

## 4.2 Domeinspecifieke leerstofopbouw

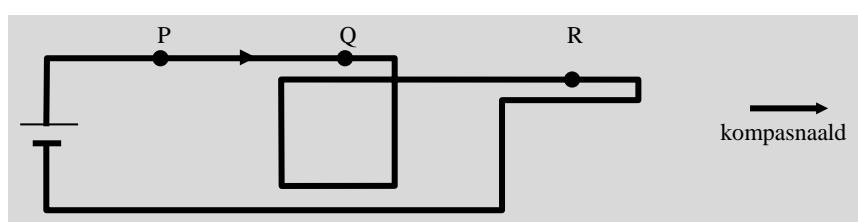
### 4.2.4 Elektriciteit en magnetisme

## Begripsvragen: Magnetisch veld

### 1 Meerkeuzevragen

#### Magnetisch veld

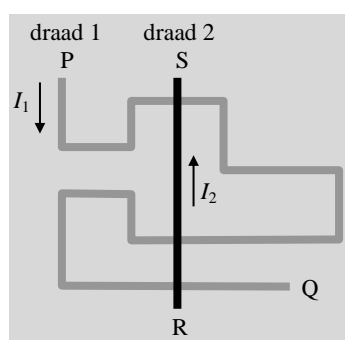
- 1 [V] Een batterij zorgt voor een constante stroom in de schakeling van figuur 1. Een kompasnaald wijst onder invloed van het aardmagnetisch veld in de aangegeven richting.



Figuur 1

Deze kompasnaald wordt nu achtereenvolgens op de punten P, Q en R neergezet. De verdraaiing van de kompasnaald neemt toe in de volgende volgorde van punten:

- A R, Q, P
- B P, R, Q
- C P, Q, R
- D Q, R, P
- E R, P, Q



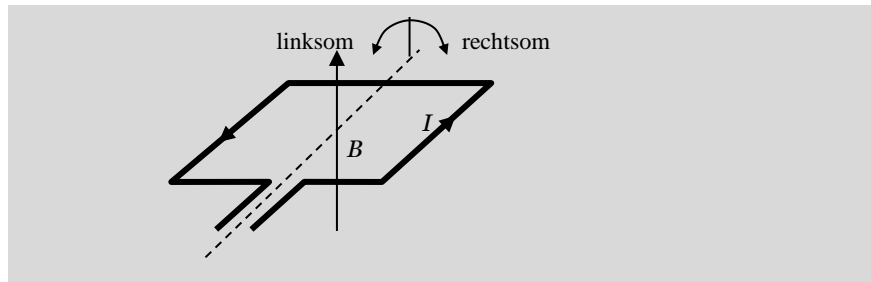
Figuur 2

- 2 [V] Op een computerchip lopen twee geleidende draden: draad 1 van P naar Q en draad 2 van R naar S (zie figuur 2). In beide draden wordt de stroomrichting omgekeerd. De magnetische kracht van draad 1 op draad 2
- A blijft dan hetzelfde.
  - B keert dan van richting om.
  - C verandert dan van grootte maar niet van richting.
  - D verandert dan niet van grootte maar wel van richting.
- 3 [V] Een stroomdraad ondervindt in een magnetisch veld een lorentzkracht. Als de stroomsterkte door de draad 4x zo groot wordt en de magnetische inductie van het veld 2x zo klein, dan wordt de lorentzkracht
- A achtmaal zo groot.
  - B viermaal zo groot.
  - C tweemaal zo groot.
  - D tweemaal zo klein.

#### Beweging in een magnetisch veld

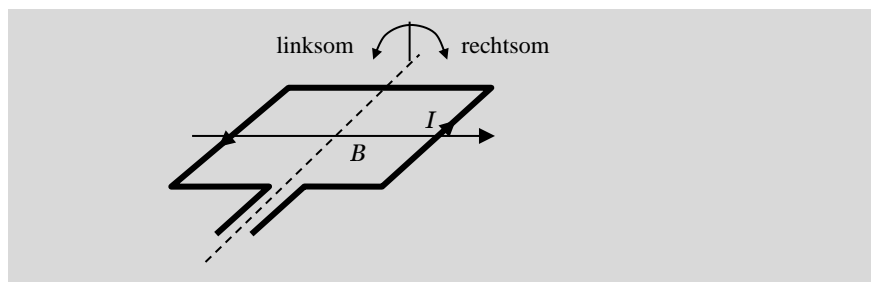
- 4 [V] De om een as (streeplijn) draaibare rechthoekige winding van figuur 3 bevindt zich in een homogeen magnetisch veld  $B$ . Door de winding loopt een stroom  $I$ . Deze winding
- A draait linksom.

- B draait rechtsom.
- C draait niet.
- D draait wel, maar het is niet te zeggen welke kant op.



Figuur 3

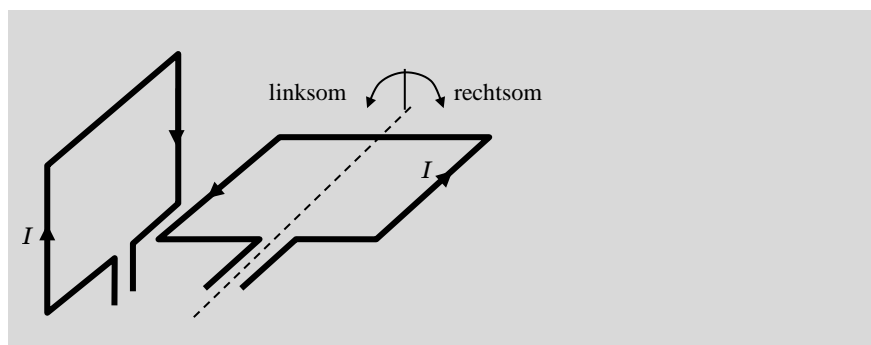
- 5 [V] De om een as (streeplijn) draaibare rechthoekige winding van figuur 4 bevindt zich in een homogeen magnetisch veld  $B$ . Door de winding loopt een stroom  $I$ .



Figuur 4

- Deze winding
- A draait linksom.
  - B draait rechtsom.
  - C draait niet.
  - D draait wel, maar het is niet te zeggen welke kant op.

- 6 [V] De om een as (streeplijn) draaibare rechthoekige winding van figuur 5 bevindt zich in het magnetisch veld van een tweede (niet draaibare) winding. Door beide windingen loopt een stroom  $I$ .



