

Munt krimpen

Een webshop verkoopt 'gekrompen' munten. Figuur 1 toont een munt voor het krimpen en een munt na het krimpen.

figuur 1



Na het krimpen is de diameter van de munt kleiner geworden en de dikte van de munt toegenomen.

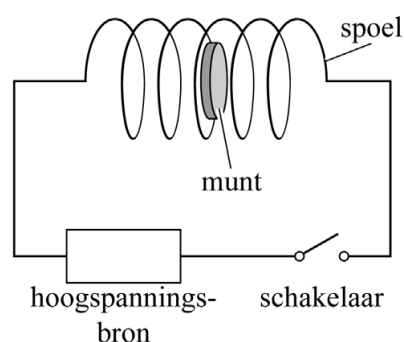
- 3p 11 Bepaal met behulp van figuur 1 hoeveel keer zo dik de munt is geworden. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

Om het krimpen uit te voeren, wordt de munt in een spoel geplaatst. De spoel wordt via twee aansluitpunten en een schakelaar aangesloten op een hoogspanningsbron. Zie de foto in figuur 2 en de tekening in figuur 3.

figuur 2

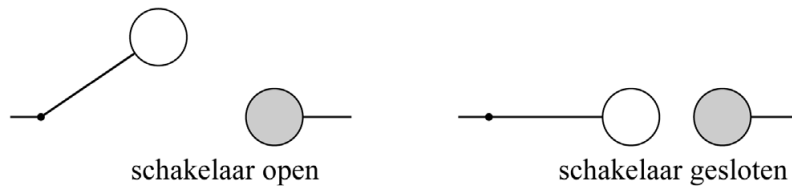


figuur 3



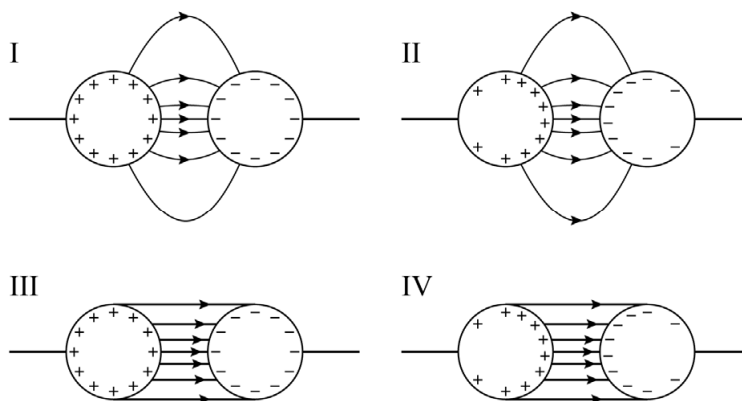
Tijdens het krimpen van de munt wordt de stroom zo groot dat een gewone schakelaar zou smelten. Daarom wordt de stroomkring gesloten door twee massieve metalen bollen dicht bij elkaar te brengen. Zie figuur 4.

figuur 4



In de gesloten toestand van de schakelaar is de elektrische veldsterkte tussen de bollen groot, waardoor de tussenliggende luchtmoleculen ioniseren. De lucht wordt dan geleidend en er vindt een ontleding plaats. In figuur 5 staan vier schetsen van het elektrisch veld en van de netto ladingsverdeling op de buitenkant van de bollen.

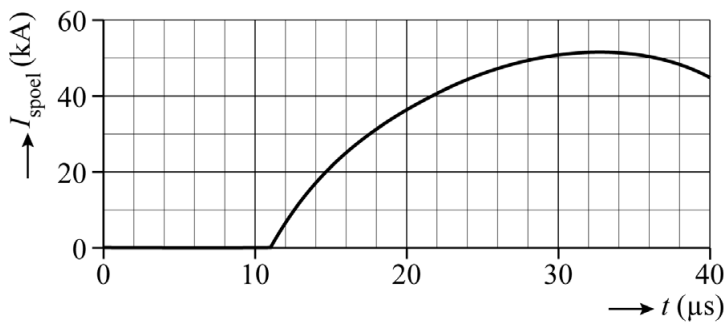
figuur 5



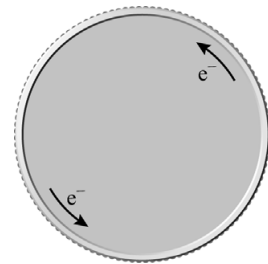
- 1p 12 Welke schets in figuur 5 (I, II, III of IV) geeft het elektrisch veld en de ladingsverdeling vlak voor het moment van de ontleding het best weer?
- A schets I
 - B schets II
 - C schets III
 - D schets IV

Tijdens de ontlading loopt er een stroom I_{spoel} door de spoel en ontstaat er binnen de spoel een magnetisch veld loodrecht op het vooraanzicht van de munt. Figuur 6 toont het (I_{spoel}, t) -diagram.

figuur 6



figuur 7

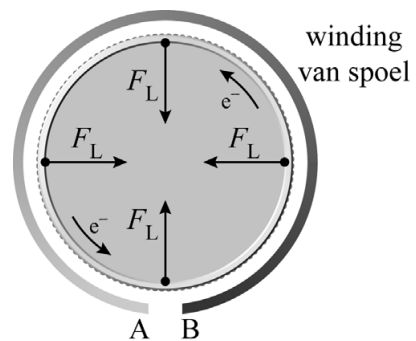


Door elektromagnetische inductie gaan vrije elektronen langs de rand van de munt bewegen. Zie figuur 7. Dit leidt tot een elektrische stroom die we de inductiestroom noemen.

- 3p **13** Geef aan op welk tijdstip in het (I_{spoel}, t) -diagram van figuur 6 de inductiestroom in de munt maximaal is. Licht je antwoord toe.

Ten gevolge van het magnetisch veld van de spoel ondervinden de elektronen die langs de rand van de munt bewegen een lorentzkracht. De lorentzkracht is naar het midden van de munt gericht. Hierdoor wordt de rand van de munt naar binnen geperst en krimpt de munt. In figuur 8 is de lorentzkracht aangegeven met pijlen. Ook is een winding van de spoel getekend.

figuur 8

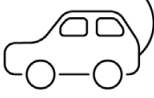
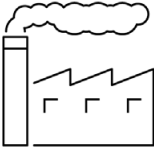


Op de uitwerkbijlage staan twee zinnen over de situatie in figuur 8.

- 2p **14** Omcirkel in elke zin op de uitwerkbijlage het juiste alternatief.

Om de munt te laten krimpen moet de hoogspanningsbron vermogen leveren. De spanning die wordt gebruikt is 7 kV. In figuur 9 staan een aantal voorbeelden van (gemiddelde) elektrische vermogens.

figuur 9

				
Inductie- kookplaat $P \approx 3,5 \text{ kW}$	Snellader van auto $P \approx 150 \text{ kW}$	Windturbine $P \approx 9 \text{ MW}$	Energiecentrale $P \approx 300 \text{ MW}$	Heel Nederland $P \approx 14 \text{ GW}$

- 3p **15** Bepaal met behulp van figuur 6 bij welk voorbeeld in figuur 9 het vermogen van dezelfde orde van grootte is als het maximale opgenomen vermogen tijdens het krimpen van de munt.