
Opgave 1

- a IJzer wordt door een magneet aangetrokken. De elementaire magneetjes in het ijzer worden gemagnetiseerd. Ze richten zich naar het magneetveld.
- b Dit noemen we magnetische 'influentie'.
- c Als je de magneet weer weg haalt dan zullen veel 'elementaire magneetjes' weer terugvallen in hun oude richting. Maar niet allemaal. Als je de bewerking vele malen herhaalt dan krijgt het ijzer steeds meer blijvend magnetisme.

Opgave 2

- a Een Curie-temperatuur van 1040 K is $1040 - 273 = 767$ °C. Dit betekent dat het ijzer boven de 767 °C zijn magnetische eigenschappen verliest. Bij 600 °C is het ijzer dan nog magnetisch.
- b Bij 800 °C verliest het ijzer zijn magnetisme. Deze temperatuur ligt hoger dan de Curie-temperatuur (767 °C).

Opgave 3

Magnetiseren gaat goed met: ijzer, nikkel, cobalt en gadolilium. In het dagelijks leven kom je ijzer en nikkel het vaakst tegen. Gadolinium is in de natuur tamelijk zeldzaam maar wordt in moderne elektronica veel gebruikt.

Opgave 4

Nee. Een magnetische noordpool is altijd het uiteinde van een magneet die dan aan de ander kant een zuidpool heeft.

Opgave 5

Een elektromagneet is een magneet die ontstaat door een stroom door een spoel te sturen.

Opgave 6

Je kunt dus een magneet maken door een stroom door een spoel te sturen.

- a Als je de stroom groter maakt wordt het magneetveld sterker.
- b Als je de stroomrichting omkeert dan verandert de noordpool in een zuidpool en andersom.
- c Een spoel met meer windingen geeft een sterker magneetveld.
- d Een ijzeren kern geeft een veel sterkere magneet dan zonder deze kern.

Opgave 7

Magneetveld van de aarde.

- Het magneetveld van de aarde is niet homogeen. Aan de polen is het sterker en op afstand zwakker. Een homogeen magneetveld is overal even sterk.
- Aan de polen is het magneetveld het sterkst.
- De geografische noordpool is een magnetische zuidpool want de kompasnagnetjes wijzen met hun noordpool naar het noorden.

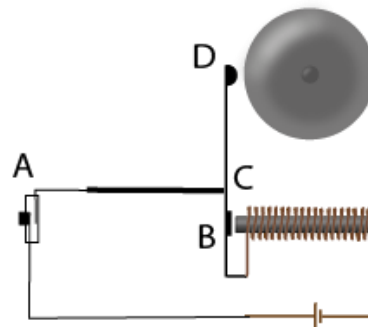
Opgave 8

Een duikboot is van staal. De omhulling is een kooi van Faraday magnetische (en elektrische) velden worden hierdoor afgeschermd.

Opgave 9

In de afbeelding:

- Druk je bij A op de het contact dan gaat er een stroom lopen.
- Bij B wordt het ijzer door de elektromagneet aangetrokken. Bij D slaat een metalen bolletje tegen de bel.
- Intussen is de stroomkring bij C verbroken en veert bolletje D weer terug. Maar dan is er weer contact bij C en de stroom loopt weer, het proces herhaalt zich.



Opgave 10

De *Lorentzkracht* is de kracht die een bewegende lading in een magneetveld ondervindt.

Opgave 11

De *magnetische inductie* (**B**) is de sterkte van het magneetveld.

Opgave 12

De 'Tesla' is de eenheid voor magnetische inductie dus voor de sterkte van een magneetveld.

Opgave 13

Twee stroom voerende draden trekken elkaar aan. Dat komt doordat de ene draad met zijn stroom (bewegende lading) een magneetveld geeft. In dit magneetveld beweegt de lading

van de andere draad en deze lading ondervindt dan een Lorentzkracht.
En andersom.

Opgave 14

De magnetische inductie van een luidspreker is veel kleiner dan 1 Tesla. Één Tesla is namelijk een heel sterke magnetische inductie. Met een schrootmagneet van 1 Tesla kun je een autowrak ophijzen. Zo sterk hoeft een luidsprekermagneet niet te zijn.

Opgave 15

Met een NMR (Nucleair Magnetic Resonance) apparaat worden stoffen bestudeerd aan de hand van de magnetische eigenschappen van protonen in de kern van de atomen. Hiervoor zijn uitzonderlijk sterke magneten nodig van 1 of 2 Tesla.

Een sterk magneetveld kan een pacemaker (apparaatje dat iemands hartritme regelt) in de war sturen.

