



E8 h8 verdiepingsopgaven

Auteur	Its Academy
Laatst gewijzigd	08 may 2015
Licentie	CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie
Webadres	https://maken.wikiwijs.nl/51311



Dit lesmateriaal is gemaakt met Wikiwijs van Kennisnet. Wikiwijs is hét onderwijsplatform waar je leermiddelen zoekt, maakt en deelt.

Inhoudsopgave

8 Verdiepingsopgaven

Opgave 1

Opgave 2

Opgave 3

Opgave 4

Opgave 5

Opgave 6

Opgave 7

Opgave 8

Over dit lesmateriaal

8 Verdiepingsopgaven

We hebben hier een aantal relevante opgaven geselecteerd uit examens van afgelopen jaren om mee te oefenen. Omdat het hier om eindexamens gaat komen er ook af en toe vragen voorbij die betrekking hebben op onderwerpen die je eerder al geleerd hebt, zoals bijvoorbeeld mechanica. Deze hoef je voor dit hoofdstuk niet per sé te doen, maar ze kunnen zeer nuttig zijn om de verschillende hoeken van de natuurkunde met elkaar te leren combineren.

Opgave 1

Opgave 1 Elektromotor (uit HAVO 1996 II)

In figuur 1 staat een schematische, sterk vereenvoudigde tekening van een elektromotor.

Doordat de elektromotor draait, wordt een blokje omhoog gehesen.

□

Het wieltje W en de spoel $ABCD$ zijn bevestigd aan de as van de elektromotor. Bij het omhoog hijsen wordt het koord waaraan het blokje hangt om het wieltje gewonden. Zijde CD van de spoel is 3,6 cm lang, zijde BC is 3,0 cm lang. R en S zijn verbonden met een gelijkspanningsbron. Tussen de noordpool en de zuidpool bevindt zich een homogeen magneetveld. Op zijde CD van de spoel is een punt P getekend.

a. Teken in punt P de magnetische inductie B , de lorentzkracht F_l op de spoel en de stroomsterkte I door de spoel tijdens het omhoog hijsen van het blokje.

Bij een bepaalde stroomsterkte door de spoel is de lorentzkracht op zijde CD in de getekende situatie 1,6 N. De spoel heeft 50 windingen. De grootte van de magnetische inductie is 0,25 T

b. Bereken de grootte van de stroomsterkte.

Als het blokje opgehesen is, wordt het wieltje even vastgehouden. Vervolgens wordt de spanningsbron tussen R en S vervangen door een gloeilampje. Als men het wieltje nu loslaat, beweegt het blokje omlaag. Het lampje gaat dan even branden.

c. Leg uit waarom het lampje gaat branden. Gebruik in je antwoord het begrip magnetische flux.

Opgave 2

Opgave 2 (Uit havo eindexamen 2005 II)

Protonen worden versneld in een zogenaamd cyclotron. In dit apparaat doorloopt een proton een steeds grotere cirkelbaan. Per omloop doorloopt het proton vier keer een versnelspanning van 50 kV. Per omloop neemt daardoor zijn kinetische energie toe met 200 keV.

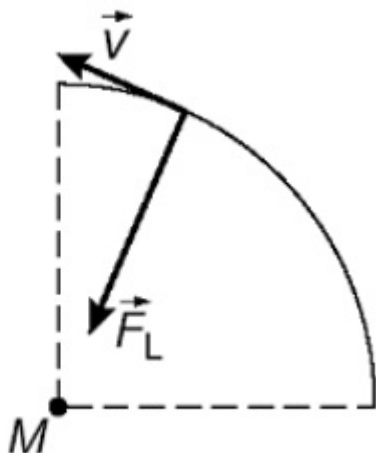
a. Bereken de snelheid van een proton dat vanuit rust één omloop heeft doorlopen.

In de gebieden waar het proton niet wordt versneld, is zijn snelheid constant. Een magnetisch veld zorgt ervoor dat het proton daar een kwart cirkelbaan beschrijft.

De middelpuntzoekende kracht F_{mpz} die nodig is om deze cirkelvormige baan te doorlopen, wordt

geleverd door de lorentzkracht F_L op het proton. Zie figuur 4.

figuur 4



Voor deze kracht geldt:

$$F_L = Bqv$$

Hierin is:

- B de sterkte van het magnetisch veld (inT),
- q de lading van het proton (inC),
- v zijn snelheid (inm/s).

Op een gegeven moment heeft een proton een snelheid van $2,5 \cdot 10^7$ m/s. Met deze snelheid doorloopt het een cirkelbaan met een straal van 48 cm.

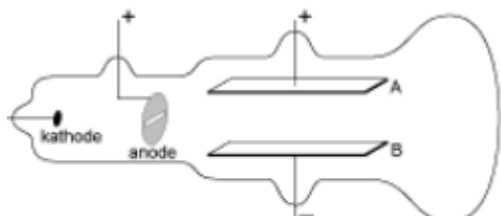
b. Bereken de sterkte van het magnetisch veld in het cyclotron. Bereken daartoe eerst F_{mpz} .

