

Opgaven en uitwerkingen vind je op www.agtijmensen.nl

Oefen vt vwo5 h6 Elektromagnetisme

Opgave 1. Elektrisch veld

In de vacuüm gepompte beeldbuis van een TV staan twee evenwijdige vlakke metalen platen op 5,0 cm afstand verticaal opgesteld. Zie figuur 1. Plaat B (en de +pool van de spanningsbron) zijn geaard. In plaat B zitten gaatjes. Tussen de platen is de elektrische veldsterkte gelijk aan $4,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$. Elektronen die bij plaat A stil staan worden versneld en passeren de gaatjes in plaat B.

- Bereken de elektrische kracht op een elektron.
- Bereken de snelheid waarmee de elektronen plaat B passeren.
- Teken drie elektrische veldlijnen.
- Teken de elektrische kracht op een elektron.

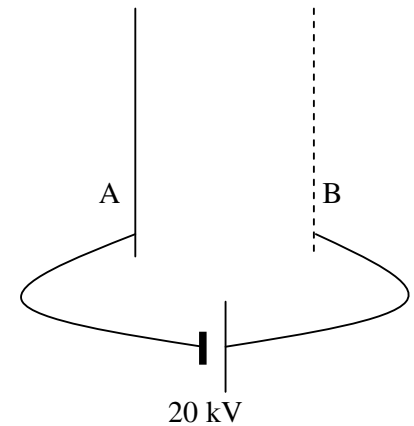


Fig. 1

Opgave 2 Magneettrein (ce havo N&T 2005-1)

In Lathen in Duitsland bevindt zich de testbaan van de zo genoemde Transrapid. Dat is een magneettrein die zich over een speciale baan voortbeweegt. Zie figuur 4.

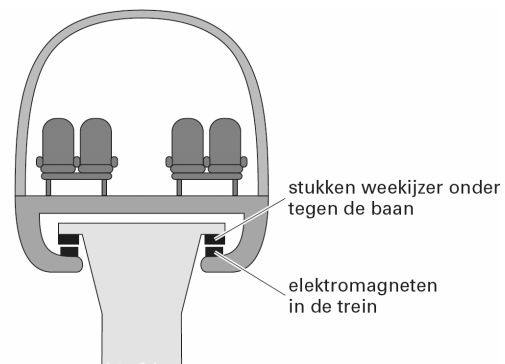
figuur 4



Onder tegen de baan bevinden zich stukken weekijzer. In het deel van de trein dat zich onder de baan bevindt, zorgen elektromagneten ervoor dat de trein gaat zweven. Zie figuur 5.

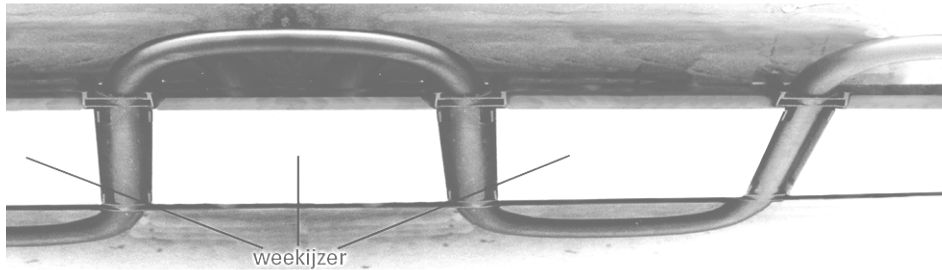
Het magnetisch veld van de elektromagneten zorgt tevens voor de voortstuwing van de trein. Daarvoor is onder tegen de baan een kabel

figuur 5



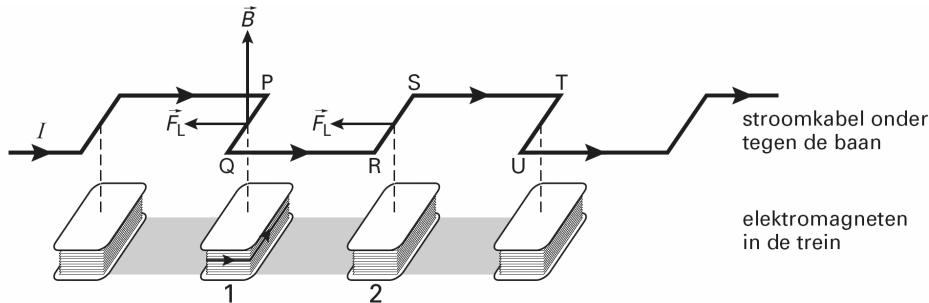
aangebracht die zich tussen de stukken weekijzer door slingert. Zie de foto van figuur 6.

figuur 6



In figuur 7 is zo'n stuk kabel en een aantal elektromagneten schematisch weergegeven. In deze figuur zijn de stukken weekijzer weggelaten.

figuur 7



In de situatie die door figuur 7 wordt weergegeven, bevindt elektromagneet 1 zich recht onder het stuk kabel tussen de punten P en Q. Het stuk heeft een lengte van 0,26 m en bevindt zich geheel in het magnetische veld van de elektromagneet eronder.