Opgave 16

Hoe verandert de inductiestroom in een spoel?

- a De spoel draait sneller: dan wordt I_{inductie} **groter**.
- b De spoel heeft minder windingen: dan is I_{inductie} **kleiner**.
- c Het magneetveld maken we sterker: dan wordt I_{inductie} **groter**.
- d Het oppervlak van de windingen maken we kleiner: dan wordt I_{inductie} **kleiner**.
- e We veranderen de spoel van draairichting: I_{inductie} verandert van richting (tegengesteld).

Opgave 17

- a $U = I \cdot R \rightarrow I = 30 \text{ V} / 60 \Omega = \mathbf{0,50 \text{ A}}$
- b Bij aansluiting van een spoel op een wisselspanning wordt de stroomsterkte veel kleiner door zelfinductie. Een wisselstroom geeft een voortdurend wisselend magneetveld en dus een voortdurende inductiespanning die de oorspronkelijke stroom tegenwerkt.

Opgave 18

- a $U_{\text{eff}} = U_{\text{max}} / \sqrt{2} \rightarrow U_{\text{eff}} = 12,0 / \sqrt{2} = \mathbf{8,49 \text{ V}}$
- b $U_{\text{eff}} = U_{\text{max}} / \sqrt{2} \rightarrow U_{\text{max}} = 50 \cdot \sqrt{2} = \mathbf{71 \text{ V}}$

Opgave 19

Gegeven: $R = 50 \Omega$, $U_{\text{eff}} = 15 \text{ V}$, $I_{\text{eff}} = 50 \text{ mA}$.

Gevraagd: Z

Oplossing: Het gaat over wisselspanning van een spoel. De ohmse weerstand (gelijkstroomweerstand) speelt dan geen rol.

$$Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} \rightarrow Z = 15 \text{ V} / 0,050 \text{ A} = 300 \Omega \rightarrow \mathbf{0,30 \text{ k} \Omega}$$

Opgave 20

Transformator.

Gegeven: $N_p = 500$, $U_p = 230 \text{ V}$, $U_s = 9,0 \text{ V}$

Gevraagd: N_s

Oplossing:

$$\frac{U_p}{N_p} = \frac{U_s}{N_s} \rightarrow N_s = \frac{N_p \times U_s}{U_p} \rightarrow N_s = \frac{500 \times 9,0}{230} = \mathbf{20} \text{ windingen}$$

Opgave 21

Transformator.

Gegeven: $N_p = 6000$, $N_s = 250$, $U_p = 230 \text{ V}$, $I_p = 0,25 \text{ A}$

Gevraagd: a) P_p b) P_s c) U_s d) I_s

Oplossing:

a $P_p = U_p \cdot I_p \rightarrow P_p = 230 \text{ V} \times 0,25 \text{ A} = \mathbf{57 \text{ W}}$

b $P_s = P_p = \mathbf{57 \text{ W}}$ (Ervan uit gaande dat er geen verlies is).

c

$$\frac{U_p}{N_p} = \frac{U_s}{N_s} \rightarrow U_s = \frac{N_s \times U_p}{N_p} \rightarrow U_s = \frac{250 \times 230}{6000} = \mathbf{9,6 \text{ V}}$$

d $U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s \rightarrow I_s = \frac{U_p \cdot I_p}{U_s} \rightarrow I_s = \frac{230 \times 0,25}{9,6} = \mathbf{6,0 \text{ A}}$

Opgave 22

Gegeven: $P_p = 50 \text{ W}$, $P_s = 38 \text{ W}$

Gevraagd: a) ideaal? b) rendement? c) waar is E gebleven?

a Nee. Dit is geen ideale trafo, er komt minder elektrische energie uit dan erin gaat.

b Rendement: $38 \text{ W} / 50 \text{ W} = \mathbf{0,76}$ (76%)

c 24% verlies aan koperverliezen (warmte in de draden) en ijzerverliezen (warmte door wervelstromen in de ijzeren kern).

Opgave 23

Een gemeenschappelijke ijzeren kern heeft minder ijzer en dus ook minder ijzerverliezen.

Opgave 24

Lamellen. Om de ijzerverliezen door *wervelstromen* verder te verminderen bestaat de ijzeren kern uit dunne plaatjes (lamellen) die van elkaar geïsoleerd zijn.

Opgave 25

Transformator.

