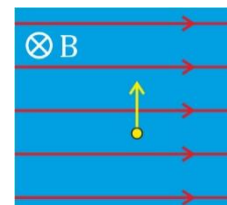


Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

### Opgave 1

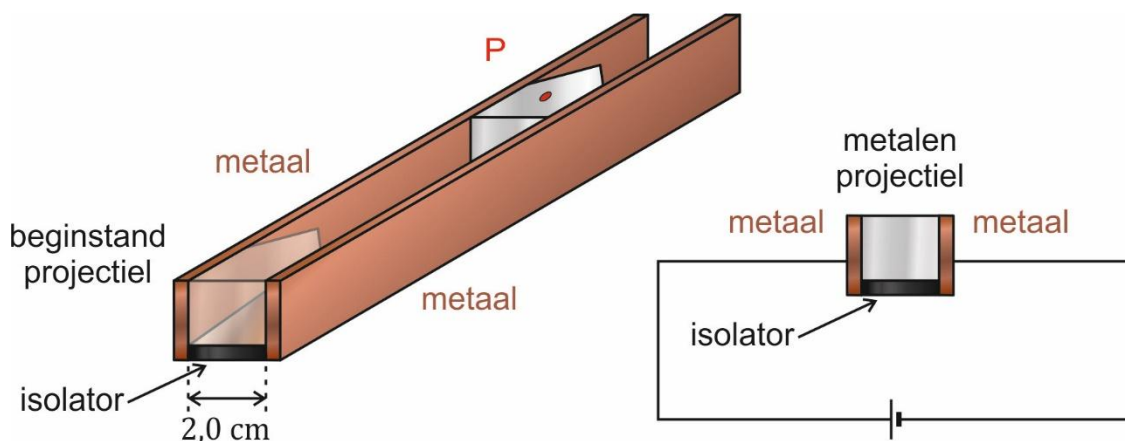
Een **elektron** beweegt met constante snelheid volgens een rechte baan door een homogeen **elektrisch veld** en een homogeen **magnetisch veld** die loodrecht op elkaar staan. Zie nevenstaande afbeelding. Hierbij is  $E = 4,0 \text{ kV/m}$  en  $B = 8,0 \text{ mT}$ .

**Bereken** de grootte van de snelheid van het elektron.



### Opgave 2

Aan de Technische Universiteit van Delft is men er in geslaagd een lanceerinrichting te ontwikkelen die geen gebruik maakt van een explosie van buskruit. Het projectiel wordt weggeschoten door middel van de Lorentzkracht. Het gaat hier om de zogenaamde Single Pulse Rail Accelerator. In onderstaande afbeelding is het apparaat getekend.