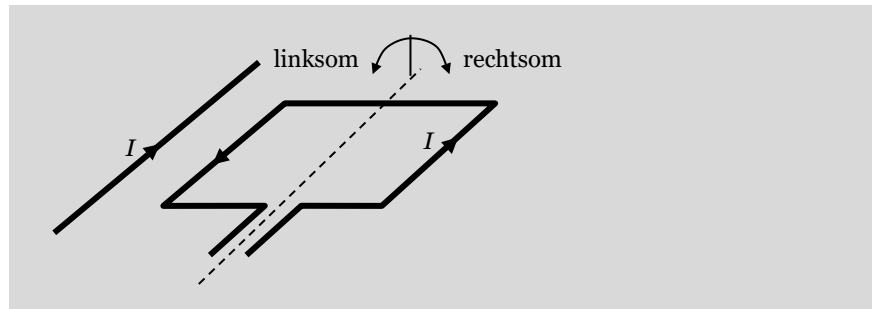
Figuur 5

- De draaibare winding
- A draait linksom.
  - B draait rechtsom.
  - C draait niet.
  - D draait wel, maar het is niet te zeggen welke kant op.

- 7 [V] De om een as (streeplijn) draaibare rechthoekige winding van figuur 6 bevindt zich in het magnetisch veld van een rechte stroomdraad. Door de winding en de draad loopt een stroom  $I$ .

De draaibare winding

- A draait linksom.
- B draait rechtsom.
- C draait niet.
- D draait wel, maar het is niet te zeggen welke kant op.

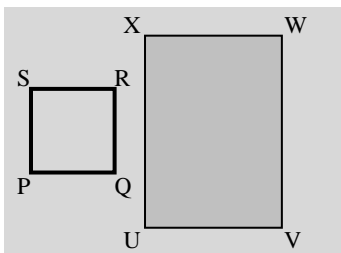


Figuur 6

- 8 [V] Elektronen voeren in een homogeen magnetisch veld een eenparige cirkelbeweging uit onder invloed van de Lorentzkracht die dienst doet als middelpuntzoekende kracht. Bij een bepaalde waarde van de magnetische veldsterkte en de snelheid van de elektronen hoort een cirkelbaan met een bepaalde straal. Als de elektronen met een tweemaal zo grote snelheid in een tweemaal zo sterk magnetisch veld bewegen, is de baanstraal
- A viermaal zo groot.
  - B tweemaal zo groot.
  - C even groot.
  - D tweemaal zo klein
  - E Geen van deze antwoorden is juist.
- 9 [V] Een bundel bewegende geladen deeltjes wordt afgebogen door een elektrisch veld en door een magnetisch veld. Maar als het elektrische en magnetisch veld loodrecht op elkaar staan, kan deze bundel rechtlijnig zijn (als de elektrische en magnetische veldsterktes juist zijn ingesteld). Welke eigenschap moet dan voor alle deeltjes in de bundel hetzelfde zijn?
- A De massa.
  - B De grootte van de lading.
  - C Het teken van de lading.
  - D Het teken en de grootte van de lading.
  - E De snelheid.

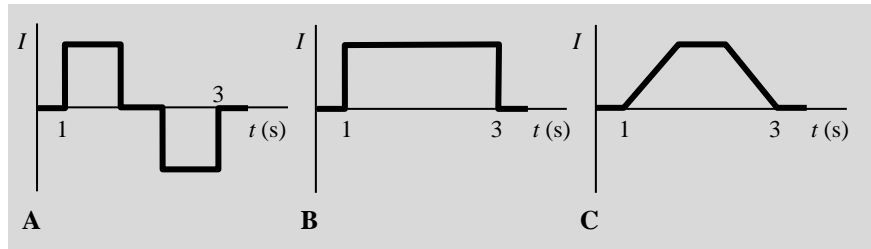
### Elektromagnetische inductie

- 10 [V] De magnetische flux  $\Phi$  in een spoel hangt af van
- A de grootte en richting van de magnetische veldsterkte.
  - B de grootte van de magnetische veldsterkte en de dwarsdoorsnede van de spoel.
  - C de grootte en richting van de magnetische veldsterkte en de dwarsdoorsnede van de spoel.
  - D de magnetische veldsterkte, de dwarsdoorsnede van de spoel en de inductiespanning.

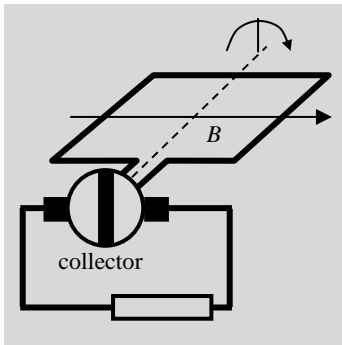


Figuur 7

- 11 [V] Binnen de rechthoek UVWX in figuur 7 bevindt zich een homogeen magnetisch veld. De magnetische veldsterkte staat loodrecht op dit vlak. Een winding PQRS wordt met constante snelheid door dit veld naar rechts geschoven. Op  $t = 1$  s passeert RQ de lijn XU en op  $t = 3$  s verlaat de winding het veld als SP de lijn WV passeert. Er ontstaat een inductiestroom  $I$  in de winding PQRS. Welk van de drie  $I, t$ -diagrammen in figuur 8 geeft de inductiestroom  $I$  als functie van de tijd  $t$  het beste weer?

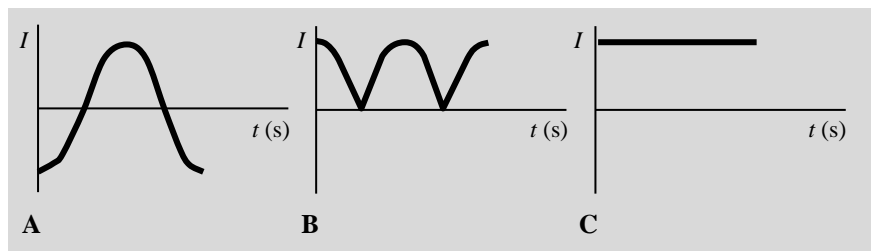


Figuur 8



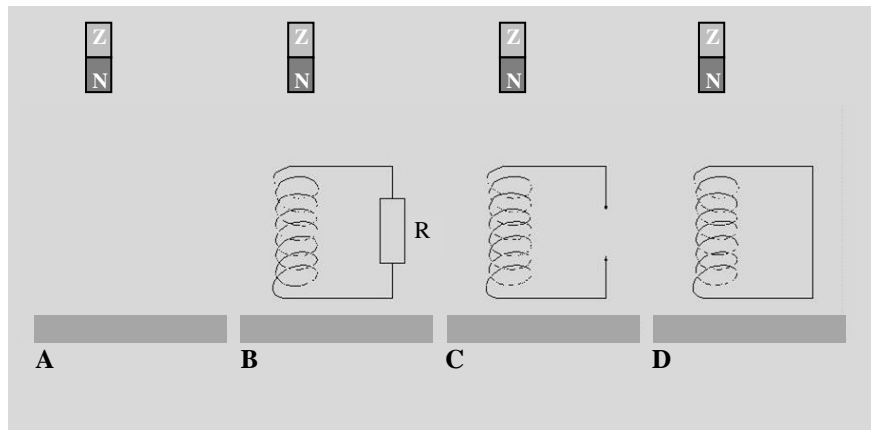
Figuur 9

- 12 [V] Bij het draaien van een draadraam om zijn as in een magnetisch veld loopt er een stroom  $I$  door de weerstand  $R$  (zie figuur 9). Het zwarte deel van de collector is een isolator. De richting van het veld en de draairichting zijn in de figuur aangegeven. De figuur geeft de stand van het draaiende draadraam op het tijdstip  $t = 0$  s. Welk van de drie  $I, t$ -diagrammen in figuur 10 geeft de stroomsterkte  $I$  als functie van de tijd  $t$  het beste weer?