Gegeven: $N_p = 200$, $U_p = 230 \text{ V}$, $U_s = 20 \text{ kV}$, $I_s = 40 \text{ mA}$

Gevraagd: a) I_p b) P c) N_s

Oplossing:

$$\text{a} \quad U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s \rightarrow I_p = \frac{U_s \cdot I_s}{U_p} \rightarrow I_p = \frac{20\,000 \times 0,040}{230} = 3,48 \text{ A} \rightarrow \mathbf{3,5 \text{ A}}$$

$$\text{b} \quad P_p = U_p \cdot I_p \rightarrow P_p = 230 \text{ V} \times 3,48 \text{ A} = 800 \text{ W} \rightarrow \mathbf{0,80 \text{ kW}}$$

$$\text{c} \quad \frac{U_p}{N_p} = \frac{U_s}{N_s} \rightarrow N_s = \frac{N_p \times U_s}{U_p} \rightarrow N_s = \frac{200 \times 20000}{230} = \mathbf{1,7 \cdot 10^4 \text{ windingen}}$$

Opgave 26

Lastrafo.

Gegeven: $N_p = 200$, $N_s = 20$, $U_p = 230 \text{ V}$, $P = 3,1 \text{ kW}$. $U_s = 20 \text{ kV}$, $I_s = 40 \text{ mA}$

Gevraagd: a) I_p b) I_s

Oplossing:

$$\text{a} \quad P_p = U_p \cdot I_p \rightarrow I_p = P_p / U_p \rightarrow I_p = 3100 / 230 = \mathbf{13 \text{ A}}$$

$$\text{b} \quad P_s = U_s \cdot I_s \rightarrow$$

$$\frac{U_p}{N_p} = \frac{U_s}{N_s} \rightarrow U_s = \frac{N_s \times U_p}{N_p} \rightarrow U_s = \frac{20 \times 230}{200} = 23 \text{ V}$$

$$P_s = U_s \cdot I_s \rightarrow 3100 = 23 \text{ V} \times I_s \rightarrow I_s = 3100 / 23 = 134,7 \text{ A} \rightarrow \mathbf{1,3 \cdot 10^2 \text{ A}}$$

De berekening door middel van officiële formules ziet er gauw ingewikkeld uit.

Je kunt ook gewoon stellen:

Het aantal winding wordt 10 maal zo klein.

Dus de spanning wordt dan 10 maal zo klein: 230 V wordt 23 V.

De stroomsterkte wordt dan 10 maal zo groot: 13 A wordt 130 A.

Opgave 27

Trafo.

Gegeven: $U_p = 230 \text{ V}$, $I_{p,\max} = 6,0 \text{ A}$, $N_s = 1$, $R_s = 0,030 \Omega$.

Gevraagd: a) $I_{s,\max}$ b) N_p

Oplossing:

a De secundaire stroom kunnen we berekenen uit het doorgegeven vermogen.

Het maximale vermogen is: $P_p = U_p \cdot I_p \rightarrow P_p = 230 \times 6,0 = 1380 \text{ W}$.

Als datzelfde vermogen ook aan de secundaire zijde ontwikkeld wordt dan geldt daar:

$$P_s = 1380 = U_s \times I_s \text{ en: } I_s = U_s / R_s \rightarrow I_s = U_s / 0,030$$

$$\text{Zodat: } 1380 = U_s \times U_s / 0,030 \rightarrow U_s = \sqrt{1380 \times 0,030} = 6,4 \text{ V}$$

$$I_{s,\max} = 6,4 \text{ V} / 0,030 \Omega = \mathbf{2,1 \cdot 10^2 \text{ A}}$$

$$\text{b } \frac{U_p}{N_p} = \frac{U_s}{N_s} \rightarrow N_p = \frac{N_s \times U_p}{U_s} \rightarrow N_p = \frac{1 \times 230}{6,43} = \mathbf{36 \text{ windingen}}$$

Opgave 28

Elektriciteitcentrale.

Gegeven: $U_s = 230 \text{ V}$, $R = 5,0 \Omega$, $P_s = 50 \text{ kW}$

Gevraagd: a) I b) U_{verlies} c) $U_{p,\text{centrale}}$ d) P_p e) % rendement

Oplossing:

a In de stad hebben we: $U_s = 230 \text{ V}$ en $P_s = 50 \text{ kW}$.

