat.

--> Dit wil dus zeggen: als α gelijk is aan 90°

b) De twee vectoren een hoek van 45° maken.

c) De twee vectoren evenwijdig zijn.

--> Dit wil dus zeggen: als α gelijk is aan 0° .

→ GEGEVEN: $Q = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C

$$v = 1,5 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$B = 1,2 \cdot 10^3 \text{ T}$$

$$\alpha_1 = 90^\circ$$

$$\alpha_2 = 45^\circ$$

$$\alpha_3 = 0^\circ$$

→ GEVRAAGD: B_1, B_2, B_3

→ Oplossing: 1) $|F| = |B| \cdot |Q| \cdot |v| \cdot \sin \alpha = 1,2 \cdot 10^3 \text{ T} \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1,5 \cdot 10^4 \text{ m/s} \cdot \sin 90^\circ = 2,88 \cdot 10^{-12} \text{ N}$ (kracht drukken we uit in Newton)

$$2) |F| = |B| \cdot |Q| \cdot |v| \cdot \sin \alpha = 1,2 \cdot 10^3 \text{ T} \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1,5 \cdot 10^4 \text{ m/s} \cdot \sin 90^\circ = 2,03 \cdot 10^{-12} \text{ N} = 2,03 \text{ pN} \quad (1 \text{ pN} = 10^{-12} \text{ N})$$

$$3) |F| = 0 \text{ N} \text{ (de sinus van } 0^\circ \text{ of } 180^\circ = 0, \text{ iets maal } 0 \text{ is } 0, \text{ dus is de kracht } 0 \text{ N)}$$

Let op: Als je de sinus alfa invoert in je rekenmachine, check dan na of je rekenmachine op graden staat!

--> Staat je rekenmachine nog op radialen? Zet hem dan om naar graden.

--> Dit voorbeeld geldt voor de CASIO fx-92(B) en de special college 2D-editie.

--> 1) druk op [SHIFT] [SETUP]
2) druk op [3], daar staat Deg van Degrees
3) Je rekenmachine staat nu op graden!

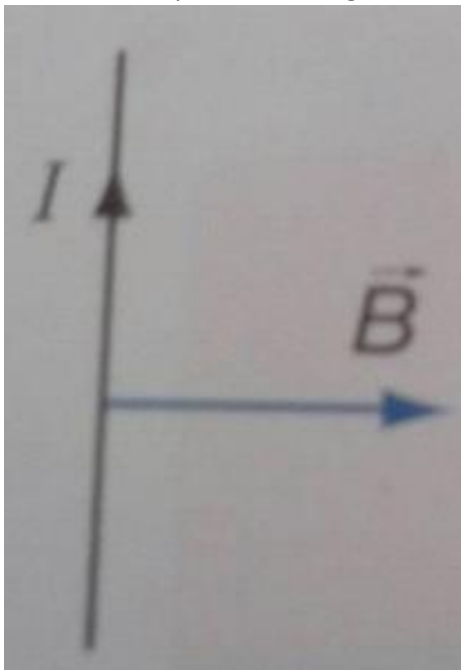
8.2) De Lorentzkracht bij een geleider

*We weten nu dat op een bewegende lading in een magnetisch veld een kracht werkt, de elektromagnetische kracht aka de Lorentzkracht. Een geleider bestaat uit veel bewegende ladingen, in een stroomvoerende geleider werkt dus ook een kracht.

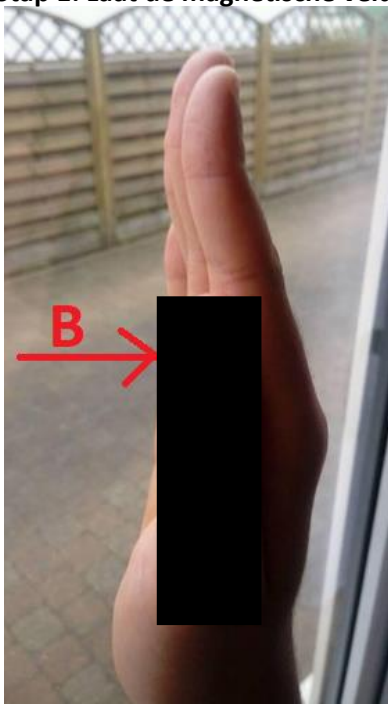
8.2.1) Tweede linkerhandregel: Lorentzkracht bepalen bij een stroomvoerende geleider

*De tweede linkerhandregel verloopt (bijna) volledig analoog met de eerste linkerhandregel, enkel moet je i.p.v. je vier vingers in de richting van de snelheidsvector te zetten je vier vingers in de richting van de stroomsterkte zetten.