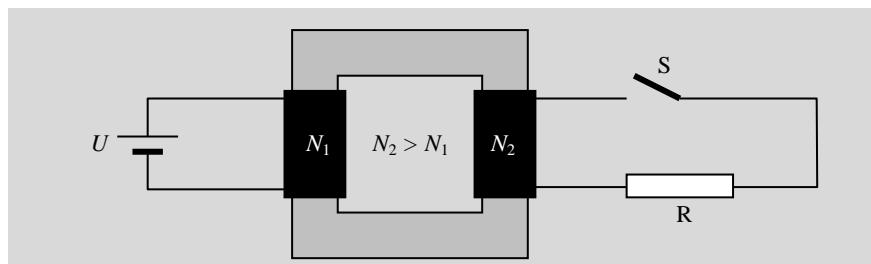
Figuur 10

- 13 [V] Een magneet laat men vanaf een vaste hoogte, al of niet door een spoel heen, op de grond vallen (zie figuur 11). In welke van de volgende vier gevallen is de valtijd het grootst?



Figuur 11

- 14 [V] Bij de transformator van figuur 12 is het aantal windingen van de secundaire spoel (rechts) groter dan het aantal windingen van de primaire spoel (links).



Figuur 12

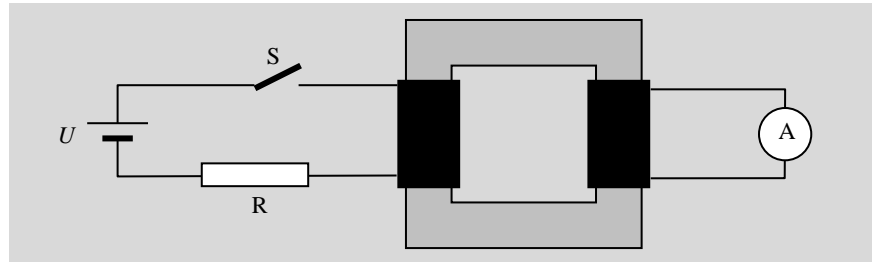
Als de schakelaar S wordt gesloten, is de spanning over de weerstand R

- A  $U \cdot N_2/N_1$
- B  $U \cdot N_1/N_2$
- C  $U$
- D nul

15 [V] De secundaire spoel (rechts) van de transformator in figuur 13 is aangesloten op een stroommeter.

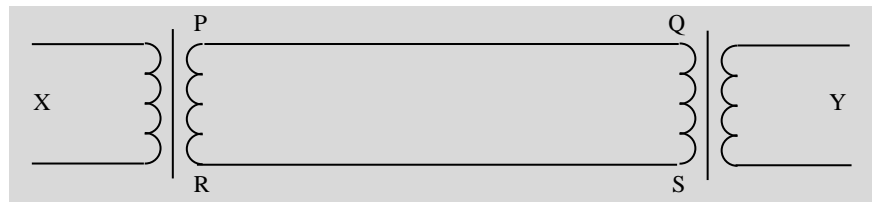
Als de schakelaar S wordt gesloten, geeft de stroommeter

- A een stroomsterkte nul aan.
- B gedurende een korte tijd een stroomsterkte ongelijk nul aan.
- C een constante stroomsterkte ongelijk nul aan.



Figuur 13

16 [V] Bij het transport van elektrische energie van X naar Y kan men met transformatoren het energieverlies beperken (zie figuur 14).



Figuur 14

Bij het transport treedt er zo weinig mogelijk energieverlies op als de spanning:

- 1 tussen P en Q zo groot mogelijk is.
- 2 tussen P en R zo groot mogelijk is.

Welke van deze twee uitspraken is juist?

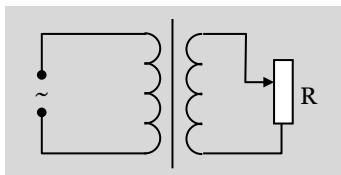
- A Alleen uitspraak 1 is juist.
- B Alleen uitspraak 2 is juist.
- C De uitspraken 1 en 2 zijn beide juist.
- D De uitspraken 1 en 2 zijn beide onjuist.

17 [V] De secundaire stroomsterkte bij de transformator van figuur 15 wordt verkleind door de weerstand R te vergroten. Wat gebeurt er met de primaire spanning en stroomsterkte?

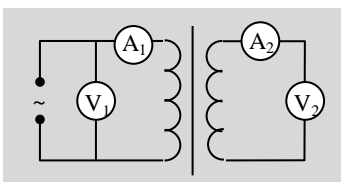
- 1 De primaire spanning wordt kleiner.
- 2 De primaire stroomsterkte wordt kleiner.

Welke van deze twee uitspraken is juist?

- A Alleen uitspraak 1 is juist.
- B Alleen uitspraak 2 is juist.
- C De uitspraken 1 en 2 zijn beide juist.
- D De uitspraken 1 en 2 zijn beide onjuist.



Figuur 15



Figuur 16

18 [V] In de schakeling van de transformator van figuur 16 zijn twee ideale stroommeters (weerstand nul) en twee ideale voltmeters (weerstand oneindig groot) opgenomen.

Meter  $V_1$  geeft een uitslag. Welke andere meters geven ook een uitslag?

- A  $A_1$

- B  $A_1$  en  $A_2$
- C  $A_1$ ,  $A_2$  en  $V_2$
- D  $A_1$  en  $V_2$

19 [V] In een hoogspanningsleiding wordt elektrische energie onder een spanning van 190 kV getransporteerd. Door warmteontwikkeling is er een energieverlies van 4%.

De energie wordt vervolgens getransporteerd onder een tweemaal zo grote spanning van 380 kV.

Hoe groot is nu het percentage energie dat in warmte wordt omgezet?

- A 1%
- B 2%
- C 8%
- D 16%

### Antwoorden meerkeuzevragen

1: E | 2: A | 3: C | 4: C | 5: B | 6: A | 7: D | 8: C | 9: E | 10: C | 11: A | 12: B | 13: D | 14: D | 15: B | 16: B | 17: B | 18: D | 19: A

## 2 Tekenvragen

### Magnetisch veld

20 [V] Teken in alle situaties (a t/m e) in figuur 17 het magnetisch veld door middel van veldlijnen met de juiste richting.

a Een staafmagneet.



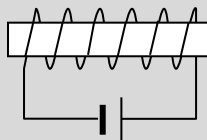
b Twee magneten met de noord- en zuidpool naar elkaar toe gericht.



