

10.1 Elektrische velden

Opgave 1

Lijn 1: De veldlijn staat niet loodrecht op de bolvormige geleider.

Lijn 2: De veldlijn staat niet loodrecht op de rechte geleider.

Lijn 3: De richting van de veldlijn is van - naar + en dat moet van + naar - zijn.

Lijn 4: De veldlijn loopt in de bolvormige geleider, maar in een geleider is geen elektrisch veld.

Opgave 2

a Voor de elektrische kracht F_{el} geldt: $F_{\text{el}} = f \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2}$.

Als beide ladingen twee keer zo groot worden dan wordt F_{el} 4 keer zo groot.

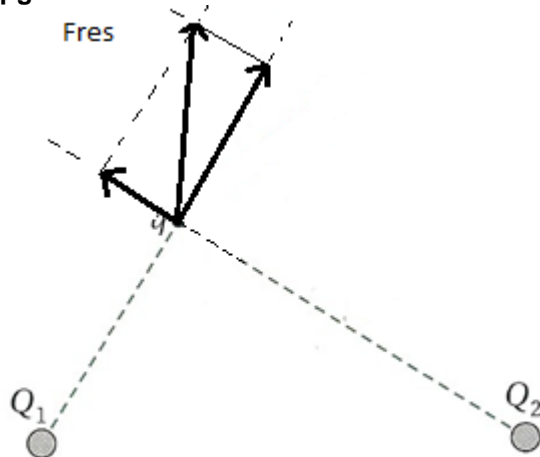
Als de afstand tussen de ladingen twee keer zo groot wordt, dan wordt F_{el} vier keer zo klein.
 F_{el} wordt dus groter.

b Je kunt de formule voor F_{el} ook schrijven als: $f = \frac{F_{\text{el}} \cdot r^2}{q \cdot Q}$.

De eenheid van f is dan: $[f] = \frac{[F_{\text{el}}] \cdot [r]^2}{[q] \cdot [Q]} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C} \cdot \text{C}}$

Dit is $\text{N} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{C}^{-2}$.

Opgave 3



Figuur 1

a Zie figuur 1

b De elektrische kracht van lading Q_1 is afstotend. De lading van Q_1 is ook negatief.

Opgave 4

a Voor de elektrische kracht F_{el} geldt: $F_{\text{el}} = f \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2}$.

$$f = 8,987 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

$$q = Q = 1,601 \cdot 10^{-19} \text{ C (lading proton en elektron zijn even groot)}$$

$$r = 5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

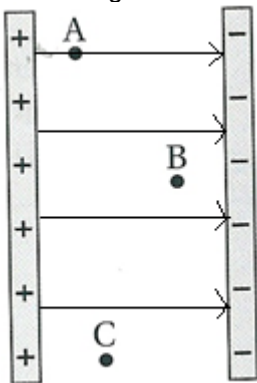
$$F_{\text{el}} = 8,987 \cdot 10^9 \times \frac{1,601 \cdot 10^{-19} \times 1,601 \cdot 10^{-19}}{(5,29 \cdot 10^{-11})^2} = 8,221 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

$$\text{Afgerond: } F_{\text{el}} = 8,22 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

b Deze is even groot als de elektrische kracht die het elektron van het proton ondervindt.

Opgave 5

a Zie figuur 2

**Figuur 2**

- b Voor de elektrische kracht F_{el} geldt $F_{el} = q \cdot E$
 $q = 6,0 \cdot 10^{-12} \text{ C}$
 $E = 5,5 \cdot 10^3 \text{ N/m}$
 $F_{el} = 6,0 \cdot 10^{-12} \times 5,5 \cdot 10^3 = 3,300 \cdot 10^{-8} \text{ N}$
 Afgerond: $F_{el} = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ N}$
- c Voor de elektrische kracht F_{el} geldt $F_{el} = q \cdot E$
 De lading verandert niet als het ion zich in punt B bevindt.
 De veldsterkte is binnen de platen overal gelijk (homogeen veld).
 De elektrische kracht op het ion in punt B is gelijk aan de elektrische kracht op het ion in punt A.
- d Voor de elektrische kracht F_{el} geldt $F_{el} = q \cdot E$
 $F_{el} = 1,92 \cdot 10^{-15} \text{ N}$
 $E = 5,5 \cdot 10^3 \text{ N/m}$
 $1,92 \cdot 10^{-15} = q \times 5,5 \cdot 10^3$
 Hieruit volgt $q = 3,490 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
 Afgerond: $q = 3,5 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