Opgave 3

Opgave 3 Thomson (uit 1996-1, VWO)

In 1896 waren lading en massa van het elektron nog niet bekend.

Een paar jaar later slaagde de natuurkundige J.J. Thomson er wel in de verhouding van lading en massa experimenteel te bepalen.



figuur 1

figuur 1

Hij gebruikte daarvoor een zogenaamde kathodestraalbuis, die vereenvoudigd is weergegeven in figuur 1.

De bij de kathode vrijkomende elektronen worden tussen kathode en anode versneld.

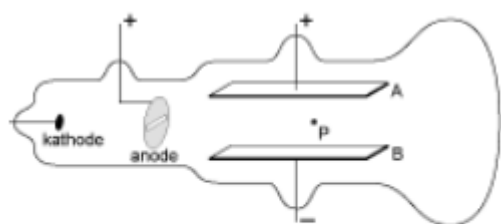
De elektronen die de spleet in de anode passeren, komen vervolgens terecht in een homogeen elektrisch veld tussen twee platen A en B, met een snelheid evenwijdig aan die platen. De grootte van de elektrische veldsterkte is $2,5 \times 10^4 \text{ V m}^{-1}$. De afstand tussen de platen is 1,2 cm. In de buis heerst vacuüm.

a. Bereken het potentiaalverschil tussen de platen A en B.

Door in het gebied tussen de platen ook een homogeen magneetveld aan te leggen, zorgde Thomson ervoor dat de elektronenbundel geen afbuiging tussen de platen onderging.

De zwaartekracht op de elektronen is te verwaarlozen. Figuur 1 staat ook op de bijlage. Daar is een punt P aangegeven op de baan van de elektronen.

b. Leg met behulp van een tekening uit welke richting het magneetveld in P heeft. Geef daarbij een toelichting.



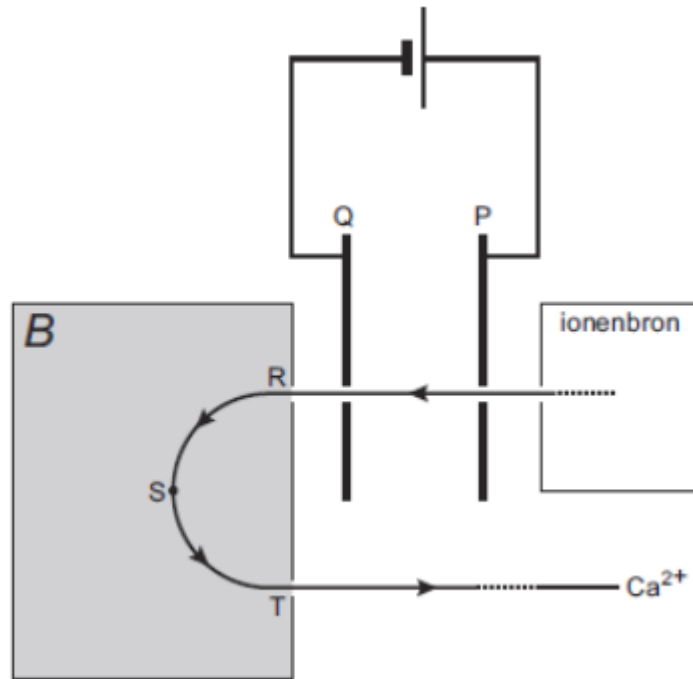
figuur 2

Opgave 4

Opgave 4 (uit VWO 2005-I)

In een ionenbron worden verschillende calciumionen geproduceerd. Deze ionen worden gescheiden door ze eerst in een elektrisch veld te versnellen en daarna in een magnetisch veld af te buigen. In figuur 4 is schematisch de opstelling getekend met daarin de baan die een Ca^{2+} -ion doorloopt.

figuur 4



De snelheid waarmee het Ca^{2+} -ion uit de versneller komt, hangt samen met de amplitude en frequentie van de wisselspanning. Men wil deze snelheid verhogen. Binnen de linker rechthoek heerst een homogeen magnetisch veld B dat loodrecht op het vlak van tekening staat. Een deel van figuur 4 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

a. Bepaal de richting van de magnetische inductie B .

Teken daartoe eerst in de figuur op de uitwerkbijlage in het punt S:

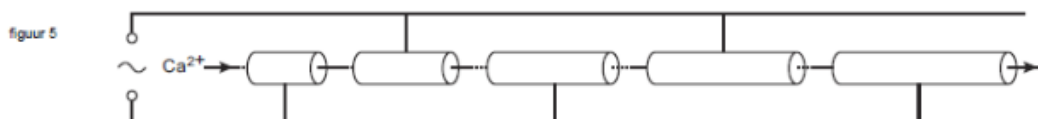
1. de richting van de stroom I of snelheid v
2. de richting van de lorentzkracht F_L op de ionen.

Het Ca^{2+} -ion verlaat de ionenbron met een verwaarloosbare snelheid.

De spanning tussen de platen P en Q is 2,40 kV. De afstand RT bedraagt 52,6 cm.

b. Bereken de grootte van de magnetische inductie B .