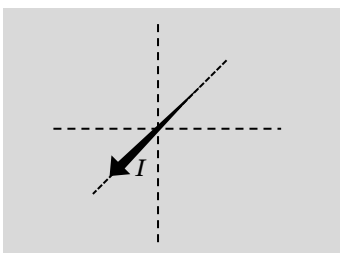
c Twee magneten met de noordpolen naar elkaar toe gericht.



d Een stroomspoel.



e Een stroomdraad. Deze stroomdraad staat loodrecht op het vlak van tekening. De stroomrichting is het papier uit (zie de 3D-tekening van figuur 18).

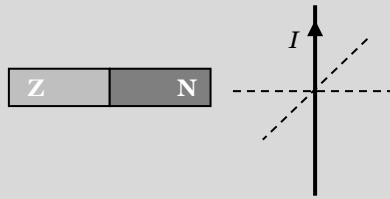


Figuur 18

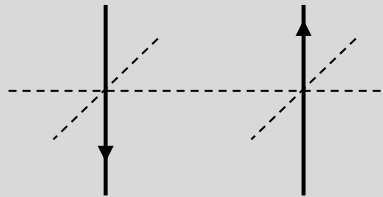
Figuur 17

21 [V] Teken in alle situaties (a t/m c) in figuur 19 de lorentzkracht op de stroomdra(a)d(en) in een magnetisch veld.

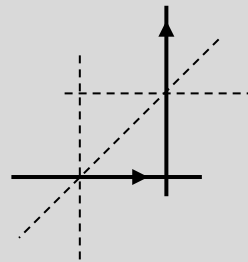
a Een stroomdraad in het magnetisch veld van een staafmagneet.



b Twee evenwijdige stroomdraden in elkaars magnetisch veld.



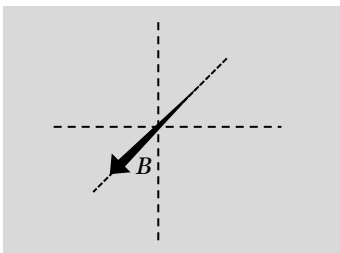
c Twee kruisende stroomdraden in elkaars magnetisch veld.



Figuur 19

### Beweging in een magnetisch veld

22 [V] In elke situatie (a en b) in figuur 20 zie je een deeltje met lading  $q$  (positief of negatief) in een magnetisch veld. Als het deeltje een beginsnelheid  $v_b$  heeft, is dat met een pijl aangegeven. Teken in elke situatie de baan van het deeltje in het magnetisch veld en schrijf erbij welk soort beweging het deeltje uitvoert.

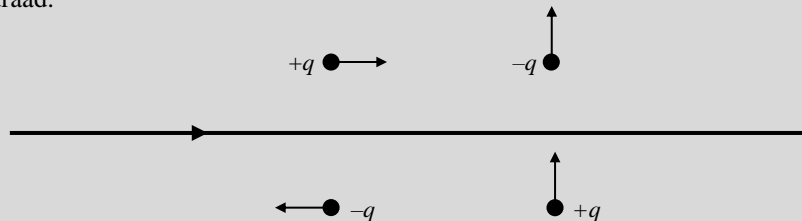


Figuur 21

a Positief en negatief geladen deeltjes in een homogeen magnetisch veld. De veldrichting is het papier uit (zie de 3D-tekening van figuur 21).



b Positief en negatief geladen deeltjes in het magnetisch veld van een stroomdraad.

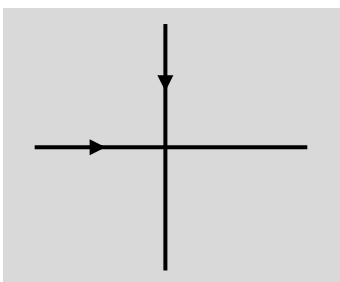


Figuur 20

### 3 Open vragen

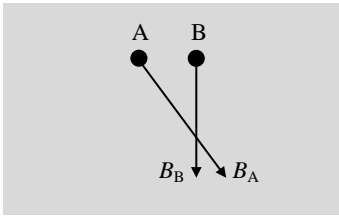
#### Magnetisch veld

- 23 [V] In hoeverre is de regel voor de interactie tussen magneetpolen vergelijkbaar met de regel voor de interactie tussen geladen deeltjes? En in welk opzicht zijn magneetpolen verschillend van elektrisch geladen deeltjes?
- 24 [V] De naar het noorden wijzende magneetpool wordt per definitie de noordpool van de magneet genoemd. Zou het voor de interactie tussen magneetpolen verschil uitmaken als deze keuze in het verleden andersom was uitgevallen? Dus: als de naar het noorden wijzende magneetpool de zuidpool van de magneet genoemd zou zijn?
- 25 [V] Geef commentaar op de volgende uitspraak: “Alle magneten zijn elektromagnetten.”
- 26 [V] Elk ijzeratoom is een kleine magneet. Waarom zijn dan niet alle ijzeren voorwerpen magneten?
- 27 [V] Als je een stuk ijzer in de buurt van de noordpool van een magneet legt, treedt aantrekking op. Waarom gebeurt dat ook als je het stuk ijzer in de buurt van de zuidpool van de magneet legt?
- 28 [V] Geef commentaar op de volgende uitspraak: “Een elektron ondervindt altijd een kracht in een elektrisch veld, maar niet altijd in een magnetisch veld.”
- 29 [V] Eén van de manieren om een kompas te maken is door een gemagnetiseerde naald in een kurk te steken en deze in een met water gevulde kom te laten drijven. De naald draait dan in de richting van het aardmagnetisch veld. De noordpool van de naald wordt vanuit noordelijke richting aangetrokken. Zal de naald daarom naar de noordkant van de kom drijven? Waarom wel of niet?
- 30 [V] Hoe groot is de totale magnetische kracht op een kompasnaald? Verklaar hoe het dan kan dat de kompasnaald in de richting van het aardmagnetisch veld draait.
- 31 [V] Een magneet oefent een aantrekkende kracht uit op een paperclip. Oefent de paperclip dan een kracht uit op de magneet? Zo nee: waarom niet. Zo ja: is de kracht van de paperclip dan even groot als de kracht van de magneet op de paperclip, of groter of kleiner?
- 32 [V] Oefent een stroomdraad een kracht uit op een magneet? Waarom wel of niet?
- 33 [V] Waarom is de magnetische veldsterkte in het midden van een stroomwinding groter dan de magnetische veldsterkte op dezelfde afstand rondom een stroomdraad (waarin de stroom even groot is).
- 34 [V] Waarom zorgt een stuk ijzer in een stroomwinding voor een grotere magnetische veldsterkte?
- 35 [V] Waarom bestaan zeer sterke elektromagnetten (zoals bijvoorbeeld in deeltjesversnellers) uit supergeleidende spoelen?
- 36 [V] Twee lange stroomdraden kruisen elkaar loodrecht. Ze raken elkaar net niet. In elk van de draden loopt een even grote stroom in de richtingen zoals weergegeven in figuur 22. Geef aan in welke punten de totale magnetische veldsterkte nul is.