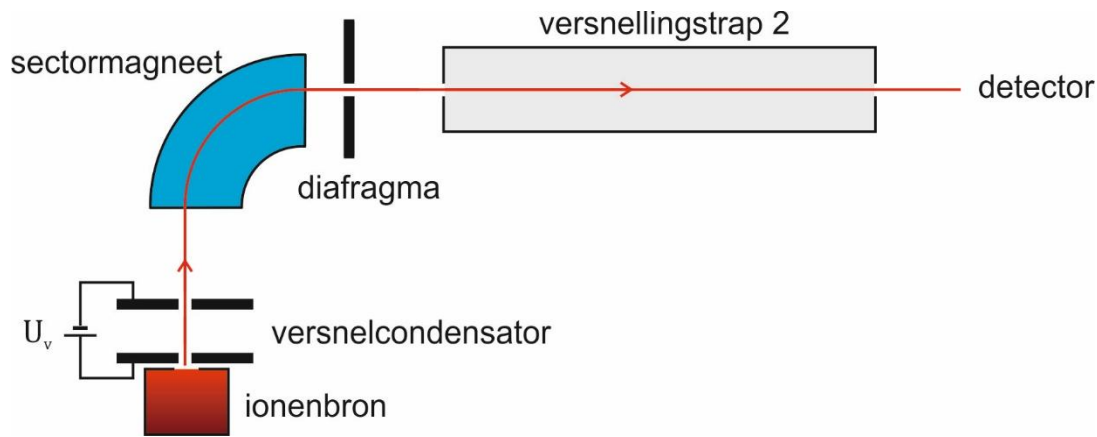


Het apparaat bestaat uit een rechthoekige goot. De twee zijwanden zijn van metaal. De bodem is gemaakt van een isolerend materiaal. De Lorentzkracht wordt opgewekt door een sterke elektrische stroom van  $1,7 \text{ MA}$  die via de zijwanden door het projectiel gaat. Het metalen projectiel maakt tijdens het afschieten steeds contact met de zijwanden. Boven en onder de goot zijn twee spoelen opgesteld die een homogeen magnetisch veld opwekken. Gedurende  $2,0 \text{ ms}$  werkt dan op het projectiel van  $80 \text{ gram}$  een kracht van  $85 \text{ kN}$ . De goot ligt horizontaal en bevindt zich geheel in het verticaal gerichte, homogene magneetveld.

- Teken** in bovenstaande afbeelding in punt P de richting van de Lorentzkracht, de richting van de elektrische stroom en de richting van het magneetveld.
- Bereken** de grootte van de magnetische inductie.
- Bereken** de snelheid die het projectiel zou krijgen als alle wrijving verwaarloosd wordt. Geef je antwoord in twee significante cijfers.

### Opgave 3

Nieuwe detectoren moeten voorafgaand aan hun eerste gebruik worden geijkt. Daartoe leidt men een bundel van ionen met bekende massa, bekende lading en bekende energie in de detector en onderzoekt diens gedrag. In onderstaande afbeelding is een vereenvoudigde weergave van een opstelling te zien die ertoe dient een dergelijke ionenbundel te maken.



Vanuit een ionenbron komen  $O^{6+}$ -ionen ( $m = 16 \text{ u}$ ) met verwaarloosbare snelheid in het homogene elektrische veld van een plaatcondensator. Na doorlopen van het elektrisch veld kunnen de ionen de condensator verlaten door een klein gaatje in de negatief geladen condensatorplaat.

De versnelde ionen worden in het magnetisch veld van de zogenaamde sectormagneet  $90^\circ$  afgebogen. De magnetische inductie van dit homogene magneetveld bedraagt  $0,30 \text{ T}$  en wordt opgewekt door een permanente magneet.

Ionen die zich op in een cirkelbaan met een straal van  $3,50 \text{ cm}$  bewegen, kunnen precies door het gat van het diafragma achter het magneetveld ontsnappen. Alle andere ionen worden door dit diafragma geabsorbeerd.

a) **Bereken** de snelheid van de  $O^{6+}$ -ionen die het diafragma passeren.

Geef je antwoord in twee significante cijfers.

b) **Bereken** de versnelspanning die daartoe moet worden aangebracht over de condensator.

Uit de ionenbron komen ook andere zuurstofisotopen vrij. Al die ionen die zich op een cirkelbaan met een straal tussen  $3,45 \text{ cm}$  en  $3,55 \text{ cm}$  bewegen kunnen het diafragma passeren.

c) **Leg uit** hoe het magneetveld in de sectormagneet is gericht.

d) Toon door **berekening** aan dat zuurstofionen met een massa van  $18 \text{ u}$  en lading  $6+$  het diafragma niet kunnen passeren.

Neem daarbij aan dat dezelfde versnelspanning wordt gebruikt.

#### Opgave 4

In bloed zitten allerlei positieve en negatieve ionen. Met behulp van een magneetveld is het mogelijk de stroomsnelheid van het bloed te meten.

In nevenstaande afbeelding staat schematisch weergegeven hoe de stroomsnelheid in een bloedvat zou kunnen worden gemeten.

Het spreekt voor zich dat dit een zeer sterk vereenvoudigde weergave is.

Het bloed stroomt in de met een groene pijl aangegeven richting.

De magnetische inductie van het magneetveld bedraagt  $0,100\text{ T}$ .

Het bloedvat heeft een binnendiameter van  $4,00\text{ mm}$ .

a) **Leg uit** dat de voltmeter een zekere spanning zal meten.

De spanning die gemeten wordt bedraagt  $80,0\ \mu\text{V}$ .

b) **Bereken** de gemiddelde snelheid waarmee het bloed door de slagader stroomt.

Hint: die snelheid volgt uit een krachtenevenwicht.