Omdat het Ca^{2+} -ion een zeer grote snelheid moet krijgen, wordt het vervolgens door een lineaire versneller geleid. Zo'n versneller bestaat uit een aantal cilindervormige metalen buisjes, die zijn aangesloten op een wisselspanning. Zie figuur 5.



c. Beredeneer voor de spanning tussen P en Q, en de afstand RT, of de ingestelde waarde daartoe moet worden vergroot of verkleind naarmate het deeltje verderop in de lineaire versneller komt.

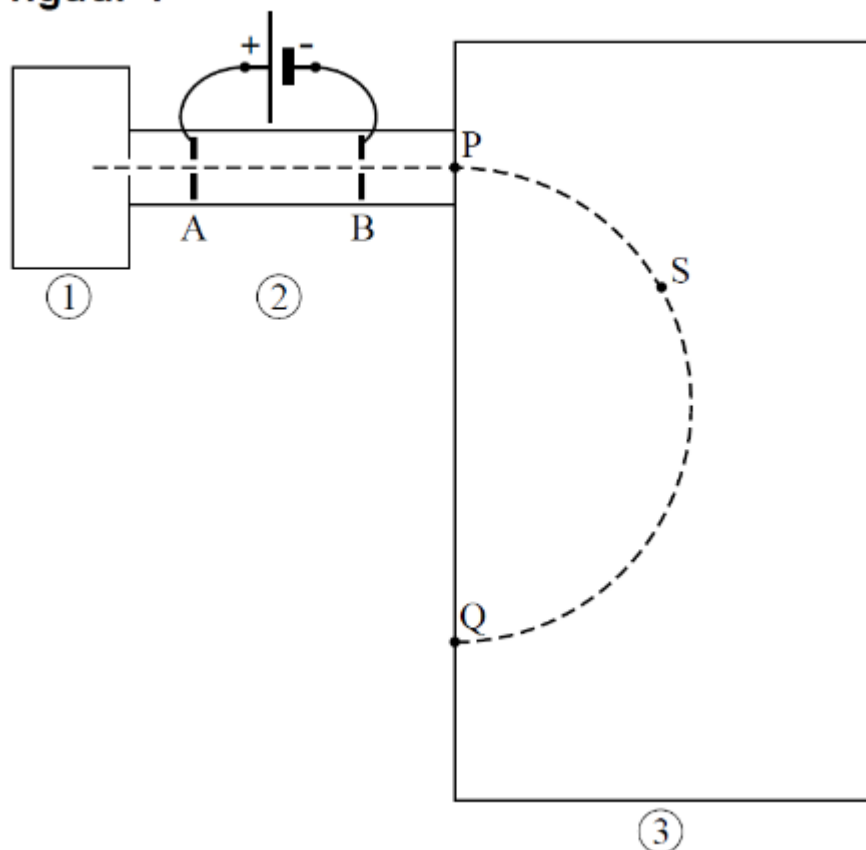
Opgave 5

Opgave 5 Massaspectrometer (uit examen VWO 2010-I)

Lood in ertsen uit mijnen bestaat voornamelijk uit de isotopen lood-206, lood-207 en lood-208. De herkomst van lood in loden voorwerpen is daarom vaak te bepalen uit de verhouding waarin deze isotopen voorkomen.

Om na te gaan of een bepaalde isotoop in een stofmengsel aanwezig is, kan een massaspectrometer gebruikt worden. In figuur 1 wordt een massaspectrometer schematisch weergegeven.

figuur 1



Het stofmengsel wordt eerst gasvormig gemaakt en daarna onder lage druk in de ionisatieruimte (1) gebracht. De geïoniseerde moleculen of atomen komen vervolgens in een vacuümruimte (2). Hierin worden ze door een elektrisch veld versneld. In ruimte (3) worden ze door een magnetisch veld afgebogen en ten slotte in punt Q gedetecteerd.

Een mengsel met éénwaardige positieve ionen van lood-206, lood-207 en lood-208 komt met een te verwaarlozen beginsnelheid in ruimte (2). De ionen worden in het elektrische veld tussen de platen A en B versneld. Tussen B en P veranderen de snelheden niet meer.

a. Bereken welke van de drie isotopen in P de grootste snelheid heeft.

Vervolgens worden de deeltjes afgebogen door het magnetische veld. De ionen doorlopen een halve cirkelbaan.

b. Bepaal in met behulp van figuur 1 de richting van het magnetische veld in ruimte (3). Geef daartoe eerst in punt S de richtingen aan van de snelheid en de Lorentzkracht.

In punt Q worden de ionen gedetecteerd. Uit de sterkte van het magnetische veld B en de versnelling U_{AB} kan worden afgeleid om welke isotoop het gaat.

De massa van een isotoop kan worden berekend met de volgende formule:

$$m = \frac{B^2 \cdot q \cdot r^2}{2U_{AB}}$$

Hierin is:

- B de sterkte van het magnetisch veld;
- q de lading van het ion;
- r de straal van de cirkelbaan;
- U_{AB} de versnelspanning.

c. Leid deze formule af uit formules die in Binas staan.