Dan is er een stroom nodig van::

$$I_s = P_s / U_s \rightarrow I_s = \mathbf{2,17 \cdot 10^2 \text{ A}} \rightarrow \mathbf{2,2 \cdot 10^2 \text{ A}}$$

b De spanning die de centrale levert moet ook de weerstand van de aanvoerdraden compenseren. Dit spanningsverlies is:

$$U = I \cdot R \rightarrow U = \mathbf{2,17 \cdot 10^2 \text{ A}} \times 5,0 \Omega = \mathbf{1,1 \cdot 10^3 \text{ V}}$$

c De centrale moet dan leveren: $230 \text{ V} + 1,09 \cdot 10^3 \text{ V} = \mathbf{1,3 \cdot 10^3 \text{ V}}$

d Het vermogen dat de centrale levert: $1,32 \cdot 10^3 \text{ V} \times \mathbf{2,17 \cdot 10^2 \text{ A}} = 2,86 \cdot 10^5 \text{ W} \rightarrow \mathbf{286 \text{ kW}}$
 Het vermogen dat de stad ontvangt: 50 kW

$$\text{Rendement: } 50 \text{ kW} / 286 \text{ kW} = 0,17 \rightarrow \mathbf{17\%}$$

Opgave 29

Elektriciteitcentrale met trafo's.

Gegeven: $U_s = 230 \text{ V}$, $R = 5,0 \Omega$, $P_s = 50 \text{ kW}$

Trafo 1 transformeert de spanning 100 maal hoger, trafo 2 transformeert weer 100 maal lager.

Gevraagd: a) I_{stad} b) U_p en I_p bij trafo 2 c) U_{verlies} d) U_s bij trafo 1 e) P_{centrale}
f) % rendement

Oplossing:

a In de stad hebben we: $U_s = 230 \text{ V}$ en $P_s = 50 \text{ kW}$.

Dan is er een stroom nodig van::

$$I_s = P_s / U_s \rightarrow I_s = 2,17 \cdot 10^2 \text{ A} \rightarrow 2,2 \cdot 10^2 \text{ A}$$

b Trafo 2 brengt de spanning met factor 100 omlaag. Dus de primaire spanning is:

$$100 \times 230 = 23\,000 \text{ V} \rightarrow 23,0 \text{ kV}$$

$$\text{De primaire stroom is } 100 \times \text{kleiner: } 2,17 \cdot 10^2 \text{ A} / 100 = 2,17 \text{ A} \rightarrow 2,2 \text{ A}$$

c Het spanningsverlies over de draden is:

$$U = I \cdot R \rightarrow U = 2,17 \text{ A} \times 5,0 \Omega = 10,8 \text{ V} \rightarrow 11 \text{ V}$$

d De centrale moet dan leveren: $11 \text{ V} + 23\,000 \text{ V} = 23,0 \text{ kV}$

Je ziet al dat het spanningsverlies van 11 V verwaarloosbaar is ten opzichte van de geleverde spanning van $2,30 \cdot 10^4 \text{ V}$

$$\text{Het vermogen dat de centrale levert: } 23,0 \cdot 10^3 \text{ V} \times 2,17 \text{ A} = 5,00 \cdot 10^4 \text{ W} \rightarrow 50,0 \text{ kW}$$

$$\text{Het vermogen dat de stad ontvangt: } 50 \text{ kW}$$

e Rendement: $50 \text{ kW} / 50,0 \text{ kW} = 1,00 \rightarrow 100\%$

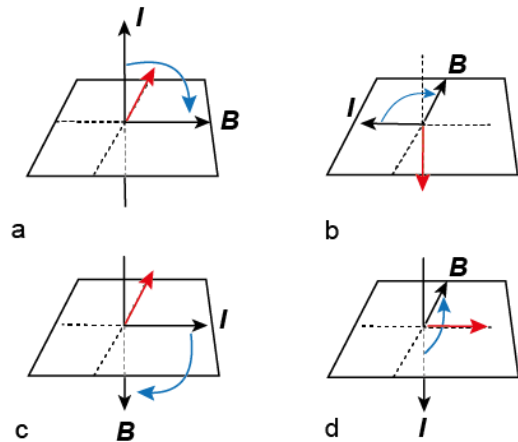
Het vermogensverlies hangt vooral af van de stroomsterkte. Daarom wordt elektrische energie vervoerd met hoge spanning en lage stroomsterkte.

Opgave 30

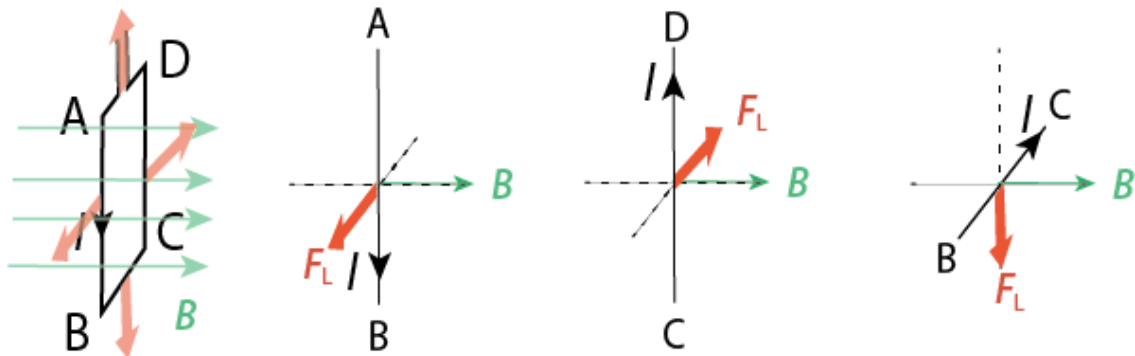
Kurkentrekkerregel, draai I naar B .

