

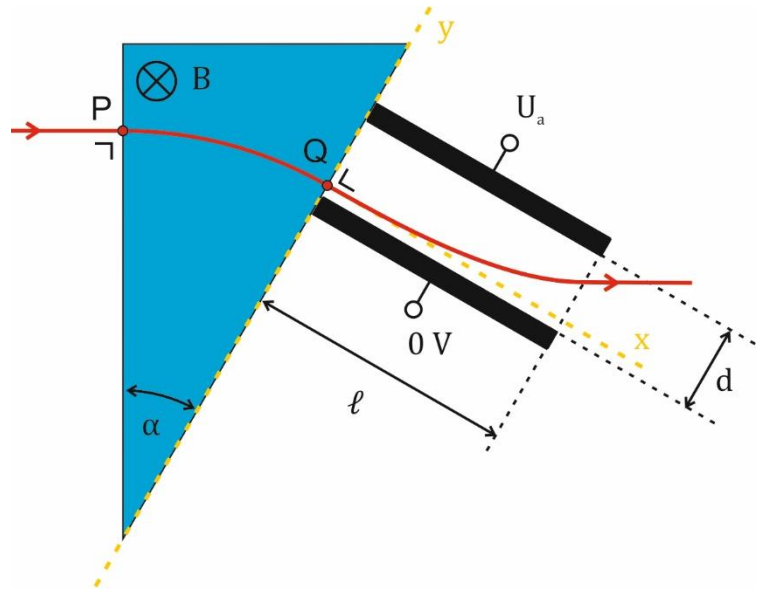
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

Opgave 1

Elektronen treden in punt P met een snelheid van $2,0 \cdot 10^7$ m/s binnen in een homogeen magneteveld. Ze beschrijven een cirkelbaan met een straal van 24 cm. De middelpuntshoek α bedraagt 30° . Zie nevenstaande afbeelding.

Bij punt Q verlaten de elektronen het magneteveld en komen in het elektrische veld van een afbuigcondensator. De lengte ℓ van de afbuigcondensator bedraagt 28 cm.



- a) **Bereken** de tijd die het elektron nodig heeft om van punt P naar punt Q te komen.
- b) **Bereken** de magnetische inductie van het magneteveld.

De plaatafstand d en de afbuigspanning U_a worden zo afgesteld dat de elektronen het elektrische veld weer horizontaal verlaten. Zie bovenstaande afbeelding.

- c) **Bereken** de elektrische veldsterkte die een elektron in de afbuigcondensator ondervindt.
- d) **Bereken** de minimaal benodigde plaatafstand d .

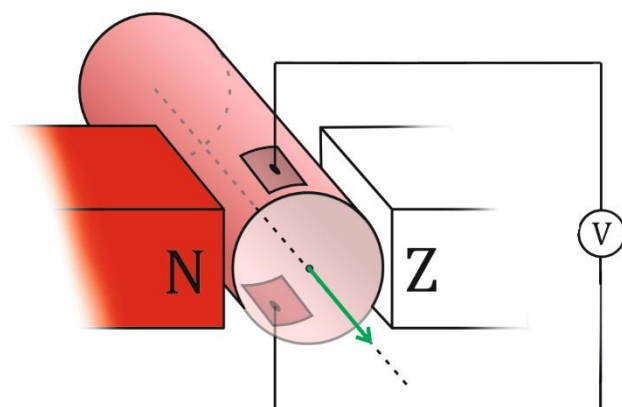
Opgave 2

In bloed zitten allerlei positieve en negatieve ionen. Met behulp van een magneteveld 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 magneteveld bedraagt 0,100 T. Het bloedvat heeft een binnendiameter van 4,00 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 krachterevenwicht.

Opgave 3

De atmosfeer van de aarde wordt voortdurend getroffen door de zogenaamde zonnewind. Dit is een deeltjesstroom van energierijke deeltjes die door de zon worden uitgestoten.

De geladen deeltjes in de zonnewind worden ingevangen door het magneetveld van de aarde en vormen de zogenaamde Van Allengordels.

De eerste Van Allengordel bevindt zich op zo'n 2.000 km tot 5.000 km boven het aardoppervlak en bestaat uit protonen. De buitenste gordel bestaat uit een plasma van elektronen en verschillende ionen en ligt op een hoogte van ongeveer 16.000 km.

Uitgaande van enkele vereenvoudigingen gaan we nu kijken naar de beweging van een proton met een kinetische energie van $3,0 \text{ keV}$ in het aardmagneetveld.

- a) **Bereken** de snelheid van het proton.
Boven de evenaar is het aardmagneetveld in goede benadering homogeen.
De magnetische inductie bedraagt daar $4,4 \mu\text{T}$.
De snelheid van een proton staat onder een hoek van 80° ten opzichte van \vec{B} .

- b) **Leg uit** waarom het proton een schroefbaan beschrijft zoals weergegeven in nevenstaande afbeelding.
- c) **Bereken** de straal van deze schroefbaan.
- d) **Bereken** de omlooptijd.
- e) **Bereken** de afstand Δy .