Figuur 22



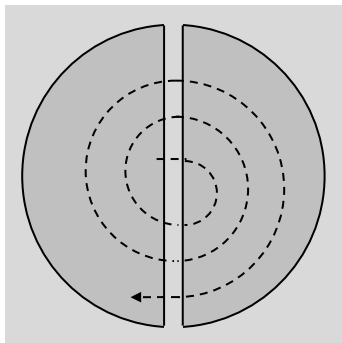


Figuur 23

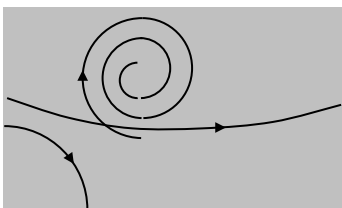
- 37 [V] Waarom kunnen magnetische veldlijnen elkaar nooit snijden?
- 38 [V] In figuur 23 zie je twee punten (A en B) in een magnetisch veld. In beide punten is de magnetische veldsterkte  $B$  in die twee punten weergegeven. Is dit mogelijk? Zo nee, waarom niet. En zo ja, schets een mogelijk verloop van de magnetische veldlijnen door deze twee punten.

### Beweging in een magnetisch veld

- 39 [V] Kan een elektron in rust in een magnetisch veld door dat magnetische veld in beweging gebracht worden?
- 40 [V] Is het mogelijk dat een homogeen magnetisch veld de hieronder beschreven bewegingen van een geladen deeltje veroorzaakt? Leg uit waarom wel of niet. En zo ja: onder welke omstandigheden dat dan het geval is.
- Een eenparige rechtlijnige beweging.
  - Een eenparige versnelde rechtlijnige beweging.
  - Een kromlijnige beweging (vergelijkbaar met de beweging bij een horizontale worp).
  - Een eenparige cirkelbeweging.
- 41 [V] Een magnetisch veld kan elektronen afbuigen, maar het kan geen arbeid verrichten op de elektronen waardoor hun snelheid zou veranderen. Waarom niet?
- 42 [V] Een bewegend geladen deeltje ondervindt een lorentzkracht in een magnetisch veld. Dan is het logisch dat een magnetisch veld ook een lorentzkracht uitoefent op een stroomdraad. Leg uit waarom.
- 43 [V] Als je een magneet voor de beeldbuis van een ('ouderwetse') tv houdt, zal het beeld vervormen. Verklaar dit. **Let op:** Don't do this at home. Als je erin slaagt om het metalen masker achter het fluorescentiescherm te magnetiseren, zal het beeld vervormd blijven, ook als je de magneet weer weghaalt.
- 44 [V] De elektronenbundel in een ('ouderwetse') tv of computermonitor wordt aangestuurd door magnetische velden. Wat is de richting van het magnetisch veld dat de elektronen omhoog en omlaag laat bewegen? En wat is de richting van het magnetisch veld dat de elektronen naar links en rechts laat bewegen?



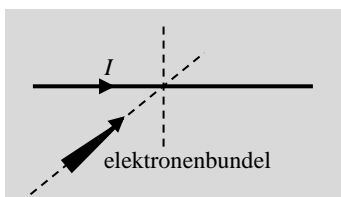
Figuur 24 – Bovenaanzicht van een cyclotron.



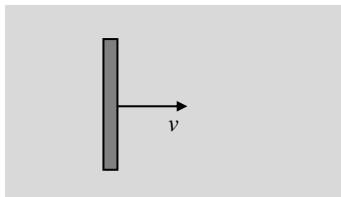
Figuur 25 – Sporen van geladen deeltjes in een bellenvat.

- 45 [V] Een cyclotron is een apparaat voor het versnellen van geladen deeltjes tot een hoge snelheid waarbij ze een spiraalvormige baan doorlopen zoals in figuur 24 in bovenaanzicht is weergegeven. De geladen deeltjes bewegen in een elektrisch veld en in een magnetisch veld. Eén van deze velden veroorzaakt een snelheidstoename, het andere veld veroorzaakt de gekromde baan. Welk veld zorgt waarvoor?
- 46 [V] In een massaspectrometer bewegen ionen in een magnetisch veld, waardoor ze worden afgebogen en op een detector invallen. Als verschillende eenmaal geïoniseerde atomen met dezelfde snelheid in het magnetisch veld bewegen, worden ze dan in dezelfde mate afgebogen of niet?
- 47 [V] Geladen deeltjes die door een bellenvat bewegen, veroorzaken zichtbare sporen die bestaan uit kleine waterstofbellen (zie figuur 25). In het bellenvat heerst een homogeen magnetisch veld. De magnetische veldlijnen staan loodrecht op het papier en gaan het papier in. In de figuur zie je ook de sporen van drie geladen deeltjes. De pijl geeft de bewegingsrichting van elk van de drie deeltjes aan.
- Welke lading (positief of negatief) heeft elk van de drie deeltjes?
  - Als de drie deeltjes een even grote massa en een even grote lading hebben, welk deeltje heeft dan de grootste snelheid?

- c Als de drie deeltjes een even grote snelheid en een even grote lading hebben, welk deeltje heeft dan de grootste massa?
- 48 [V] In een cirkelstraalbuis worden elektronen eerst versneld in het homogeen elektrisch veld tussen twee tegengesteld geladen platen. Daarna komen de elektronen in een homogeen magnetisch veld, waarin ze een eenparige cirkelbeweging uitvoeren.
- a De spanning over de platen wordt viermaal zo groot gemaakt. Hoeveel keer zo groot is daardoor de snelheid waarmee de elektronen het magnetisch veld binnenkomen?
- b Hoeveel keer zo groot is daardoor de lorentzkracht op de bewegende elektronen?
- c En hoeveel keer zo groot of zo klein is daardoor de baanstraal van de elektronen in het magnetisch veld?
- d Hoe moet de sterkte van het magnetisch veld veranderen om de straal van de cirkelbaan weer even groot te maken als voor het vergroten van de spanning het geval was?