Het rode pijltje geeft de richting van de Lorentzkracht.

- a naar achter
- b omlaag
- c naar achter
- d naar rechts



Opgave 31



Draai I naar B en volg de richting van de kurkentrekker.

Opgave 32

Draadraam bij opgave 31.

Gegeven: $I = 0,500$ A, elke zijde = 15 cm, $B = 0,080$ T.

Gevraagd: F_L op elke zijde

Oplossing:

$$F_L = I \cdot B \cdot l \cdot \sin(\alpha)$$

Voor elke zijde is de hoek tussen B en I : 90° .

Voor elke zijde geldt daarom: $F_L = 0,500 \times 0,080 \times 0,15 \times 1 = 6,0 \cdot 10^{-3}$ N

Opgave 33

Stroomdraad in magneetveld.

Gegeven: $I = 3,0$ A, $l = 10$ cm, $B = 0,050$ T.

Gevraagd: a) $F_{L,max}$ b) $F_{L,min}$ c) α als $F_L = 0,010$ N

Oplissing:

$$F_L = I \cdot B \cdot l \cdot \sin(\alpha)$$

- a De stroomsterkte $I = 3,0$ A maakt maximaal een hoek met B van 90° .
De stroomdraad staat dan haaks op het magneetveld.

$$F_L = I \cdot B \cdot l \cdot \sin(\alpha) \rightarrow F_{L,max} = 3,0 \times 0,050 \times 0,10 \times \sin(90^\circ) = \mathbf{0,015\ N}$$

- b De hoek is minimaal 0° .
De stroomdraad loopt dan parallel met het magneetveld.

$$F_L = I \cdot B \cdot l \cdot \sin(\alpha) \rightarrow F_{L,max} = 3,0 \times 0,050 \times 0,10 \times \sin(0^\circ) = \mathbf{0\ N}$$

- c $0,010 = 3,0 \times 0,050 \times 0,10 \times \sin(\alpha) \rightarrow \sin(\alpha) = 0,67 \rightarrow \alpha = \mathbf{42^\circ}$

Opgave 34

Cirkelvormig draadraam.

Gegeven: $d = 20$ cm, $B = 0,080$ T, loodrecht op magneetveld, $N = 1$

Gevraagd: ϕ

Oplissing:

$$\alpha = 0^\circ, r = 0,10\ \text{m}, A = \pi \cdot r^2 \rightarrow A = \pi \times 0,1^2 = 0,0314\ \text{m}^2$$

$$\phi = \phi_{\max} \cdot \cos(\alpha) = N \cdot B \cdot A \cdot \cos(\alpha) \rightarrow \phi = 1 \times 0,080 \times 0,0314 \times \cos(0^\circ) = \mathbf{2,5\ mWb}$$

Opgave 35

Spoel met 400 windingen.

Gegeven: $A = 5,0$ cm², $N = 400$, $B = 0,20$ T.

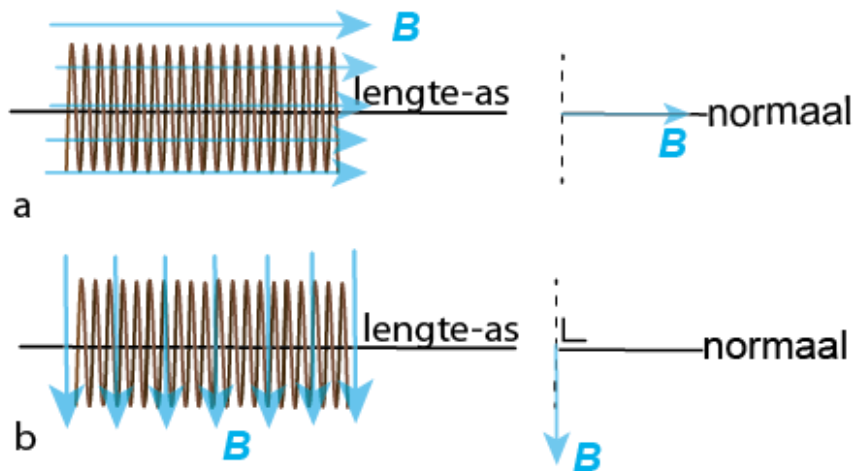
Gevraagd: a) ϕ als lengte-as spoel evenwijdig veldlijnen.
b) ϕ als lengte-as spoel loodrecht op veldlijnen.