De sterkte van het magnetisch veld wordt ingesteld op 0,182 T. De afstand PQ bedraagt 56,0 cm.

d. Bereken de versnelspanning waarbij lood-207-ionen in de detector in punt Q terechtkomen.

Opgave 6

Opgave 6 Ralph en Norton (uit VWO 2002 I)

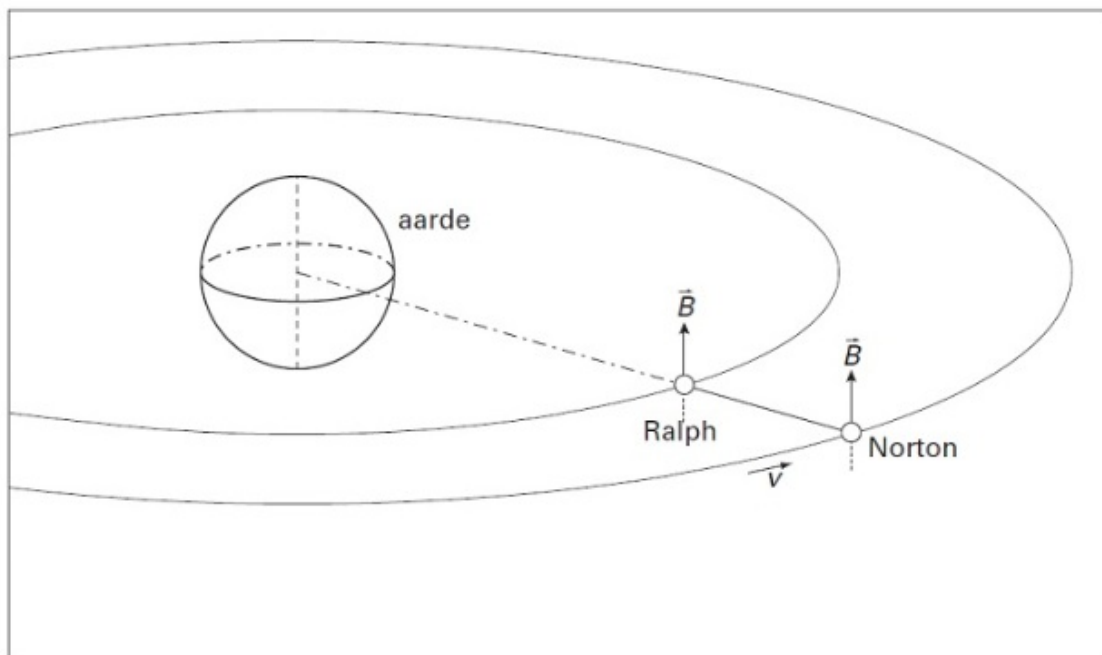
Lees het artikel.

Met een onbemande raket werden eind junitwee satellieten, Ralph en Norton, op 1000 kilometer hoogte in een baan om de aarde gebracht. Ze zijn door een 4,0 kilometer lange draad geleidend met elkaar verbonden. In de toekomst hoopt men elektriciteit op te wekken door de grote snelheid van zo'n lange, geleidende draad in het magnetische veld van de aarde.

De positie van beide satellieten wordt vanaf de aarde voortdurend gemeten. In de periode dat het duo werd bekeken, bevonden Norton, Ralph en het middelpunt van de aarde zich steeds op één lijn.

naar: NRC Handelsblad, juli 1996

De banen van Ralph en Norton liggen in het vlak van de evenaar. In figuur 1 is de afstand tussen de satellieten overdreven groot weergegeven.



figuur 1

De baansnelheid van Ralph is $7,4 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$.

De draad tussen de twee satellieten bestaat uit sterke kunststof met een dunne koperdraad als kern. In de koperdraad bevinden zich in totaal $1,1 \cdot 10^{23}$ vrije elektronen. De magnetische inductie B van het magnetische veld van de aarde staat loodrecht op het vlak van de evenaar (zie figuur 1). De grootte van B is gelijk aan $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

- a. Bereken de totale lorentzkracht op alle vrije elektronen samen.
- b. Beredeneer welke richting de lorentzkracht heeft op de vrije elektronen in de koperdraad.

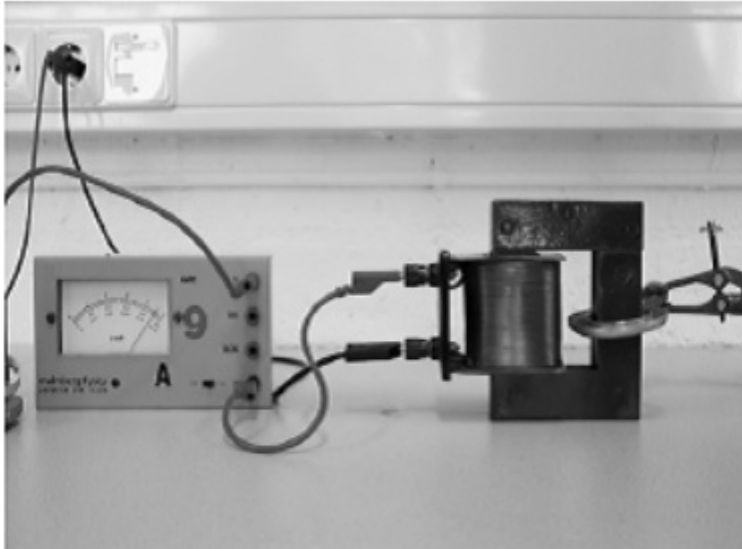
Ten gevolge van de lorentzkracht verschuiven de vrije elektronen in de draad ten opzichte van het metaalrooster. Hierdoor ontstaat een elektrisch veld. Door dit elektrische veld ondervinden de elektronen behalve de lorentzkracht ook een elektrische kracht. Deze twee krachten zijn met elkaar in evenwicht.