10.2 Elektrische energie**Opgave 6**

- a Binnen de geleider werkt er een kracht naar rechts op het deeltje. Het deeltje wordt door de positieve plaat afgestoten (en door de negatieve plaat aangetrokken). Het deeltje is positief.
- b Het deeltje krijgt meer snelheid en dus meer kinetische energie. Deze extra kinetische energie komt van het elektrische veld. Er wordt elektrische energie in kinetische omgezet.

c Er geldt: $\Delta E_k = -\Delta E_{el}$

Hieruit volgt: $E_{k,Q} - E_{k,P} = q \cdot U_Q - q \cdot U_P$.

De snelheid van het deeltje vlak bij Q is 0 m/s.

Hieruit volgt: $E_{k,P} = q \cdot (U_P - U_Q) = q \cdot U$.

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_p^2 = q \cdot U$$

Hieruit volgt: $v_p = \sqrt{\frac{2q \cdot U}{m}}$

Opgave 7

- a Het proton versnelt en wordt dus door buis 1 aangetrokken. Het proton is positief geladen, buis 1 moet dan wel negatief geladen zijn.
- b Je moet ervoor zorgen dat de wisselspanning omgekeerd wordt. Dus P moet nu positief worden als hij eerst negatief was en voor punt Q geldt het omgekeerde. Hierdoor wordt buis 1 positief als er een elektron in punt B weggaat en wordt het elektron versneld.
- c Stel dat buis 1 is positief is en er komt een proton uit punt B. Dit proton zal niet versnellen. Als buis 1 negatief is, dan wordt het proton weliswaar versneld tot buis 1, maar tussen buis 1 en buis 2 zal het proton weer afgeremd worden. Buis 1 is immers positief. Het proton zal niet versneld worden op deze manier.

Opgave 8

a Er geldt: $I = \frac{Q}{t}$

$$I = 0,52 \text{ A}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$0,52 = \frac{Q}{10}$$

Hieruit volgt $Q = 5,2 \text{ C}$

b Er geldt: $E_{el} = q \cdot U$

$$q = 5,2 \text{ C}$$

$$U = 4,5 \text{ V}$$

$$E_{el} = 5,2 \times 4,5 = 23,40 \text{ J}$$

Afgerond: $E_{el} = 23 \text{ J}$

Opgave 9

a Voor de elektrische kracht F_{el} geldt $F_{el} = q \cdot E$

$$q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$E = 2,5 \cdot 10^3 \text{ N/m}$$

$$F_{el} = 3,2 \cdot 10^{-19} \times 2,5 \cdot 10^3 = 8,000 \cdot 10^{-16} \text{ N}$$

Afgerond: $F_{el} = 8,0 \cdot 10^{-16} \text{ N}$

b Voor de zwaartekracht geldt $F_z = m \cdot g$

$$m = 6,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_z = 6,6 \cdot 10^{-27} \times 9,81 = 6,474 \cdot 10^{-26} \text{ N}$$

Afgerond: $F_z = 6,5 \cdot 10^{-26} \text{ N}$

Vergeleken bij $F_{el} = 8,0 \cdot 10^{-16} \text{ N}$ is F_z verwaarloosbaar klein.