*Voorbeeld: bepaal de richting en zin van de Lorentzkracht in onderstaande tekening.



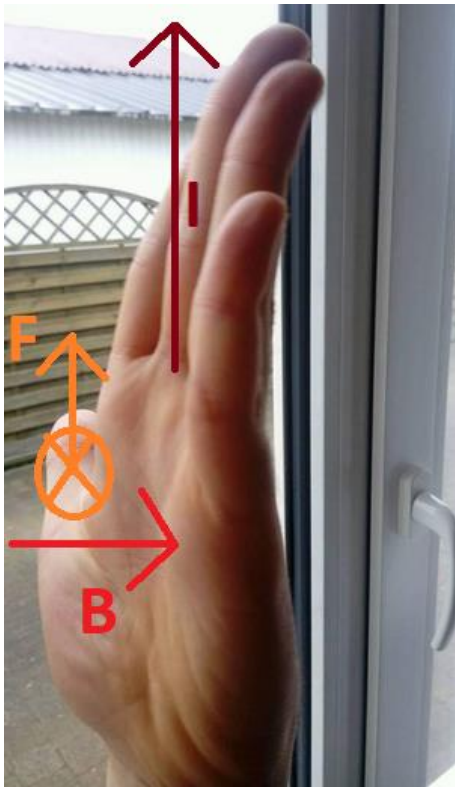
***Stap 1: Laat de magnetische veldsterkte in je handpalm priemen.**



***Stap 2: Zet je vier vingers in de richting van de stroomzin I**



***Stap 3: Strek de duim van je linkerhand nu uit, je uitgestrekte duim geeft nu de richting en zin van de lorentzkracht aan.**



Je ziet dat de lorentzkracht in het blad gaat, daarom heb ik een kruisje getekent.

8.2.2) Grootte van de lorentzkracht bij een geleider

*De grootte van de lorentzkracht wordt weergegeven door de formule:

$$|F| = |B| \cdot |I| \cdot |l| \cdot \sin \alpha$$

→ Hierin is B de magnetische veldsterkte in T (Tesla), I de stroomsterkte in A (Ampère), l de lengte van de geleider in m en α de hoek tussen de magnetische veldsterktevector en l.

--> Ezelsbruggetje: F is BIL x sinus alfa (credits to mvr. Fagard)

*Als je deze formule afzondert tot B zie je de eenheden die in T zitten:

$$|F| = |B| \cdot |I| \cdot |l| \Leftrightarrow |B| = \frac{F}{I \cdot l} = \frac{N}{A \cdot m} = 1T$$

--> Dit wil zeggen: de magnetische veldsterkte bedraagt 1 Tesla als op een geleider met een lengte van 1 meter een stroom van 1 ampère loopt, een lorentzkracht van 1 Newton werkt.

***Voorbeeldoefening: oefening 13:** Door een **verticale stroomvoerende** geleider met een lengte van 20,0 cm loopt een stroom van 6,00 A. De geleider hangt in een **horizontaal** homogeen magnetisch veld met veldsterkte van 0,30 T. Bepaal de grootte van de kracht op de geleider

--> Gegeven: lengte (l) = 20,0 cm = 20,0 · 10⁻² m

Stroomsterkte (i) = 6,00 A

B = 0,30 T

$\alpha = 90^\circ \Rightarrow$ Kijk naar het blauw gemarkeerde! Verticaal en horizontaal.