Oplissing:

$$\phi = N \cdot B \cdot A \cdot \cos(\alpha)$$

- a Als de lengte-as evenwijdig met het magneetveld loopt dan is de hoek van de normaal op de spoel en de magnetische veldsterkte 0°

$$\rightarrow \phi = 400 \times 0,20 \times 0,00050 \times \cos(0^\circ) = 4,0 \cdot 10^{-2}\ \text{W} \rightarrow \mathbf{40\ mWb}$$



- b Als de lengte-as haaks staat op het magneetveld dan is de hoek van de normaal op de spoel en de magnetische veldsterkte 90°

$$\rightarrow \phi = 400 \times 0,20 \times 0,00050 \times \cos(90^\circ) = \mathbf{0 \text{ Wb}}$$

Ook zonder formule zie je uit de tekening dat bij a de flux maximaal is en dat bij b de spoel geen magnetische veldlijnen omvat, dus: 0.

Opgave 36

Draadraam.

Gegeven: $A = 20 \text{ cm}^2$, $N = 1$, $\phi = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$.

Gevraagd: B .

Oplossing:

$$\phi = N \cdot B \cdot A \cdot \cos(\alpha) \rightarrow 5,0 \cdot 10^{-4} = 0,0020 \times B \times \cos(90^\circ) \rightarrow \mathbf{B = 0,25 \text{ T}}$$

Opgave 37

Een spoel *smoort* de wisselstroom. Dat wil zeggen: een spoel heeft een heel hoge impedantie, weerstand voor wisselstroom. Dat wordt veroorzaakt door de wisselende stroomsterkte deze veroorzaakt voortdurend een inductiespanning (stroom) in de spoel die de oorzaak van zijn ontstaan tegenwerkt (regel van Lenz).

Opgave 38

Spoel.

Gegeven: $A = 6,0 \text{ cm}^2$, $N = 600$, $B = 0,25 \text{ T}$, spoel-as in lijn met B
 In $0,20 \text{ s}$ wordt de spoel uit het veld getrokken.

Gevraagd: U_{ind} (gemiddeld)

Oplossing:

$$A = 6,0 \text{ cm}^2 = 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Als we de spoel uit het magneetveld trekken is de magnetische flux uiteindelijk 0.

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$$

$$U_{\text{ind}} = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$\Delta\phi = 0 - N \cdot B \cdot A \rightarrow \Delta\phi = - 600 \times 0,25 \times 6,0 \cdot 10^{-4} = - 0,090 \text{ Wb}$$

$$\Delta t = 0,20 \text{ s}$$

$$U_{\text{ind}} = - (-0,090 / 0,20) = \mathbf{0,45 \text{ V}}$$

Opgave 39

Draaiende spoel.

Gegeven: $A = 5,0 \text{ cm}^2$, $N = 1000$, $B = 0,15 \text{ T}$, $f = 100 \text{ Hz}$.

Gevraagd: U_{max}

Oplossing: $U_{\text{max}} = N \cdot B \cdot A \cdot \omega = N \cdot B \cdot A \cdot 2\pi \cdot f$

$$A = 5,0 \text{ cm}^2 = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$U_{\text{max}} = N \cdot B \cdot A \cdot \omega = N \cdot B \cdot A \cdot 2\pi \cdot f$$

$$U_{\text{max}} = 1000 \times 0,15 \times 5,0 \cdot 10^{-4} \times 2 \times \pi \times 100 = \mathbf{47 \text{ V}}$$

Opgave 40

Draaiend spoeltje.

Gegeven: $A = 15,3 \text{ cm}^2$, $N = 800$, $B = 0,25 \text{ T}$, $f = 6,0 \text{ Hz}$.