Figuur 26

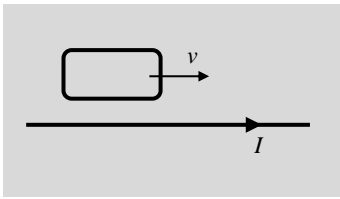


Figuur 27

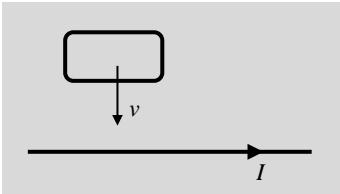
- 49 [V] De elektronen in een elektronenbundel bewegen naar een stroomdraad in een richting loodrecht op die stroomdraad, zoals in figuur 26. In welke richting worden de elektronen afgebogen?
- 50 [VE] Een geladen deeltje beweegt in een cirkelbaan in een homogeen magnetisch veld. Nu wordt een elektrisch veld met dezelfde richting als het magnetisch veld ingeschakeld. Beschrijf de baan die het geladen deeltje dan gaat uitvoeren.
- 51 [VE] Een metalen staaf beweegt met een constante snelheid naar rechts in een homogeen magnetisch veld zoals in figuur 27. De magnetische veldlijnen staan loodrecht op het papier en komen het papier uit.
- a Als gevolg van deze beweging wordt het ene uiteinde van de staaf positief en het andere uiteinde negatief geladen. Verklaar dit.
- b Welk uiteinde wordt positief en welk uiteinde negatief geladen?
- c Na verloop van tijd nemen de ladingen aan de uiteinden van de staaf niet verder toe. Verklaar dit.
- 52 [VE] In dit leerstofdoemien heb je kennisgemaakt met twee velden: het elektrisch veld en het magnetisch veld.
- a Leg uit waarom we in de natuurkunde het idee van een ‘veld’ eigenlijk gebruiken.
- b Vergelijk de ideeën van het elektrisch en het magnetisch veld met elkaar. Geef daarbij op zijn minst één overeenkomst en één verschil tussen deze twee velden.
- c Naast het elektrisch en magnetisch veld kennen we ook het ‘gravitatieveld’. Hoe lopen de veldlijnen in zo’n gravitatieveld? En hoe zou je de veldsterkte van dat gravitatieveld definiëren?

### Elektromagnetische inductie

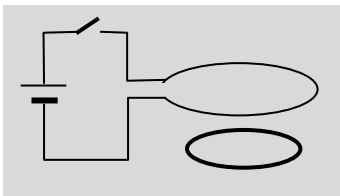
- 53 [V] Wat moet er veranderen om een inductiespanning over een spoel op te wekken?
- 54 [V] Van welke twee factoren hangt de inductiespanning over een spoel af?
- 55 [V] Wat is het verschil tussen de begrippen ‘magnetische flux’ en ‘magnetisch veld’?
- 56 [V] Een magneet nadert een spoel. Daardoor ontstaat over de spoel een inductiespanning. Hoeveel keer zo groot is die inductiespanning bij een tweemaal zo sterke magneet die de spoel met een tweemaal zo grote snelheid nadert?



Figuur 28



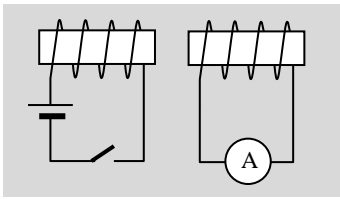
Figuur 29



Figuur 30

- 57 [V] Een magneet nadert een kortgesloten spoel. Leg uit welke wisselwerking er optreedt tussen de magneet en de spoel: aantrekking of afstoting?
- 58 [V] In figuur 28 beweegt een draadwinding met een constante snelheid langs een lange rechte stroomdraad. Is er sprake van een (inductie)stroom in de draadwinding? Zo ja: in welke richting?
- 59 [V] In figuur 29 beweegt een draadwinding met een constante snelheid naar een lange rechte stroomdraad toe. Is er sprake van een (inductie)stroom in de draadwinding? Zo ja: in welke richting?
- 60 [V] Een magneet nadert een stroomspoel met één winding, veroorzaakt een inductiespanning en als gevolg daarvan een inductiestroom in de winding. Dezelfde magneet nadert op dezelfde manier een stroomspoel met twee windingen. De stroomdraad van deze tweede spoel is even dik en tweemaal zo lang als de stroomdraad van de eerste spoel.
- Hoeveel keer zo groot is de inductiespanning over de tweede spoel?
  - De door de inductiespanning veroorzaakte inductiestroom is in beide spoelen even groot. Verklaar dit.
- 61 [V] Een stroomwinding is via een schakelaar aangesloten op een gelijkspanningsbron zoals in figuur 30. Onder de winding ligt een dunne metalen ring.
- Wordt de ring door de winding aangetrokken of afgestoten bij het sluiten van de schakelaar?
  - En wat gebeurt er met de ring als de schakelaar daarna weer wordt geopend?
- 62 [V] Wat is de basale *overeenkomst* tussen een elektromotor en een generator (of dynamo)? En wat is het basale *verschil* tussen deze twee apparaten?
- 63 [V] Waarom gaat het laten ronddraaien van een dynamo zwaarder als de dynamo is aangesloten op een stroomkring met een lamp?
- 64 [V] Verklaar de volgende uitspraak: “Een elektromotor is tegelijkertijd een motor en een generator.” En geldt deze uitspraak ook voor een generator?
- 65 [V] Bij de veiligheidscontrole op een vliegveld loop je door een zwak magnetisch veld van een grote stroomspoel. Wat gebeurt er als je met een klein stuk metaal door dat veld loopt?
- 66 [V] Op een strook magnetisch materiaal in een plastic kaart is een magnetische code aangebracht door de strook op verschillende plaatsen in tegengestelde richtingen te magnetiseren. Wat gebeurt er als je deze strook langs een smalle spoel beweegt? En wat is hiervan een praktische toepassing?
- 67 [V] Om een normaal huishoudelijk apparaat aan te sluiten op de accu van een auto is een apparaat nodig dat de 12 of 24 V gelijkspanning van de accu omzet in een 230 V wisselspanning. Een deel van de schakeling in dit apparaat maakt van de gelijkspanning een wisselspanning, en een ander deel gebruikt een transformator om de spanning te verhogen. Maakt het uit in welke volgorde het apparaat deze twee ‘handelingen’ uitvoert?
- 68 [V] Het element van een elektrische gitaar moet de trilling van de (metalen) snaar omzetten in een wisselspanning. Zo’n element zit onder de snaar, en bestaat uit een spoel rondom een permanente magneet. Leg uit hoe dat element werkt.
- 69 [V] De stroomsterkte in een cirkelzaag die op een normale manier ronddraait is relatief klein. Maar als de zaag bij het zagen van een stuk hout vastloopt, en de motor draait niet meer, neemt de stroomsterkte sterk toe en raakt de motor

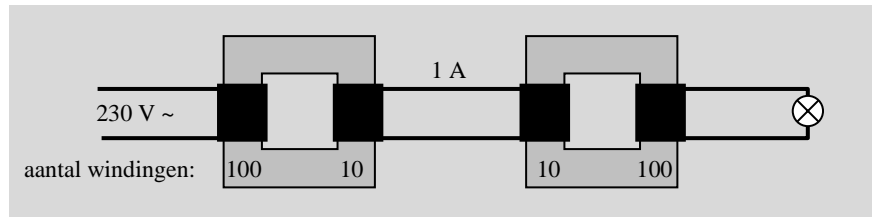
oververhit. Verklaar dit.