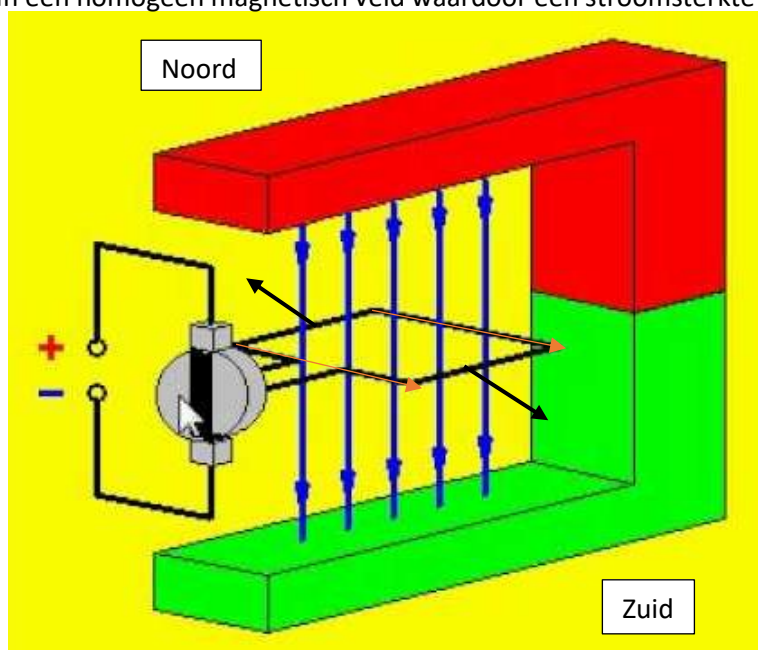
--> Gevraagd: F

--> Oplossing: $|F| = |B| \cdot |I| \cdot |l| \cdot \sin \alpha = 0,30 T \cdot 20,0 \cdot 10^{-2} m \cdot 6,00 A \cdot \sin 90^\circ = 0,36 N$

8.3) Kracht op een rechthoekige stroomvoerende geleider in een magnetisch veld

8.3.1) Kracht op een rechthoekige geleider

*In een homogeen magnetisch veld waardoor een stroomsterkte I loopt werkt de Lorentzkracht.



*De Lorentzkracht is aan de twee uiteinden (de uiteinden met de oranje pijl op de foto) 0, waarom?

--> Je kent de formule: $|F| = |B| \cdot |I| \cdot |l| \cdot \sin \alpha$

--> Je weet ook dat de magnetische veldsterkte van noord naar zuid gaat, omdat de hoek tussen de magnetische veldsterkte en de stroomsterkte daar 0 is, is sinus alfa 0 en bestaat er dus géén Lorentzkracht.

*Op die andere uiteinden is er wel een Lorentzkracht, als je de linkerhandregel gebruikt zie je dat de Lorentzkracht gelijk is aan de zwarte pijl op de tekening.

--> Daarin zijn we vooral geïnteresseerd.

8.3.2) De wisselstroommotor (elektromotor, DC-motor)

*Gelijkstroommotor = rechthoekige geleider die kan draaien in een magnetisch veld

*Stroom door geleider --> draait onder invloed van Lorentzkrachten tot vlak van de geleider loodrecht op de magnetische veldsterkte B staat.

--> Rechthoekige geleider stopt niet als het vlak loodrecht op B staat, het gaat voorbij de horizontale stand --> De Lorentzkrachten zijn nu zodanig dat de draaizin v/d geleider omkeert.

--> **omkeren** = zin Lorentzkracht omkeren = geleider blijft in dezelfde zin draaien

--> Als je I niet omkeert, dan zijn de Lorentzkrachten tegengesteld en valt de motor stil.

--> Nu heb je een motor gemaakt: elektrische E wordt omgezet in kinetische E.

***omkeren** doen we met een **commutator**: uiteindes geleider verbonden met halve koperen ringen

--> Beide ringen gescheiden door een isolator (bv. luchtspleet).

--> Maken permanent contact met bron --> bij het draaien glijden tegen C-staafjes die verbonden zijn met de polen van de bron

*De **stator** is de permanente magneet met welke de elektromotor is gemaakt, dit is meestal een elektromagneet, zodat de windingen van de motor niet in één vlak te laten liggen zodat hij niet stilvalt.

--> Als de het vlak van de windingen loodrecht op de veldlijnen zou zitten, valt de motor stil, daarom

*De **elektromotor** is gemaakt uit meerdere windingen zodat de kracht groter is.