Gevraagd: a) U_{max} b) U_{eff} c) U_{max} bij $f = 12,0 \text{ Hz}$

Oplossing:

$$\text{a) } U_{\text{max}} = N \cdot B \cdot A \cdot \omega = N \cdot B \cdot A \cdot 2\pi \cdot f$$

$$A = 15,3 \text{ cm}^2 = 15,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$U_{\text{max}} = 800 \times 0,25 \times 15,3 \cdot 10^{-4} \times 2 \times \pi \times 6,0 = 11,5 \text{ V} \rightarrow \mathbf{12 \text{ V}}$$

$$\text{b) } U_{\text{eff}} = U_{\text{max}} / \sqrt{2} = 11,5 \text{ V} / \sqrt{2} = \mathbf{8,5 \text{ V}}$$

$$\text{c) } f \text{ tweemaal zo groot dan } U_{\text{max}} \text{ ook tweemaal zo groot: } \mathbf{23 \text{ V}}$$

Opgave 41

Draaiende magneet in dynamo.

Gegeven: $A = 4,0 \text{ cm}^2$, $N = 200$, $B_{\text{max}} = 0,20 \text{ T}$.

Gevraagd: f zodat $U_{\text{eff}} = 6,0 \text{ V}$

Oplissing:

$$U_{\text{max}} = U_{\text{eff}} \times \sqrt{2} = 6,0 \times \sqrt{2} = 8,49 \text{ V}$$

$$U_{\text{max}} = N \cdot B \cdot A \cdot \omega = N \cdot B \cdot A \cdot 2\pi \cdot f$$

$$8,49 = 200 \times 0,20 \times 4,0 \cdot 10^{-4} \times 2 \times \pi \times f \rightarrow f = \mathbf{84 \text{ Hz}}$$

Opgave 42

Aan het uiteinde van een spoel is het magneetveld zwakker dan in het midden.

Dat komt doordat het magneetveld opgebouwd is uit de bijdragen van alle windingen. Elke winding geeft een zwak magneetje. Het magneetveld is de som van deze magneetjes. Deze som is aan het einde van een spoel kleiner dan in het midden.

Opgave 43

Spoel

Gegeven: spoel, $l = 10 \text{ cm}$, $N = 1000$, $R = 35 \Omega$, $U = 10 \text{ V}$.

Gevraagd: a) I b) B , H midden spoel, c) B , H met ijzeren kern $\mu_r = 300$

Oplissing:

a $I = U/R \rightarrow I = 10/35 = \mathbf{0,29 \text{ A}}$

b $B_{\text{midden}} = \mu \cdot \frac{N \cdot I}{l} \rightarrow B_{\text{midden}} = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l}$

$$\mu = 1,2566 \cdot 10^{-6} \text{ H/m.}$$

$$B = 1,2566 \cdot 10^{-6} \times \frac{1000 \times 0,29}{0,10} = \mathbf{3,6 \cdot 10^{-3} \text{ T}}$$

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{N \cdot I}{l} \rightarrow H = \frac{1000 \times 0,29}{0,10} = \mathbf{2,9 \cdot 10^3 \text{ A/m}}$$

c Met ijzeren kern, $\mu_r = 300 \rightarrow B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l} \rightarrow$

$$B = 300 \times 1,2566 \cdot 10^{-6} \times \frac{1000 \times 0,29}{0,10} = \mathbf{1,1 \text{ T}}$$

Dus B wordt 300 maal zo groot.

De waarde van H blijft gelijk: $\mathbf{2,9 \cdot 10^3 \text{ A/m}}$

Opgave 44

Spoel even sterk als aardmagneet.

Gegeven: spoel, $l = 10 \text{ cm}$, $I = 1,0 \text{ A}$, $B = 50 \text{ } \mu\text{T}$.

Gevraagd: N

Oplossing:

$$B = \mu \cdot \frac{N \cdot I}{l} \rightarrow N = \frac{B \cdot l}{\mu \cdot I} \rightarrow N = (5,0 \cdot 10^{-5} \times 0,10) / (1,2566 \cdot 10^{-6} \times 1,0) = \mathbf{4,0 \text{ windingen}}$$

Opgave 45

Spoel 0,10 T.

Gegeven: spoel, $l = 8,0 \text{ cm}$, $N = 1200$, $B = 0,10 \text{ T}$, $\mu_r = 300$.

Gevraagd: I

Oplossing:

$$B = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \frac{N \cdot I}{l} \rightarrow I = \frac{B \cdot l}{\mu_r \cdot \mu_0 \cdot N} \rightarrow I = \frac{0,10 \times 0,080}{300 \times 1,2566 \cdot 10^{-6} \times 1200} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ A} \rightarrow \mathbf{18 \text{ mA}}$$

Opgave 46

De *magnetische permeabiliteit* is een eigenschap van een stof om het magneetveld te versterken. Dit gebeurt door de *elementair magneetjes* van de stof in lijn te brengen met het door de stroomkring veroorzaakte magneetveld. Weekijzer doet dat heel goed, versterkt het aangelegde magneetveld dan ook.