- c. Bereken de elektrische spanning over de draad. Bereken daartoe eerst de elektrische veldsterkte in de draad.

Opgave 7

Opgave 7 Trafo-koken (VWO 2008-II)

Bij een demonstratieproef in de klas wordt een transformator gebruikt. Zie figuur 3.



figuur 3

Het rechthoekige juk is de weekijzeren kern. De primaire spoel van de transformator heeft 600 windingen. De secundaire spoel bestaat uit een aluminium ring in de vorm van een goot.



figuur 4

Van deze goot is in figuur 4 een schetste zien. Deze goot kan een vloeistof bevatten. De transformator wordt aangesloten op een wisselspanning.

a. Leg uit hoe de transformator ervoor zorgt dat er een stroom gaat lopen door de aluminium ring.

De primaire spoel wordt aangesloten op de netspanning van 230 V. De stroom door deze spoel is dan 4,6 A. Neem aan dat dit een ideale transformator is.

b. Bereken de stroomsterkte in de aluminium ring.

Opgave 8

Opgave 8 Het magnetische veld bij de aarde (uit VWO 1988 I)

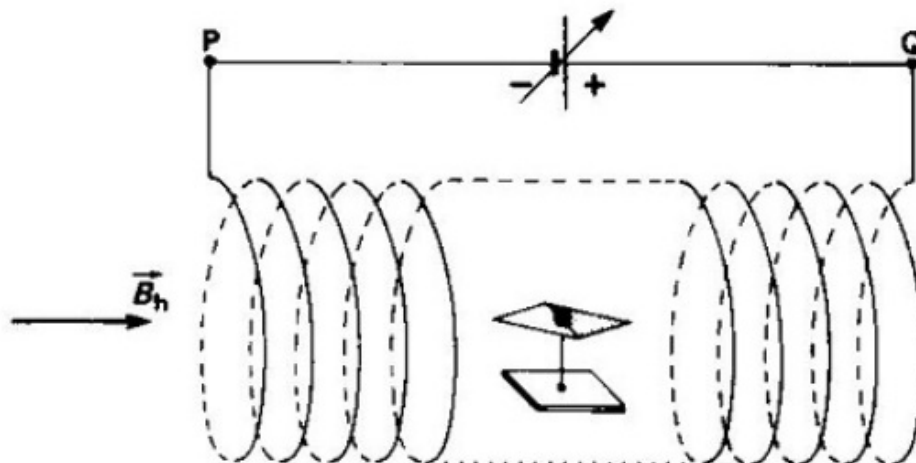
Een kompasnaald staat horizontaal opgesteld en geeft de richting aan van de horizontale component B_h van de magnetische veldsterkte van het aardmagnetische veld.

Men geeft de kompasnaald vervolgens een kleine uitwijking uit zijn evenwichtsstand. De punt van de

naald gaat dan harmonisch trillen met een amplitude van 3,0 mm en een trillingstijd van 1,8 s.

a. Bereken de snelheid van de punt van de kompasnaald bij het passeren van de evenwichtsstand.

figuur 12



Een spoel wordt evenwijdig aan B_h opgesteld en aangesloten op een regelbare spanningsbron. De kompasnaald wordt midden in de spoel geplaatst. Zie figuur 12. Men stuurt een elektrische stroom door de spoel. De stroom in de spoel is zó gericht dat de richting van het magnetische veld van de spoel tegengesteld is aan de richting van B_h . Bij een stroomsterkte van 2,2 mA in de spoel is de magnetische veldsterkte van de spoel even groot als B_h .

De resulterende magnetische veldsterkte in de spoel is dan nul. De naald gaat dan na een duwtje niet slingeren, maar ronddraaien. De spoel is 25 cm lang en heeft 1600 windingen.