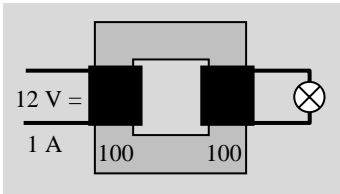
Figuur 31

- 70** [V] In figuur 31 zie je twee spoelen. De eerste spoel is aangesloten op een batterij (gelijkspanningsbron). De tweede spoel is aangesloten op een stroommeter.
- Wat gebeurt er met de aanwijzing van de stroommeter als de schakelaar wordt gesloten? En wat als de schakelaar weer wordt geopend?
  - Hoe veranderen je antwoorden bij de vorige vraag als er een weekijzeren kern in de spoelen is geschoven?

- 71** [V] Hoe groot is de spanning over en de stroomsterkte in de lamp in de schakeling van figuur 32?



Figuur 32



Figuur 33

- 72** [V] In de schakeling van figuur 33 staat over de primaire spoel een 12 V gelijkspanning.
- Hoe groot is de spanning over en de stroomsterkte in de lamp?
  - Hoe veranderen je antwoorden bij de vorige vraag als over de primaire spoel een 12 V wisselspanning staat?

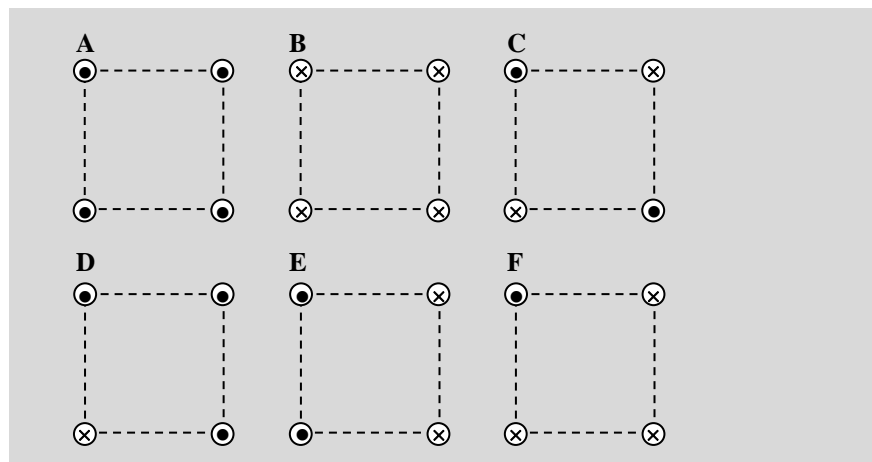
- 73** [V] Je kunt een transformator opvatten als een elektrische hefboom. Wat vergroot (of verkleint) deze hefboom? En wat vergroot (of verkleint) deze hefboom niet?

#### 4 Ordeningsvragen

Bij de volgende ordeningsvragen zet je steeds een aantal situaties op volgorde. Als er twee of meer situaties zijn die gelijk 'scoren', dan komen die situaties op dezelfde plaats in jouw volgorde te staan. Je geeft dat bijvoorbeeld aan door ze te omcirkelen. En ten slotte leg je de redenering achter jouw volgorde uit.

#### Magnetisch veld

- 74** [V] In figuur 34 zijn zes situaties getekend waarbij stroomdraden in de hoeken van een vierkant loodrecht op het papier staan.



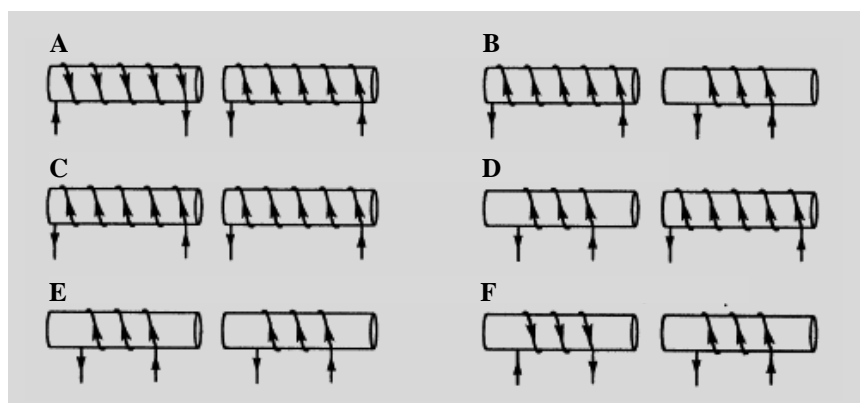
Figuur 34

De stroom door de draden is steeds even groot, maar de stroomrichtingen zijn wel verschillend (de stroom gaat het papier in of komt het papier uit, aangegeven met een stip resp. kruis in de stroomdraad).

Zet de zes situaties op volgorde op basis van de magnetische veldsterkte in het snijpunt van de diagonalen van het vierkant. Begin met de situatie waarin de magnetische veldsterkte het grootst is.

- 75 [V] In figuur 35 zijn zes paren elektromagneten getekend. In elke situatie is de stroomsterkte steeds even groot, staan de elektromagneten steeds op dezelfde afstand van elkaar en hebben ze steeds dezelfde lengte en diameter. Het aantal windingen en de richting van de stroom zijn wel verschillend.

- a Zet de zes situaties op volgorde op basis van de kracht die ze op elkaar uitoefenen. Begin met de situatie waarin de aantrekkende kracht het grootst is, en geef als laatste de situatie waarin de afstotende kracht het grootst is.

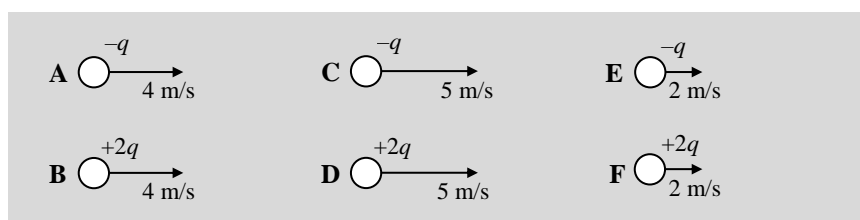


Figuur 35

- b Zet de zes situaties op volgorde op basis van de magnetische veldsterkte in het punt midden tussen de twee magneten. Begin met de situatie waarin deze veldsterkte het grootst is.

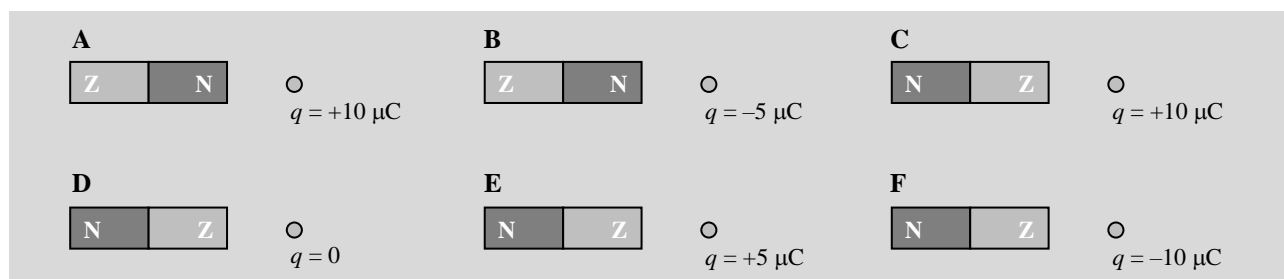
- 76 [V] In figuur 36 bewegen zes geladen deeltjes in een homogeen magnetisch veld. De deeltjes hebben verschillende lading en snelheid. De veldrichting is het papier uit.