- c Voor de versnelling geldt $F_{\text{el}} = m \cdot a$

$$m = 6,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$F_{\text{el}} = 8,0 \cdot 10^{-16} \text{ N}$$

$$8,0 \cdot 10^{-16} = 6,6 \cdot 10^{-27} \times a$$

$$a = 1,230 \cdot 10^{10} \text{ m/s}^2$$

$$\text{Afgerond: } a = 1,2 \cdot 10^{10} \text{ m/s}^2$$

- d De elektrische energie bereken je met de arbeid die op het ion verricht wordt, als het van P naar B beweegt.

$$W_{\text{el, P} \rightarrow \text{B}} = F_{\text{el}} \cdot s_{\text{PB}}$$

$$F_{\text{el}} = 8,0 \cdot 10^{-16} \text{ N}$$

$$s_{\text{PB}} = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ m (afstemmen eenheden)}$$

$$W_{\text{el, P} \rightarrow \text{B}} = F_{\text{el}} \cdot s_{\text{PB}} = 8,0 \cdot 10^{-16} \times 2,4 \cdot 10^{-2} = 1,92 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

$$\text{Afgerond: } E_{\text{el, P}} = 1,9 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

- e De snelheid van het ion bereken je met de wet van behoud van energie.

$$E_{\text{el, P}} = E_{\text{k, B}}$$

$$E_{\text{k, B}} = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{ion}} \cdot v_{\text{ion}}^2 = 1,92 \cdot 10^{-17} \text{ J (zie antwoord d)}$$

$$m_{\text{ion}} = 6,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\frac{1}{2} \times 6,6 \cdot 10^{-27} \times v_{\text{ion}}^2 = 1,92 \cdot 10^{-17}$$

$$v_{\text{ion}}^2 = 5,82 \cdot 10^9$$

$$v_{\text{ion}} = 7,6288 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

Afgerond:

$$v_{\text{ion}} = 7,6 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

10.3 Elektromagnetisme

Opgave 10

- Elektrische en magnetische veldlijnen snijden elkaar niet.
Als de veldlijnen dicht bij elkaar lopen, dan is het elektrische of magnetische veld sterker.
- Elektrische veldlijnen komen altijd loodrecht uit een geleider, magnetische veldlijnen komen niet altijd loodrecht uit een magneet.
Elektrische veldlijnen zijn geen gesloten krommen, magnetische veldlijnen zijn wel gesloten krommen.

Opgave 11

De koperen staaf is niet magnetisch en zal niet worden aangetrokken door een magneet. IJzer is wel magnetisch en zal wel worden aangetrokken door een magneet.

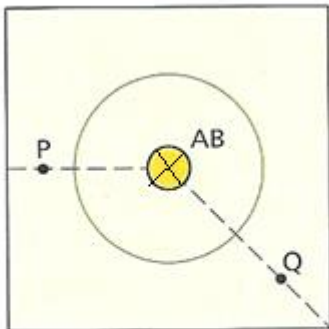
Je moet twee van de drie staafjes bij elkaar brengen tot je twee staafjes hebt die elkaar niet aantrekken. Dat zijn dan het koperen en ijzeren staafje. De derde is de magneet.

Hou nu de magneet bij een ander staafje. Als deze niet wordt aangetrokken is dat het koperen staafje. Het overgebleven staafje is dan van ijzer.

Wordt het staafje wel aangetrokken, dan is dat het ijzeren staafje en is het overgebleven staafje van koper.

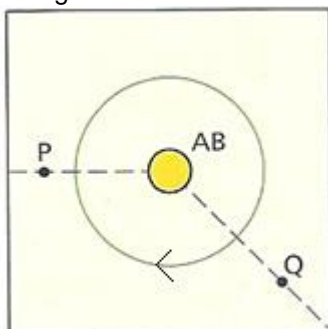
Opgave 12

- De kompasnaald geeft aan dat het magneetveld t in de richting van de klok wijst (rechtsom).
Met de rechterhandregel vind je dat de stroomrichting van A naar B is.
A is met de pluspool verbonden.
- Zie figuur 3



