

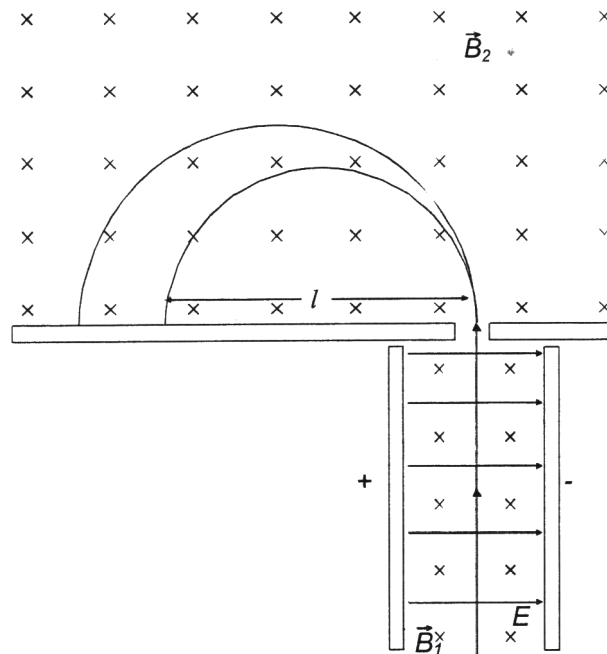
Elektromagnetisme (NS-103b)

9 november 2005

Opgave 1

(28 punten)

In een massaspectrometer passeert een bundel ionen eerst een snelheidsfilter met de onderling loodrechte velden \vec{E} en \vec{B}_1 , zoals aangegeven in de figuur. De geselecteerde ionen komen vervolgens in een homogeen \vec{B}_2 veld terecht waarin ze afgebogen worden. Veronderstel dat de ionen enkelvoudig geladen zijn met lading $+|e|$ of $-|e|$.



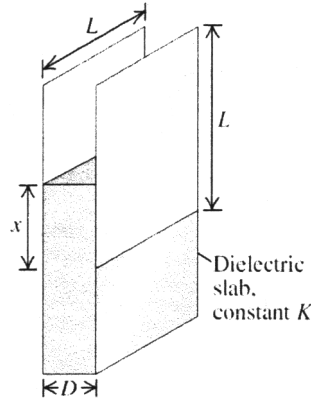
- Leid uit de figuur af of de lading van de ionen positief of negatief is. Kunt u dit teken alleen al uit de beweging door het *snelheidsveld* bepalen?
- Druk voor een ion dat neerkomt op afstand l van de ingangsspleet de massa m uit in $|e|$, B_1 , E , B_2 en l .
- Met een dergelijke spectrometer onderzoekt men welke isotopen voorkomen in een bundel zuurstofionen. Voor een bepaalde instelling van E , B_1 en B_2 vindt men ^{16}O (massa 16,00 u) bij $l = 29.20$ cm. Bij $l = 32.86$ cm vindt men een ander zuurstofisotoop. Wat is hiervan de massa?

Opgave 2

(36 punten)

- Een condensator heeft afmetingen $L \times L \times D$. Een diëlectricum van dezelfde afmeting wordt van buitenaf tot een afstand x tussen de platen geschoven (zie figuur). De diëlectrische

constante van het diëlectricum is K . Wat is de capaciteit van deze condensator uitgedrukt in L , D , K en x ?



- b) Een batterij houdt de spanning tussen de platen op een constante waarde V . Laat zien dat als het diëlectricum over een afstand dx verder tussen de platen wordt verplaatst, de opgeslagen energie toeneemt met:

$$dU = + \frac{(K - 1)\epsilon_0 V^2 L}{2D} dx$$

- c) Stel dat, voordat het diëlectricum over de afstand dx wordt verplaatst, de batterij wordt losgekoppeld. Bepaal de lading op elk van de beide platen. Laat zien dat als nu het diëlectricum over een extra afstand dx naar binnen wordt verplaatst, de opgeslagen energie verandert met:

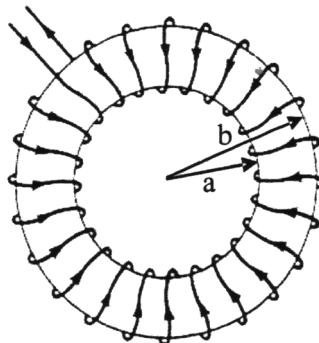
$$dU = - \frac{(K - 1)\epsilon_0 V^2 L}{2D} dx$$

- d) Het elektrisch veld oefent een kracht uit op het diëlectricum. Hoe hangt deze kracht af van dU ? Is de kracht bij b) tegengesteld aan de kracht bij c)? Motiveer het antwoord.

Opgave 3

(36 punten)

In het xy -vlak ligt een dichtgewonden toroïdale spoel in vacuüm. De spoel heeft N windingen en voert een stroom I . De overige afmetingen van de spoel (a en b) zijn aangegeven in de figuur.



- a) Eerst een algemene vraag: als je de fysieke situatie spiegelt in een vlak dan geldt voor ieder punt in dat vlak dat de component van het B -veld loodrecht op het vlak onveranderd blijft. Verklaar dit met behulp van de wet van Biot-Savart.

- b) Toon met behulp van symmetrieoverwegingen aan dat de z -component en de radieel gerichte component van het B -veld overal nul zijn.
- c) Bereken het B -veld. Onderscheid daarbij drie gebieden: $r < a$, $a < r < b$ en $r > b$.
- d) Van welke verwaarlozing heeft u bij de onderdelen a) en b) gebruik gemaakt?