*Werking

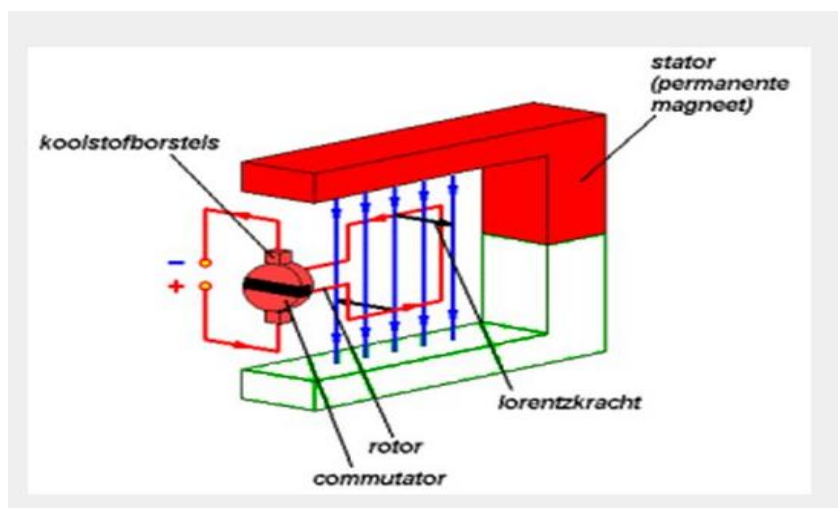
--> Stap 1: geleider (rood) staat verticaal.

--> Stap 2: geleider draait onder invloed van de Lorentzkrachten tegenwijzersin.

--> Stap 3: Commutator doet stroomzin omkeren zodat zin van de Lorentzkracht hetzelfde blijft.

--> De stroomzin in de geleider is nu tegengesteld aan de stroomzinnen in stap 1 en 2

--> De motor zal blijven draaien, je vindt dit soort motoren terug in speelgoedauto's bv.



8.4) Voorbeeldoefeningen

*Toepassingen op de Lorentzkracht doe ik hier niet meer voor, die hebben we al gedaan in de vorige puntjes.

8.4.1) Kennis

*Oefening 2: Onder welke voorwaarden is de kracht maximaal?

--> a: op een stroomvoerende geleider met een stroomsterkte I die in een homogeen magnetisch veld wordt geplaatst.

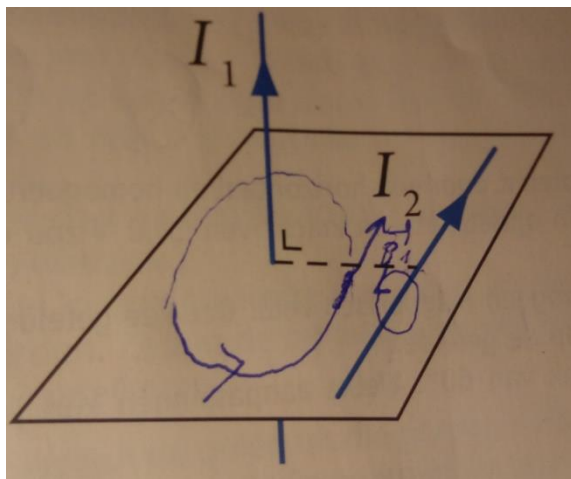
--> We hebben de formule: $F = BIL \cdot \sin \alpha$ met α de hoek tussen I en de veldsterktevector

--> Als $\alpha = 90^\circ$, dan is de kracht optimaal, want de sinus van $90^\circ = 1$

--> b: Voor de $F = BQV \cdot \sin \alpha$ formule geldt dezelfde denkwijze

8.4.2) Inzicht

*Oef. 10: Twee stroomvoerende draden kruisen elkaar onder een rechte hoek. Wat gebeurt er?



Zoals jullie zien heb ik de magnetische veldlijnen al getekend, je vindt ze met de rechterhandregel. Nadat je de rechterhandregel hebt toegepast zie je dat de magnetische veldsterkte evenwijdig is met de stroomsterkte. Met gevolg is de hoek gevormd tussen I en B gelijk aan 0° , waardoor onze sinus 0 wordt en er dus géén Lorentzkracht is! Beide draden trekken elkaar dus niet aan noch stoten ze elkaar af.