Maar **ompolen** van de *elementair magneetjes* kost ook tijd. Hoe hoger de frequentie van de wisselspanning ($1000 \text{ Hz} = 1000 \text{ trillingen per seconde}$) des te minder goed kunnen de elementair magneetjes volgen. Daardoor is de magnetische permeabiliteit lager bij hogere frequentie.

Opgave 47

- a Ag diamagnetisch
 - b Ni ferromagnetisch
 - c Pt paramagnetisch
 - d Cu diamagnetisch
 - e Al paramagnetisch
-

Opgave 48

Protonmagneetje

Gegeven: $B_0 = 5,00 \text{ T}$

Gevraagd: f (stralingsfrequentie)

Oplossing:

$$f = \frac{\gamma}{2\pi} \cdot B_0 \text{ met } \gamma = 2,68 \cdot 10^8 \text{ rad}/(\text{T} \cdot \text{s}) \rightarrow$$

$$f = 2,68 \cdot 10^8 \times 5,00 / 2\pi = \mathbf{2,13 \cdot 10^8 \text{ Hz}}$$

Opgave 49

- a De lorentzkracht op het ion $^{35}\text{Cl}^-$ -ion is even groot als de lorentzkracht op het ion $^{37}\text{Cl}^-$ -ion. Want de lading van de deeltjes is gelijk.
- b $^{37}\text{Cl}^-$ beschrijft een grotere baan want de massa is groter.
- $$F_c = \frac{m \cdot v}{r} \rightarrow \text{bij gelijke } F \text{ maar grotere } m \text{ zal } r \text{ moeten toenemen. (} v \text{ blijft gelijk want de kinetische energie wordt door het magneetveld niet groter.)}$$

Opgave 50

- a Een massaspectroscopie scheidt deeltjes door hun lading en massa. Dit wordt toegepast bij de identificatie van atoom-ionen en molecuul-ionen.
- b Isotopen zijn atomen van hetzelfde element, dus met gelijke aantallen protonen in de kern, maar met een verschillend aantal neutronen in de kern.

Opgave 51

- a Een cyclotron versnelt geladen deeltjes.
- b De versnelling wordt bereikt door de deeltjes herhaaldelijk een elektrisch veld te laten doorlopen. Hierdoor krijgen zij een steeds grotere kinetische energie.
- $$(q \cdot U = \Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2)$$
- c De straal van de baan in het magneetveld wordt steeds groter doordat v toeneemt in het elektrisch veld. $v = \frac{B \cdot q \cdot r}{m} \rightarrow B, q \text{ en } m \text{ blijven gelijk. } v \text{ groter dan ook } r \text{ groter.}$

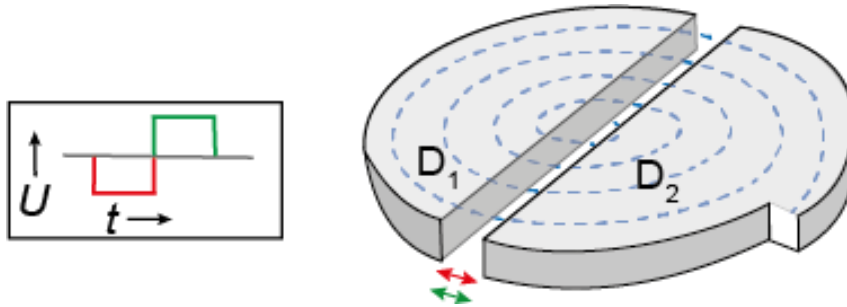
Opgave 52

- a Hoog vacuüm is nodig omdat de deeltjes anders door botsingen met luchtmoleculen hun energie zouden verliezen.
- b Bij een omgekeerd magneetveld werkt ook de Lorentzkracht in de andere richting. De deeltjes botsen dan tegen de buiten wand van het cyclotron.

Opgave 53

- a $T = 5,0 \cdot 10^{-8} \text{ s}$.
- Dit wil zeggen één omwenteling duurt $5,0 \cdot 10^{-8} \text{ s}$. Het deeltje passeert dan tweemaal het elektrisch veld.
- Het aantal omwentelingen in 1 s is dan: $1 / 5,0 \cdot 10^{-8} = \mathbf{2,0 \cdot 10^7 \text{ Hz}}$.

Deze frequentie is gelijk aan het aantal blokgolven van het wisselend elektrisch veld per seconde.



b De snelheid van het proton wordt gegeven door: $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$, dus met $r = 0,50$ m:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot 0,50}{2,0 \cdot 10^{-7}} = 6,3 \cdot 10^7 \text{ m/s.}$$