Voor de grootte van de magnetische veldsterkte in de spoel geldt:

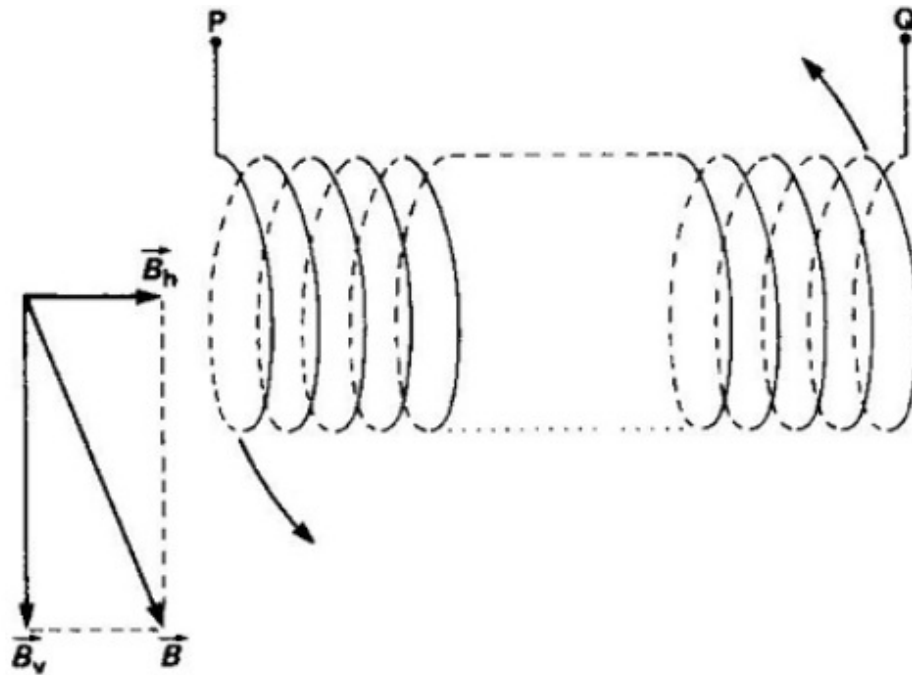
$$B_{spoel} = 1,2 \cdot 10^{-6} \frac{N \cdot I}{l}$$

Hierin is N het aantal windingen; I (hoofdletter i) is de stroomsterkte in de spoel en l (kleine letter L) is de lengte van de spoel.

b. Bereken de grootte van B_h .

De spanningsbron en de kompasnaald worden verwijderd. De uiteinden P en Q van de spoel worden nu verbonden met een instrument dat het verloop van de spanning als functie van de tijd kan registreren. De spoel wordt vervolgens vanuit de getekende stand enkele malen met constante hoeksnelheid rondgedraaid in een verticaal vlak. De draaizin is in figuur 13 aangegeven.

figuur 13

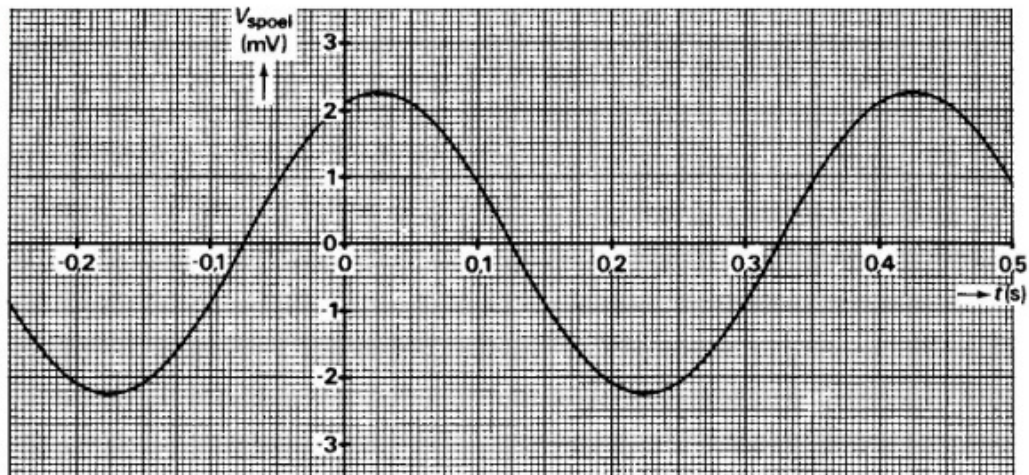


De verticale component B_v van het aardmagnetische veld is omlaag gericht.

c. Leg met behulp van figuur 13 uit, welk van de uiteinden van de spoel de hoogste potentiaal heeft op het moment dat de getekende stand wordt gepasseerd: P dan wel Q.

De inductiespanning die bij het ronddraaien over de spoel ontstaat, is in figuur 14 weergegeven als functie van de tijd t . Eén van de momenten waarop de spoel de in figuur 13 getekende stand passeert, wordt $t = 0$ gesteld.