*Oef. 14: Een elektron beweegt door een homogeen magnetisch veld, maar de baan van de elektron wordt niet afgebogen. Wat kun je daaruit besluiten?

--> De formule voor de Lorentzkracht op een bewegende lading: $|F| = |B| \cdot |Q| \cdot |v| \cdot \sin \alpha$

--> De elektron wordt niet afgebogen, we concluderen dus dat: $F = 0$

--> F kan alleen nul zijn als $\vec{B} \parallel \vec{v} \rightarrow$ Dus: dat is het antwoord! B is evenwijdig met v waardoor $\alpha = 0^\circ$, dan is $F = 0$.

*Oef. 15: a) Kan een elektron in rust in beweging komen in een magnetisch veld?

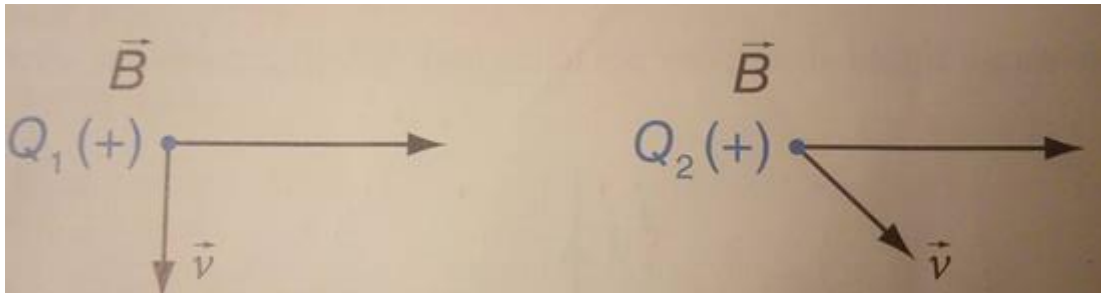
\rightarrow NEEN: formule: $|F| = |B| \cdot |Q| \cdot |v| \cdot \sin \alpha$

\rightarrow Als $v = 0$ m/s is F ten gevolge 0 N! Het kan dus niet in rust in beweging komen.

b) Kan een elektron in rust in beweging komen in een elektrisch veld?

\rightarrow JA: het elektron zelf wekt een radiaal elektrisch veld op.

*Oefening 16: Op welke tekening is de Lorentzkracht het grootst?



→ Op tekening één natuurlijk omdat hier $\alpha = 90^\circ$ en onze sinus dus 1 is, bij een hoek kleiner dan 90° zal de sinus minder dan één zijn.

8.4.3) Een laatste toepassing

*Oefening 17: een lading van 0,040 C beweegt LOODRECHT door een horizontaal en homogeen magnetisch veld van 0,080 T. Hoe groot moet de snelheid van het deeltje zijn opdat het een kracht van 10,0 N zou ondervinden?

→ GEGEVEN: $Q = 0,040 \text{ C} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ C}$

$\alpha = 90^\circ$ (LOODRECHT)

$B = 0,080 \text{ T} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

→ GEVRAAGD: v

→ OPLOSSING: $F = BQv \Leftrightarrow v = \frac{F}{BQ} = \frac{10,0 \text{ N}}{0,080 \text{ T} \cdot 0,040 \text{ C}} = 3125 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

8.4.4) Omgaan met informatie

*Oefening 21:

--> a) De Van Allengordels vormen een bescherming voor de aarde. Verklaar.

--> Sommige deeltjes die de aarde kunnen verwoesten worden gevangen in het aardmagnetisch veld of afgebogen.

--> b) Wat gebeurt er met een geladen deeltje dat loodrecht op de polen invalt?

--> Zij komen TOCH op de aarde terecht.

--> c) Waarom neemt men botsingen van die energetische deeltjes bijna uitsluitend waar aan de polen?

--> Omdat de deeltjes buiten de polen gevangen zijn in een spiraalvormige baan rond de aarde.