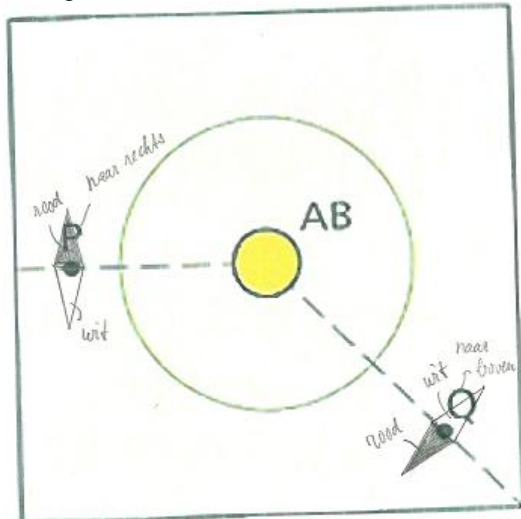
Figuur 3

- Zie figuur 4



Figuur 4

d Zie figuur 5



Figuur 5

Opgave 13

- a Als je op de deurbel drukt, dan sluit de stroomkring. De spoel wordt magnetisch en trekt zo de veer aan. Hierdoor komt de klepel tegen de bel aan. De veer wordt hierbij uitgerekt en trekt de klepel weer terug, omdat de veerkracht dan groter is dan de magnetische kracht. Hierdoor wordt de veerkracht weer kleiner en zal de magneet de klepel weer tegen de bel aantrekken. Dit proces herhaalt zich totdat de drukknop losgelaten wordt.
- b De stroom gaat van + naar – en door de spoel aan de voorzijde naar links. Met de rechterhandregel vind je dan dat de magneetveldlijnen naar boven wijzen. De noordpool zit aan de bovenzijde van de magneet.

Opgave 14

- a De eenheid van μ_0 vind je door de eenheden van de overige grootheden in de formule in te vullen.

$$\mu_0 = B \cdot \frac{l}{N \cdot I}$$

Invullen van de eenheden levert $\mu_0 = T \cdot \frac{\text{m}}{\text{A}}$ (1)

$$T = \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Wb} = \text{V} \cdot \text{s}$$

$$V = \frac{\text{J}}{\text{C}} = \frac{\text{Nm}}{\text{C}}$$

Uit deze drie volgt $T = \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = \frac{\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{s}}{\text{C}} = \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \frac{1}{\text{A}}$

Invullen in vergelijking (1) geeft $\mu_0 = \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \frac{1}{\text{A}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{A}} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

- b De magnetische inductie bereken je met de formule voor de magnetische inductie.

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$$

$$N = 1250$$

$$I = 0,043 \text{ A (afstemmen eenheden)}$$

$$l = 0,25 \text{ m (afstemmen eenheden)}$$

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1250 \cdot 0,043}{0,25} = 2,701 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

$$\text{Afgerond: } B = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

- c Het aantal windingen per meter bereken je met de formule voor de magnetische inductie.

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l}$$

$$B = 6,9 \cdot 10^{-5} \text{ T.}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$$

$$I = 0,055 \text{ A (afstemmen eenheden)}$$

$$l = 1,0 \text{ m}$$

$$6,9 \cdot 10^{-5} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{N \cdot 0,055}{1,0}$$

$$\text{Hieruit volgt } N = 998,33.$$

Afgerond 998 windingen per meter.

10.4 Lorentzkracht**Opgave 15**

- a De uitslag van de veerunster wordt kleiner, dus werkt er een extra kracht omhoog op het staafje. Dat is de Lorentzkracht. Het magneetveld gaat van noord naar zuid. Met de linkerhandregel volgt dat de stroom van A naar B gaat.
- b Het gedeelte van de staaf tussen de magneetschoenen waardoor de stroom heengaat is niet veranderd. De grootte van de Lorentzkracht blijft hetzelfde. De veerunster wijst dezelfde waarde aan.
- c De stroomrichting omdraaien en de noord- en zuidpool van de magneet omwisselen.