figuur 14

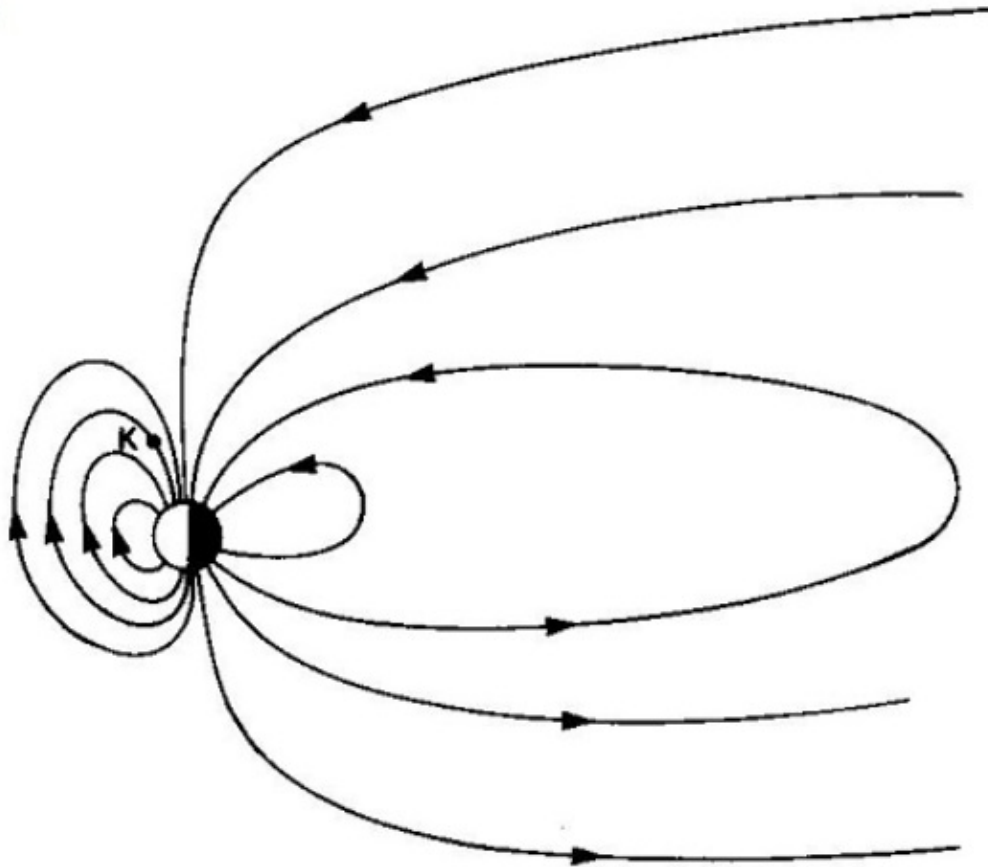


d. Laat met behulp van figuur 14 zien dat de richting van de magnetische veldsterkte B van het aardmagnetische veld een hoek van 68° maakt met het horizontale vlak.

e. Bereken de grootte van de magnetische veldsterkte B van het aardmagnetische veld.

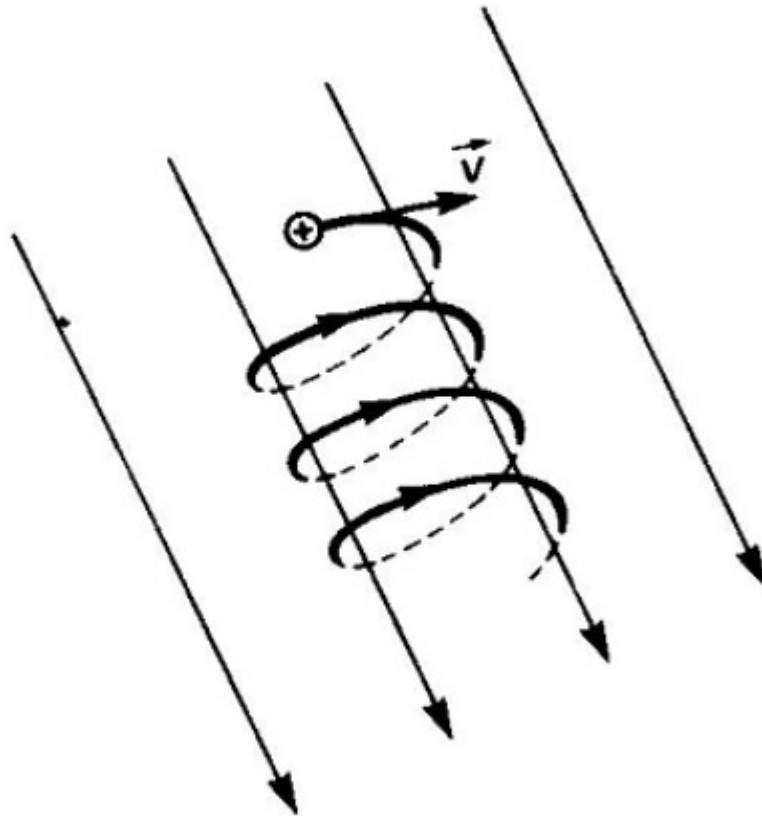
Het magnetische veld van de aarde strekt zich tot ver in de ruimte uit. Het wordt beïnvloed door de zon. Het veld is getekend in figuur 15. Protonen, afkomstig uit de zon, kunnen soms diep doordringen in dit veld, bijvoorbeeld tot bij K.

