

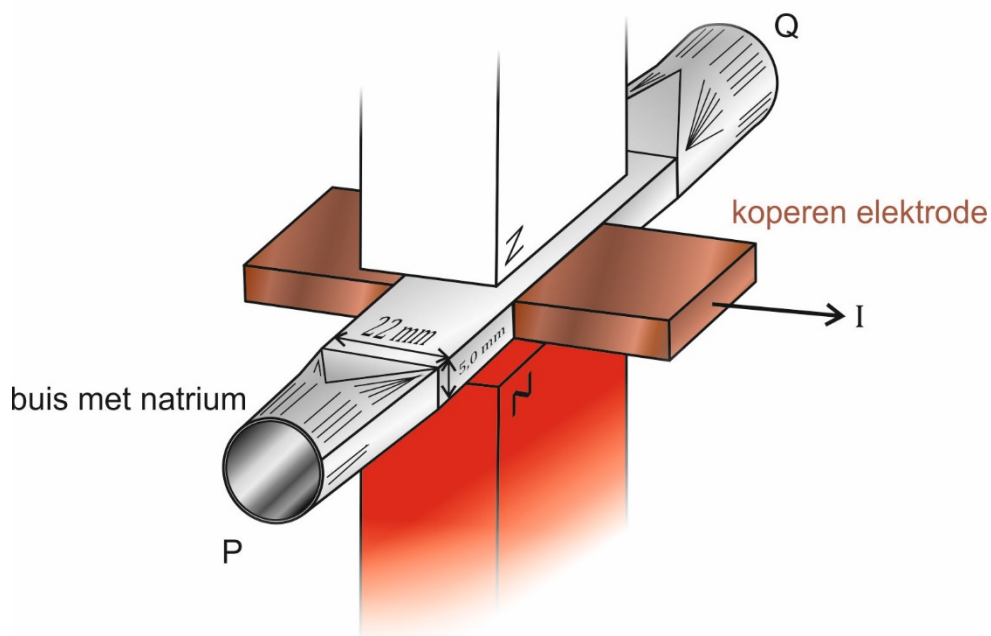
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

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

### Opgave 1

Vloeibaar natrium wordt bij sommige kerncentrales gebruikt als koelvloeistof. Deze vloeistof wordt rondgepompt met behulp van een "Faraday-pomp". De pompwerking van de Faraday-pomp berust op de lorentzkracht.

In onderstaande afbeelding is de pomp schematisch weergegeven.

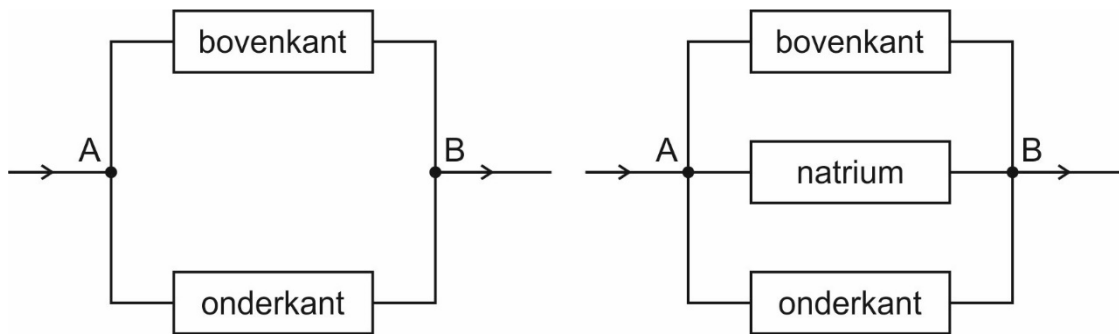


In de buis bevindt zich vloeibaar natrium. De binnendoorsnede van de buis tussen de magneetpolen is 5,0 mm hoog en 22 mm breed. De twee magneetpolen veroorzaken een verticaal gericht homogeen magnetisch veld met een sterkte van 0,78 T. Door de koperen elektroden kan een elektrische stroom worden toegevoerd, die horizontaal van links naar rechts loopt.

Op een zeker moment wordt de elektrische stroom aangezet. De stroomsterkte door het vloeibare natrium bedraagt 90 A. Het magnetisch veld en de elektrische stroomrichting staan loodrecht op elkaar waardoor een lorentzkracht ontstaat die het natrium laat stromen.

- Teken** in een eenvoudige schets de richtingen van de drie betrokken grootheden en beredeneer in welke richting het natrium stroomt, van P naar Q of van Q naar P.
- Bereken** de grootte van de lorentzkracht.

Als er geen vloeibaar natrium in de buis zit, gaat de elektrische stroom door de boven- en onderkant van de metalen buis. Dit is schematisch weergegeven in de linker onderstaande afbeelding.



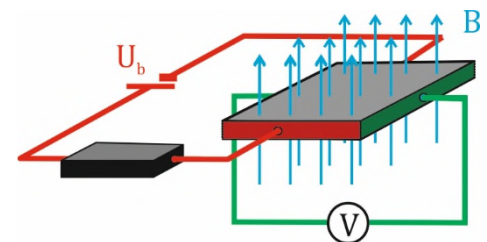
Als er wél natrium in de buis zit, gaat de elektrische stroom óók door het natrium. Zie rechter bovenstaande afbeelding. In linker nevenstaande afbeelding bedraagt de totale elektrische weerstand tussen A en B  $120 \mu\Omega$ .

De elektrische weerstand van uitsluitend het vloeibaar natrium bedraagt  $155 \mu\Omega$ .

- c) **Bereken** de elektrische weerstand van de lege buis tussen A en B.  
 d) **Bereken** hoeveel procent van de elektrische stroom door het vloeibare natrium loopt, als de pomp in bedrijf is.

### Opgave 2

Een koperen plaatje met een lengte van  $3,00 \text{ cm}$ , een breedte van  $1,00 \text{ cm}$  en een dikte van  $2,00 \text{ mm}$  wordt, samen met een serieweerstand, opgenomen in een stroomkring zoals weergegeven in nevenstaande afbeelding. De afbeelding is niet op schaal.



- a) **Bereken** de elektrische weerstand van het koperen plaatje in deze stroomkring.

Het koperen plaatje bevindt zich in een homogeen magneetveld zoals weergegeven in bovenstaande afbeelding.

De magnetische inductie van dit magneetveld bedraagt  $0,750 \text{ T}$ .

De spanning van  $U_b$  van de spanningsbron bedraagt  $2,00 \text{ V}$ .

De weerstandswaarde van de serieweerstand bedraagt  $2,00 \Omega$ .

- b) **Leg uit** dat de voltmeter een zekere spanning aan zal geven over de dwarsrichting van het koperen plaatje.

Koper draagt per atoom 2 elektronen bij aan de elektrische stroom.

- c) **Toon aan** dat in het koperen plaatje  $1,02 \cdot 10^{23}$  elektronen deelnemen aan de elektrische stroom in lengterichting van het plaatje.

De stroomsterkte door bovenstaande schakeling bedraagt  $1,00 \text{ A}$ .

- d) **Toon aan** dat de gemiddelde snelheid waarmee een elektron in lengterichting door het koperen plaatje gaat gelijk is aan  $1,84 \mu\text{m/s}$ .

- e) **Bereken** de grootte van de spanning die de voltmeter weergeeft.  
 Hint: die spanning volgt uit een krachtenevenwicht.

Dit effect heet het Hall-effect en wordt veel gebruikt bij sensoren voor het meten van sterke magneetveld.