Opgave 16

- a Er loopt stroom van K naar L. De elektronen bewegen dus van L naar K. Onder invloed van het externe magneetveld werkt er een Lorentzkracht op de elektronen. Met de linkerhandregel volgt dat de Lorentzkracht van M naar N wijst. De elektronen bewegen naar de achterkant van de koperen strip. Hierdoor ontstaat er een ladingsverschil tussen de voorzijde en de achterzijde van de strip en dit veroorzaakt een elektrisch veld.
- b De achterzijde van de strip wordt negatief en de voorzijde positief (zie antwoord op vraag a). De veldlijnen gaan dus van de voorzijde naar de achterzijde. Het veld is van AC naar BD gericht.

Opgave 17

- a De magnetische inductie bereken je met $F_1 = B \cdot I \cdot l$
 $F_1 = 0,12 \text{ N}$
 $I = 0,75 \text{ A}$
 $l = 0,15 \text{ m}$ (afstemmen eenheden)
 $0,12 = B \cdot 0,75 \times 0,15$
 $B = 1,066 \text{ T}$
 Afgerond: $B = 1,1 \text{ T}$
- b De eenheid Tesla reken je om in basiseenheden door de eenheden van de grootheden in de formule voor de Lorentzkracht in te vullen.

$$F_1 = B \cdot I \cdot l$$

$$\text{Hieruit volgt } B = \frac{F_1}{I \cdot l}$$

$$\text{Invullen levert } B = \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \quad (1)$$

$$\text{N} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Invullen in (1) levert } B = \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\text{A} \cdot \text{m}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{A} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{A} \cdot \text{s}^2}$$

- c De Lorentzkracht bereken je met $F_l = B \cdot q \cdot v$
De snelheid van het deeltje bereken je met de formule voor de snelheid.

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = 0,15 \text{ m (afstemmen eenheden)}$$

$$t = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ s.}$$

$$v = \frac{0,15}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 1,0 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$B = 1,1 \text{ T}$$

$$q = 2 \times 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

$$v = 1,0 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$F_l = 1,1 \times 2 \times 1,602 \cdot 10^{-19} \times 1,0 \cdot 10^4 = 3,524 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

$$\text{Afgerond: } F_l = 3,5 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

Opgave 18

- a Er geldt $F_l = F_{el}$.
Hieruit volgt $B \cdot q \cdot v = q \cdot E$.
Hieruit volgt $B = \frac{E}{v}$
- b De grootte van de magnetische inductie bereken je met de formule uit vraag a.
De snelheid van de elektronen bereken je met de formule voor de snelheid.

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = 0,085 \text{ m (afstemmen eenheden)}$$

$$t = 4,0 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

$$v = \frac{0,085}{4,0 \cdot 10^{-7}} = 2,125 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$B = \frac{E}{v}$$

$$E = 1,0 \cdot 10^4 \text{ N/C}$$

$$v = 2,125 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$B = \frac{1,0 \cdot 10^4}{2,125 \cdot 10^5} = 4,705 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

$$\text{Afgerond: } B = 4,7 \cdot 10^{-2} \text{ T.}$$

10.5 Elektromotor

Opgave 19

- a De stroom door zijde AB gaat van A naar B. Het magneetveld gaat naar rechts. Met de linkerhandregel volgt dat de lorentzkracht uit de figuur naar voren komt.
- b De lorentzkracht bereken je met de formule voor de lorentzkracht.
- $$F_1 = B \cdot I \cdot l$$
- $$B = 0,40 \text{ T}$$
- $$I = 0,30 \text{ A}$$
- $$l = 0,12 \text{ m (afstemmen eenheden)}$$
- $$F_1 = 0,40 \times 0,30 \times 0,12$$
- $$F_1 = 0,0144 \text{ N}$$
- Afgerond: $F_1 = 0,014 \text{ N}$
- c Als het raam 90 graden gedraaid is, dan wijst de lorentzkracht op zijde AB nog steeds naar voren. De lorentzkracht op zijde CD is naar achteren gericht. Ga dit zelf na. Het draadraam blijft in deze stand staan. het draadraam draait dus maar 90 graden en is daarom niet geschikt als elektromotor. (Het draadraam zal eerst rond de 90 graden stand heen en weer bewegen uiteindelijk tot stilstand komen).
- d Als je ervoor zorgt dat de stroomrichting omdraait op het moment dat het draadraam 90 graden gedraaid is, dan draait de lorentzkracht zodat hij naar achteren wijst. De lorentzkracht op zijde CD draait ook om. Hierdoor blijft het draadraam draaien. Het omdraaien van het magneetveld heeft dezelfde uitkomst.