--> d) Waarom vinden we vooral protonen in de onderste gordel en elektronen in de bovenste?

--> Omdat protonen zwaarder zijn dan elektronen

8.5) Zelftest: 5 meerkeuzevragen

ingangsexamen geneeskunde Lorentzkracht

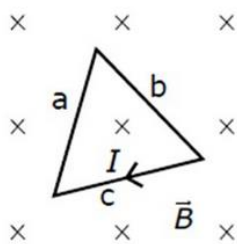
*Dit deeltje omvatingangsexamenvragen om te kijken of je de Lorentzkracht hebt begrepen. Ook al ben je niet geïnteresseerd in geneeskunde is dit een zeer goede zelftest.

8.5.1) Vragen Lorentzkracht ingangsexamen geneeskunde

*VRAAG 1: AUGUSTUS 2016

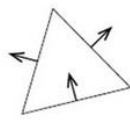
! Selected

★☆☆☆☆

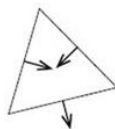


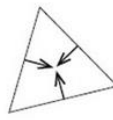
- In een gesloten wikkeling die bestaat uit een metalen draad in de vorm van een gelijkzijdige driehoek met zijden a, b en c loopt een stroom I (zie figuur). De stroombron is in de figuur niet aangegeven. Deze kring bevindt zich in rust in een vlak loodrecht op een uniform magnetisch veld B .

- Welke van onderstaande figuren geeft de beste weergave van de krachten op de wikkeling?

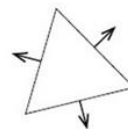


<A>





<C>

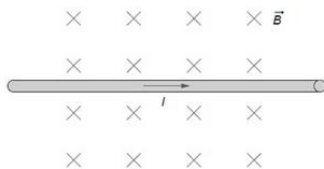


<D>

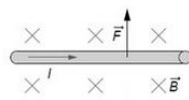
*VRAAG 2: JULI 2015

★☆☆☆☆

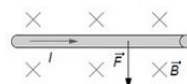
- Een metalen draad staat loodrecht op een homogeen magnetisch veld B (zie figuur). Door de draad loopt een stroom I .

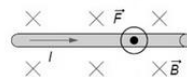
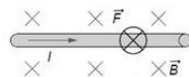


- De oriëntatie van de kracht op de draad wordt correct weergegeven in figuur:

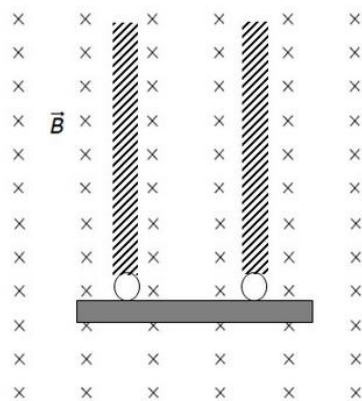


<A>





*VRAAG 3: AUGUSTUS 2010



- Een ijzeren staaf van 12 gram en 60 cm lengte hangt horizontaal aan 2 identieke veren. De staaf bevindt zich in een magnetisch veld (in het blad gaande) van 0,40 tesla.
- In welke richting moet je een stroom sturen door de horizontale staaf en hoe groot moet die stroom zijn als je de spankracht in de veren wil opheffen?

<A> 0,50 A naar rechts

 0,25 A naar links

<C> 0,25 A naar rechts

<D> De stroom kan niet berekend worden omdat de veerconstante niet gegeven is

***VRAAG 4: JULI 2017**

- Een geladen deeltje beweegt met snelheid \mathbf{v} in een vlak dat loodrecht staat op een homogeen magnetisch veld. Beschouw volgende uitspraken:
- 1. Het deeltje ondergaat een versnelling.
- 2. De kinetische energie van het deeltje verandert niet.
- 3. De snelheidsvector \mathbf{v} verandert niet.
- Welke combinatie van bovenstaande uitspraken is correct?

<A> 1, 2 en 3.

 2 en 3.

<C> 1 en 3.