figuur 15



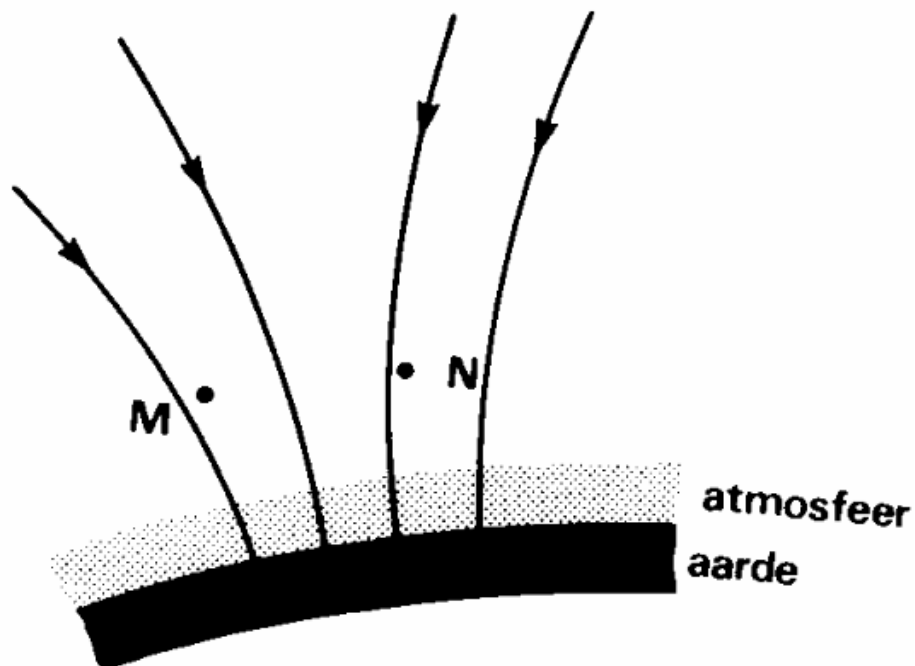
Als een proton beweegt in een homogeen magnetisch veld en daarbij een snelheid heeft die niet loodrecht staat op de richting van dit magnetische veld, beschrijft het proton een schroefbaan met een as evenwijdig aan de magnetische veldlijnen Zie figuur 16.

figuur 16



Als een proton in de omgeving van K een schroefbaan beschrijft die naar de aarde toe is gericht, komt het in een gebied waar de veldlijnen steeds dichter bij elkaar liggen. De situatie is in figuur 17 schematisch weergegeven. Beschouw daar een proton dat bij M loodrecht uit het vlak van tekening komt en dat bij N het vlak van tekening in gaat.

figuur 17



f. Leg uit dat dit proton bij M ten gevolge van het magnetische veld een kracht ondervindt met een component die van de aarde af is gericht. Maak hierbij gebruik van de tekening van figuur 17.

Over dit lesmateriaal

Colofon

Dit materiaal is achtereenvolgens ontwikkeld en getest in een SURF-project (2008-2011: e-klassen als voertuig voor aansluiting VO-HO) en een IIO-project (2011-2015: e-klassen&PAL-student). In het SURF project zijn in samenwerking met vakdocenten van VO-scholen, universiteiten en hogescholen e-modules ontwikkeld voor Informatica, Wiskunde D en NLT. In het IIO-project (Innovatie Impuls Onderwijs) zijn in samenwerking modules ontwikkeld voor de vakken Biologie, Natuurkunde en Scheikunde (bovenbouw havo/vwo). Meer dan 40 scholen waren bij deze ontwikkeling betrokken. Organisatie en begeleiding van uitvoering en ontwikkeling is gecombineerd vanuit **B&apartners/Its Academy,** een samenwerkingsverband tussen scholen en vervolgopleidingen. Zie ook www.itsacademy.nl De auteurs hebben bij de ontwikkeling van de module gebruik gemaakt van materiaal van derden en daarvoor toestemming verkregen. Bij het achterhalen en voldoen van de rechten op teksten, illustraties, en andere gegevens is de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht. Mochten er desondanks personen of instanties zijn die rechten menen te kunnen doen gelden op tekstgedeeltes, illustraties, enz. van een module, dan worden zij verzocht zich in verbinding te stellen met de programmamanager van de Its Academy (zie website). Gebruiksvoorwaarden: creative commons cc-by sa 3.0 Handleidingen, toetsen en achtergrondmateriaal zijn voor docenten verkrijgbaar via de b&tasteunpunten.

Auteur	Its Academy
Laatst gewijzigd	08 may 2015 om 11:32
Licentie	Dit lesmateriaal is gepubliceerd onder de Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie. Dit houdt in dat je onder de voorwaarde van naamsvermelding en publicatie onder dezelfde licentie vrij bent om: <ul style="list-style-type: none">• het werk te delen - te kopiëren, te verspreiden en door te geven via elk medium of bestandsformaat• het werk te bewerken - te remixen, te veranderen en afgeleide werken te maken• voor alle doeleinden, inclusief commerciële doeleinden.

[Meer informatie over de CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie](#)

Aanvullende informatie over dit lesmateriaal

Van dit lesmateriaal is de volgende aanvullende informatie beschikbaar:

Leerniveau	;
Leerinhoud en doelen	;
Eindgebruiker	leerling/student
Moeilijkheidsgraad	moeilijk
Trefwoorden	e-klassen rearrangeerbaar