Opgave 20

- a De lorentzkracht op zijde AB wijst omhoog en het magnetisch veld naar rechts. Met de linkerhandregel volgt dat de stroomrichting van B naar A gaat.
- b In figuur 12c zijn de + en – pool van elkaar gescheiden door een stuk elektrisch niet geleidend materiaal. Er loopt geen stroom door de winding en er werkt daarom geen lorentzkracht op de winding.
- c Als de winding in de stand in figuur 12c komt, dan zal hij niet meteen stilstaan, maar nog even verder draaien. Hierdoor wordt punt P verbonden met de positieve pool van de spanningsbron. De stroomsterkte door zijde AB draait hierdoor om. De lorentzkracht zal ook omdraaien en de winding verder.

10.6 Elektromagnetische inductie

Opgave 21

- a De magneetveldlijnen wijzen naar voren uit het papier, omdat de voorzijde een rondje is.
- b Je moet het draadraam in twee stukken verdelen, zodat in het ene stuk alleen de veldlijnen zijn van het linker magnetisch veld en in het andere stuk allen veldlijnen van het andere magnetische veld. Dan bereken je van beide stukken apart de flux en telt beide uitkomsten bij elkaar op.
- c De magnetische flux bereken je met de formule voor de magnetische flux.

$$\Phi = B_n \cdot A$$
 Als het draadraam in het vlak van de tekening naar links geschoven wordt, dan wordt B_n groter. De oppervlakte A blijft gelijk en uit de formule voor de magnetische flux volgt dat deze groter wordt.
- d De magnetische flux bereken je met de formule voor de magnetische flux.

$$\Phi = B_n \cdot A$$
 Als het draadraam in het vlak van de tekening omhoog geschoven wordt, dan blijft B_n gelijk. De oppervlakte A blijft gelijk en uit de formule voor de magnetische flux volgt dat deze gelijk blijft.
- e De magnetische flux bereken je met de formule voor de magnetische flux.

$$\Phi = B_n \cdot A$$
 Als het draadraam evenwijdig aan vlak van de tekening naar voren geschoven wordt, dan blijft B_n gelijk. De oppervlakte A blijft gelijk en uit de formule voor de magnetische flux volgt dat deze gelijk blijft.

Opgave 22

- a De aardmagnetische flux bereken je met de formule voor de magnetische flux.

$$\Phi = B_{\text{vert}} \cdot A$$

$$B_{\text{vert}} = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$A = 624 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi = 4,3 \cdot 10^{-5} \times 624 \cdot 10^{-4} = 2,683 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$$
 Afgerond: $\Phi = 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$
- b Als de aardmagnetische flux door het stuk karton maximaal is, dan staat het karton loodrecht op B_{aarde} . De grootte van de maximale flux bereken je met de formule voor de magnetische flux.

$$\Phi = B_{\text{aarde}} \cdot A$$

$$B_{\text{aarde}} \text{ bereken je uit } B_{\text{hor}} \text{ en } B_{\text{vert}}.$$

$$B_{\text{aarde}}^2 = B_{\text{vert}}^2 + B_{\text{hor}}^2$$

$$B_{\text{vert}} = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_{\text{hor}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_{\text{aarde}}^2 = (4,3 \cdot 10^{-5})^2 + (1,8 \cdot 10^{-5})^2$$