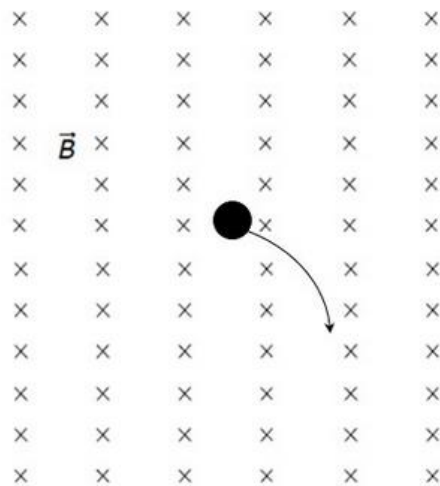
<D> 1 en 2.

***VRAAG 5: AUGUSTUS 2009**

Een elektron gaat door een magnetisch veld en buigt af met een straal van 2,0 cm, de magnetische inductie is 0,0010 T.

Wat is de snelheid van het elektron ?

Neem als massa van een elektron $9,0 \times 10^{-31}$ kg.



<A> $3,6 \cdot 10^6$ m/s

 $3,4 \cdot 10^7$ m/s

<C> $2,1 \cdot 10^4$ m/s

<D> $4,7 \cdot 10^3$ m/s

Extra gegeven:

De formule voor de centripetaalkracht (kracht bij een cirkelvormige beweging)

is --> $F_c = \frac{mv^2}{r}$

8.5.2) Oplossingen Lorentzkracht ingangsexamen

***VRAAG 1:** Letterlijke toepassing op de tweede linkerhandregel

→ **LET OP: Als I in een tegengestelde zin gaat is de Lorentzkracht tegengesteld aan je duim**

→ Na de linkerhandregel drie keer toegepast te hebben vindt je dat de krachtvectoren het beste weergegeven worden in figuur D --> D = OK!

***VRAAG 2:** Opnieuw een letterlijke toepassing op de linkerhandregel

→ Je past ze toe: B moet in je handpalm priemen en je vingers in de zin van de stroomzin, je uitgestrekte duim wijst nu de Lorentzkracht aan → A = OK!

***VRAAG 3:** Je hebt een massa gekregen, zonder te weten wat de spankracht is (leren we volgend-jaar) moet bij je een belletje rinkelen: ik moet de zwaartekracht berekenen!

--> $F_z = m \cdot g = 12 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 10,0 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 0,12 \text{ N}$

--> Je hebt een geleider, dus: $F = BIL$ (loodrecht dus alfa kan je weglaten)

→ F heb je daarjuist uitgerekend, we zoeken I.

--> $F = BIL \Leftrightarrow I = \frac{F}{Bl} = \frac{0,12 \text{ N}}{0,40 \text{ T} \cdot 0,60 \text{ m}} = 0,5 \text{ A}$

→ Je weet nu al met zekerheid dat antwoord A juist is

***Vraag 4:**

--> 1 = juist --> omdat deeltje door de Lorentzkracht wordt afgebogen ondergaat het een cirkelvormige beweging en ook een versnelling

--> 2 = juist --> $E = \frac{mv^2}{2}$ --> Omdat v constant blijft, blijft de kinetische energie constant.

--> 3 = fout --> Het deeltje ondergaat een cirkelvormige beweging, de snelheidsvector verandert constant.

--> 1 = 2 = juist --> D = OK

*VRAAG 5:

--> Op de elektron werkt de Lorentzkracht $F = BQv$ die het elektron zal afbuigen maar ook de centripetaalkracht $F_c = \frac{mv^2}{r}$ tijdens het afbuigen van de elektron.

--> Volgens de 3^{de} wet van Newton is actie = reactie, dus kan je beide krachten aan elkaar gelijkstellen (bij ingangsexamenvragen moet je soms combineren!):

$$BQv = \frac{mv^2}{r}$$

--> Je kan v één keer schrappen aangezien je ze links en rechts hebt!

--> Je houdt over: $BQ = \frac{mv}{r}$ --> Nu moet je afzonderen naar v (makkelijk)

$$\Leftrightarrow \frac{2BQ}{m} = v$$

--> Nu reken je uit: $v = \frac{2BQ}{m} = \frac{2 \cdot 0,0010 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}}{9,0 \cdot 10^{-31}} = 3,6 \cdot 10^6 \frac{m}{s} = A!$