Zet de zes geladen deeltjes op volgorde op basis van de lorentzkracht die ze ondervinden. Begin met het deeltje waarop deze kracht het grootst is.



Figuur 36

- 77 [V] In figuur 37 bevinden zich zes geladen deeltjes in rust op dezelfde afstand van een permanente magneet. In elke situatie heeft de magneet dezelfde sterkte.

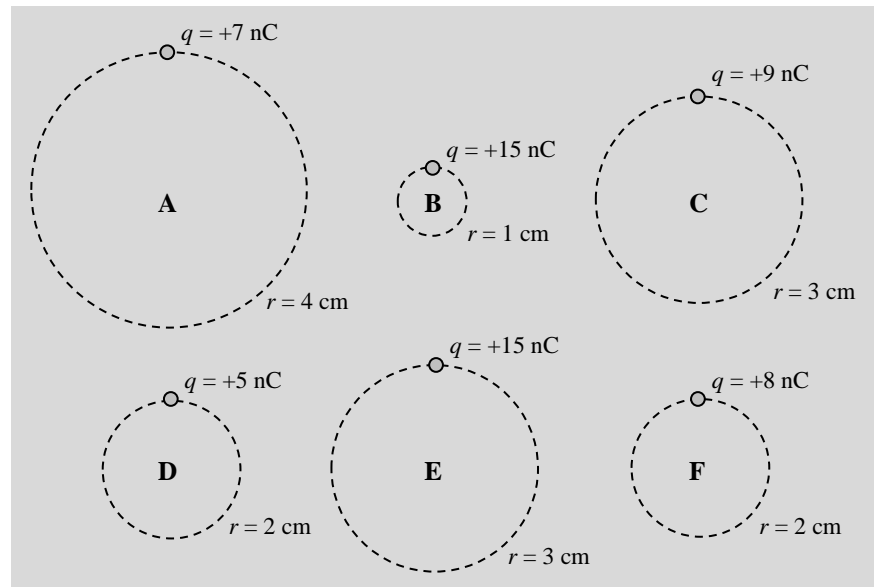


Figuur 37

Zet de zes situaties op volgorde op basis van de magnetische kracht die de magneet op het geladen deeltje uitoefent. Begin met de situatie waarin de aantrekkende kracht het grootst is, en geef als laatste de situatie waarin de afstotende kracht het grootst is.

### Beweging in een magnetisch veld

- 78 [V] Bewegende geladen deeltjes zullen in een homogeen magnetisch veld een cirkelbaan doorlopen, zoals in figuur 38. De sterkte van het magnetisch veld is per situatie verschillend. In de zes situaties hebben alle deeltjes dezelfde massa en dezelfde snelheid, maar een verschillende lading.

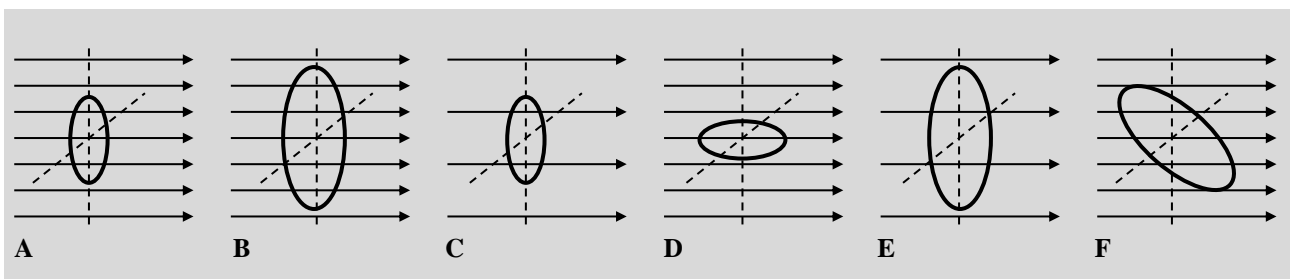


Figuur 38

- Zet de zes situaties op volgorde op basis van de versnelling van de deeltjes. Begin met de situatie waarin deze versnelling het grootst is.
- Zet de zes situaties op volgorde op basis van de kracht die de deeltjes ondervinden. Begin met de situatie waarin deze kracht het grootst is.
- Zet de zes situaties op volgorde op basis van de arbeid die de kracht op de deeltjes verricht. Begin met de situatie waarin deze arbeid het grootst is.
- Zet de zes situaties op volgorde op basis van de veldsterkte van het magnetisch veld. Begin met de situatie waarin deze veldsterkte het grootst is.

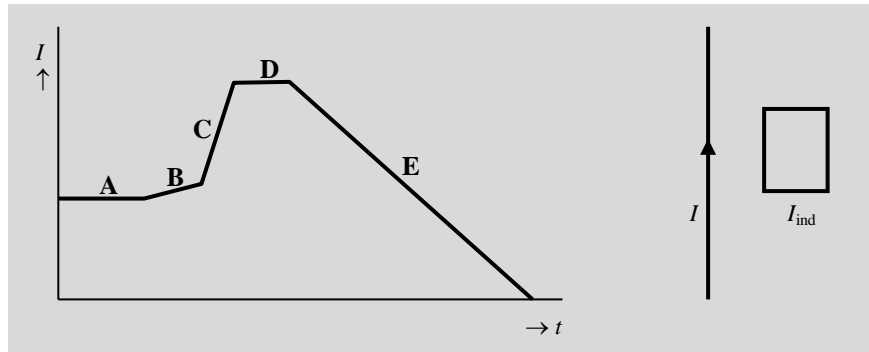
### Elektromagnetische inductie

- 79 [V] In figuur 39 zijn zes metalen ringen in homogene magnetische velden geplaatst. Sommige ringen hebben een tweemaal zo grote oppervlakte als de andere. Ook de sterkte van de magnetische velden is verschillend (zie de 'dichtheid' van de getekende veldlijnen). Zet de zes situaties op volgorde op basis van de magnetische flux door de ring. Begin met de situatie waarin de magnetische flux het grootst is.



Figuur 39

- 80 [V] In een stroomdraad loopt een in de tijd veranderende stroom  $I$  zoals in het diagram van figuur 40. Naast deze stroomdraad staat een kortgesloten, vierkante winding. In deze winding kan een inductiestroom  $I_{\text{ind}}$  optreden. Zet de grootte van de inductiestroom tijdens de verschillende tijdintervallen in het diagram op volgorde. Begin met het tijdinterval waarin de inductiestroom in de winding het grootst is.



Figuur 40