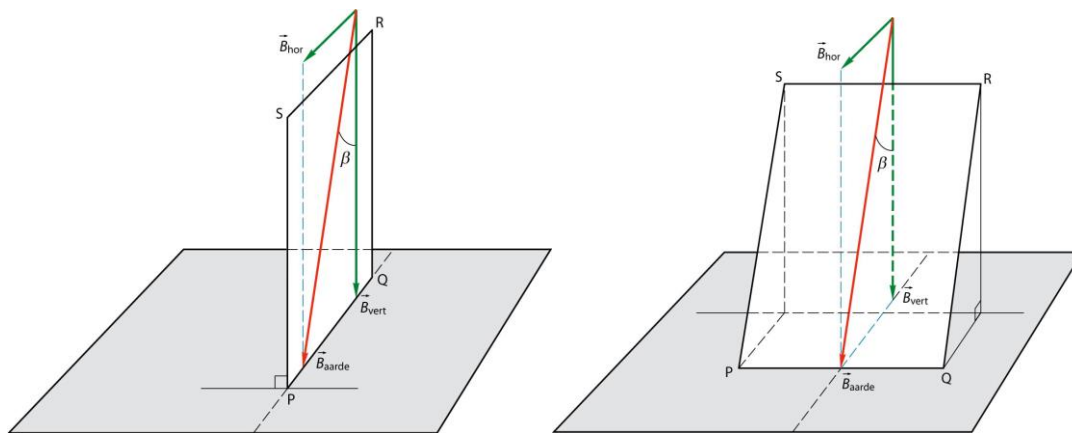
$$B_{\text{aarde}} = 4,66 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$\Phi = B_{\text{aarde}} \cdot A$$

$$B_{\text{aarde}} = 4,66 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$A = 624 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi = 4,66 \cdot 10^{-5} \times 624 \cdot 10^{-4} = 2,907 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$$
 Afgerond: $\Phi = 2,9 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$
- c Als B_{aarde} in het vlak van het karton ligt, dan is B_n gelijk aan nul en is de aardmagnetische flux gelijk aan nul. Dat kan op twee manieren (zie figuur 6a en b).



Figuur 6a en b

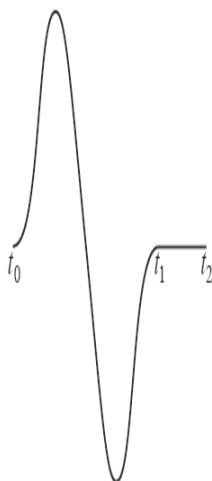
Opgave 23

De inductiespanning is evenredig met het aantal windingen en met de fluxverandering. De fluxverandering is evenredig met de sterkte van het magneetveld en de oppervlakte van de winding.

- De inductiespanning wordt hoger, want het aantal windingen wordt groter en de fluxverandering blijft hetzelfde.
- De inductiespanning wordt hoger, want het aantal windingen blijft gelijk en de oppervlakte A neemt toe. Hierdoor neemt de fluxverandering toe.
- De inductiespanning wordt hoger, want het aantal windingen blijft gelijk en B_n wordt groter. Hierdoor neemt de fluxverandering toe.
- De inductiespanning wordt lager, want het aantal windingen blijft gelijk en de fluxverandering neemt af.

Opgave 24

- De magneet komt eerst dichterbij de spoel en zorgt voor een toename van de flux. Daarna verwijdert de magneet zich van de spoel en neemt de flux af. Dit zorgt voor twee even grote maar tegengestelde inductiespanningen.
- Als de magneet naar de spoel toegaat, dan is de fluxverandering positief. Dit zorgt voor een positieve inductiespanning. Uit figuur 16 blijkt dat de magneet eerst naar de spoel toe beweegt.
- Zie figuur 7. In vergelijking met figuur 16 zijn de toppen twee keer zo hoog en twee keer zo smal.



Figuur 7