De magnetische inductie B ter hoogte van PQ bedraagt gemiddeld 7,3 T.

Door de kabel loopt een stroom van $1,2 \cdot 10^3$ A.

2p 1

Bereken de grootte van de lorentzkracht op dit stuk kabel.

In figuur 7 is ook te zien dat elektromagneet 2 zich recht onder het stuk kabel tussen de punten R en S bevindt. Zoals is aangegeven, heeft de lorentzkracht op stuk RS dezelfde richting als de lorentzkracht op stuk PQ.

In figuur 7 is de richting van de stroom in elektromagneet 1 aangegeven.

3p 2

Leg uit of de stroom in elektromagneet 2 in dezelfde richting loopt als in elektromagneet 1 of in tegengestelde richting.

De elektromagneten in de trein veroorzaken een lorentzkracht op de kabel in de baan.

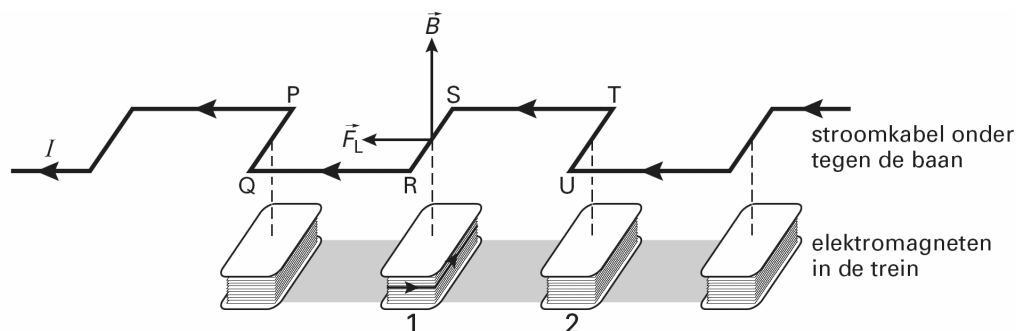
In figuur 7 is met F_L de richting van de lorentzkracht aangegeven.

2p 3

Leg uit waarom de trein naar rechts beweegt. Gebruik bij je uitleg een natuurkundige wet.

Als de trein beweegt, moet de stroom door de kabel in de baan steeds op het goede moment van richting worden veranderd. Vergelijk de figuren 7 en 8. De stroom in de kabel verandert van richting als een elektromagneet een afstand gelijk aan QR heeft afgelegd.

figuur 8



De afstand QR is 0,26 m.

Op een bepaald moment heeft de trein een snelheid van 400 km/h.

4p **4** Bereken de frequentie van de wisselstroom in de kabel in deze situatie.

Opgave 3 Nieuw element (Vwo Natuurkunde 1,2 ce 2005-I)

Lees het artikel.

artikel Kernfysici zien nieuw element

Russische onderzoekers hebben vermoedelijk het element met atoomnummer 114 geproduceerd. Al tientallen jaren proberen natuurkundigen met deeltjesversnellers kunstmatig zware kernen te maken. Zij schieten lichte kernen met hoge snelheid op zware kernen af in de hoop samensmelting tot stand te brengen.

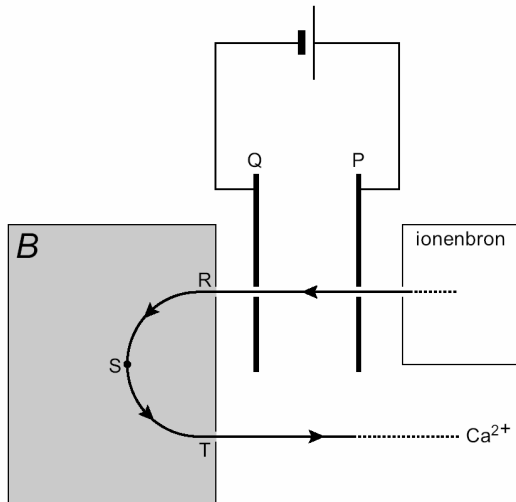
Bij het Russische onderzoek werden calcium-48-ionen geschoten op plutonium-244.

Uit het radioactief verval van de gevormde atoomkern konden de onderzoekers afleiden dat bij deze botsing de isotoop met 175 neutronen van element 114 gevormd was. Het gevormde element zou een levensduur hebben van 30 seconde, buitengewoon lang voor zo'n zware atoomkern.

naar: NRC Handelsblad, 30-01-1999

Voor dit experiment zijn calcium-ionen nodig met hoge snelheid. 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 met een massa van $7,965 \cdot 10^{-26}$ kg doorloopt.

figuur 4



Binnen de linker rechthoek heerst een homogeen magnetisch veld B dat loodrecht op het vlak van tekening staat.

3p **5** Bepaal de richting van de magnetische inductie B .

Teken daartoe eerst in figuur 4 in het punt S:

- de richting van de stroom I ;
- 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.

5p **6** Bereken de grootte van de magnetische inductie B .

----- Einde opgaven -----

Uitwerkingen**Opgave 1. Elektrisch veld**

- a. Geg.: $E = 4,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ en $q = (-)e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Gevr. F_e

Soort probleem: versnelling in elektrisch veld

Opl.: BINAS $E = F_e/q$

$$F_e = q \cdot E = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4,0 \cdot 10^5 = 6,4 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

- b. Verder gegeven in BINAS: $\Delta E_k = q\Delta V$, $E_k = 1/2mv^2$ en massa elektron: $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

$$1/2mv_B^2 - 1/2mv_A^2 = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 20 \cdot 10^3$$

Vul in: $v_A = 0$ en $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

$$\text{Uitkomst: } v_B = 8,4 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

- c. Zie figuur 2.

N.B. Veldlijnen lopen van + naar - pool.

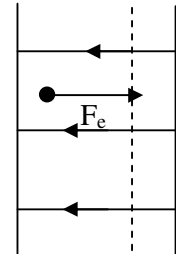


Fig. 2

Opgave 2 Magneettrein

1. $F_L = BIl = 7,3 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot 0,26 = 2,3 \cdot 10^3 \text{ N}$

2. In RS is de stroom I tegengesteld gericht aan de stroom in PQ.

Op beide stukken is F_L naar links.

Conclusie: B bij PQ is tegengesteld aan B bij RS dus moet ook de stroomrichting in de spoelen 1 en 2 tegengesteld zijn.

3. De kracht die de spoelen op de kabel uitoefenen is naar links gericht, dus de kabel oefent een tegengestelde kracht uit op de spoelen (en de trein). De wet actiekracht = - reactiekracht is van toepassing.

4. De snelheid van de trein is $400 \text{ km/h} = 111 \text{ m/s}$

De trein moet de afstand QR afleggen, dat duurt een tijd $t = s/v = 0,26/111 = 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

De periode van de wisselspanning $T = 2 \cdot t = 4,68 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

$$f = 1/T = 1/4,68 \cdot 10^{-3} = 2,1 \cdot 10^2 \text{ Hz}$$

Opgave 3 Nieuw element

5. Zie tekening. In S is F_L gericht naar het middelpunt van de cirkel.

I is omlaag (v is omlaag en bij een +deeltje heeft I dezelfde richting als v)

B is het papier in. (F_L =linkerduim, I is vingers, B opvangen)

6. $q\Delta V = \Delta \frac{1}{2}mv^2$

lading $q = 2e = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$m = 7,965 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

$\Delta V = 2,40 \cdot 10^3 \text{ V}$

$v_{\text{begin}} = 0$

Uitkomst $v_{\text{eind}} = 1,390 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

Voor de cirkelbeweging geldt $F_L = F_{\text{mpz}}$

ofwel $Bqv = mv^2/r$ ofwel $B = mv/(qr)$

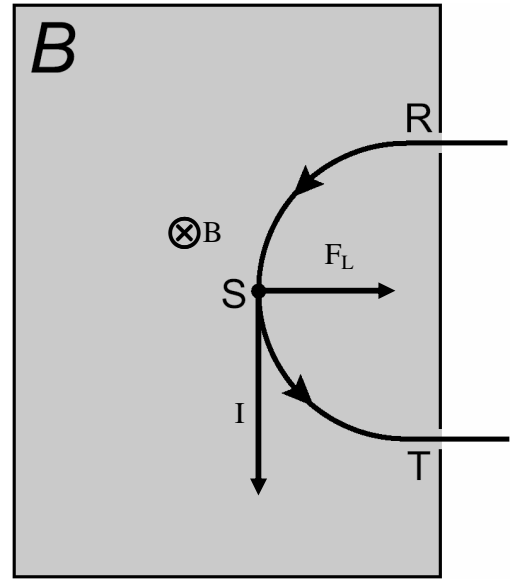
Vul in: $v = 1,390 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

$r = 0,526/2 = 0,263 \text{ m}$

$m = 7,965 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

$q = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Uitkomst: **$B = 0,131 \text{ T}$**



----- Einde uitwerking opgaven -----