

Maak iedere opgave op een apart vel papier.
Schrijf op ieder vel naam en studentnummer.

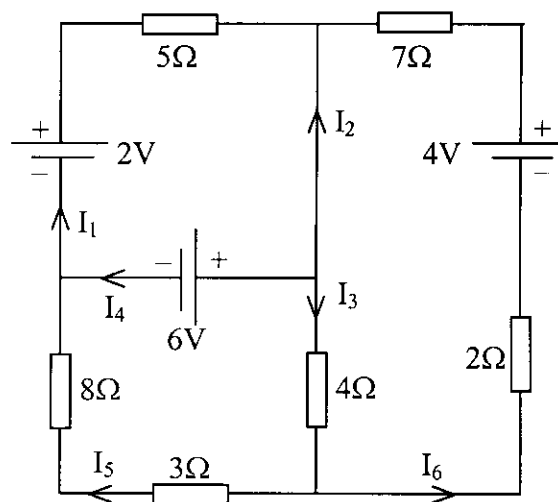
Opgave 1

Gegeven is een (oneindig lange) geladen staaf met straal a . De ladingsdichtheid ρ in de staaf is afhankelijk van de afstand r tot de as van de staaf: $\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{r^2}{a^2}\right)$

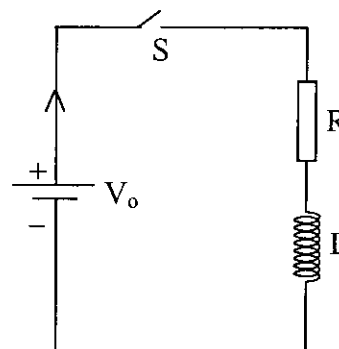
- Bereken de lading per lengte eenheid λ op de staaf in termen van ρ_0 en a .
- Bereken het elektrisch veld \mathbf{E} overal in de ruimte.
- Bereken de elektrostatistische potentiaal V overal in de ruimte. Kies het nulpunt van potentiaal op de as van de staaf.

Opgave 2

- Hiernaast is een netwerk gegeven van weerstanden en spanningsbronnen. Schrijf een stelsel van 6 vergelijkingen op voor de stromen I_1 t/m I_6 . Het stelsel hoeft niet te worden opgelost.



- Een spanningsbron V_0 is aangesloten op een weerstand R en een zelfinductie L (zie figuur). Op $t = 0$ wordt de schakelaar S gesloten. Bereken de stroom $I(t)$.



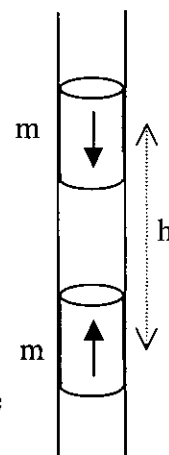
Opgave 3

Het veld van een magnetische dipool \mathbf{m} wordt gegeven door:

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 m \cos(\theta)}{2\pi r^3} \hat{r} + \frac{\mu_0 m \sin(\theta)}{4\pi r^3} \hat{\theta}$$

Twee identieke cilindervormige staafmagneetje (met massa M) kunnen worden opgevat als magnetische dipolen met dipoolmoment m . De dipoolas van de magneetjes valt samen met de staafas. Men mag aannemen dat voor elk van de staafmagneetjes het magnetisch moment in een punt geconcentreerd is en samenvalt met het massamiddelpunt.

De magneetjes passen in een glazen buis. Een van de magneetjes is met het dipoolmoment naar boven gericht vast in de buis bevestigd. Het tweede staafmagneetje wordt met het dipoolmoment naar beneden boven het eerste magneetje gebracht. In de evenwichtssituatie (waarin de wrijving met de buiswand geen rol speelt) blijkt het tweede magneetje boven het eerste magneetje te hangen.



- a) Laat zien dat de afstand h tussen de (massamiddelpunten van de) magneetjes

gegeven wordt door : $h = \sqrt[4]{\frac{3\mu_0 m^2}{2\pi Mg}}$

Hierin is g de versnelling van de zwaartekracht.

- b) Wat kun je zeggen over het koppel dat door het tweede magneetje op de wand van de glazen buis wordt uitgeoefend?
Beargumenteer je antwoord met behulp van een formule.

Opgave 4

Een torusvormige spoel heeft binnenstraal a_1 en buitenstraal b_1 . De hoogte van de spoel wordt gegeven door h_1 (zie figuur). De spoel heeft N_1 windingen die gelijkmatig over de spoel verdeeld zijn. Door de spoel loopt een stroom I_1 .

- a) Laat zien dat het veld in de spoel gegeven

wordt door $B = \frac{\mu_0 N_1 I_1}{2\pi r}$

Hierin is r de afstand tot de as van de spoel.

- b) Bereken de energie U die in het magnetisch veld is opgeslagen.

- c) Binnen in de spoel is een tweede torusvormige spoel aanwezig. De as van deze spoel valt samen met de as van de eerste spoel.

De tweede spoel heeft een binnenstraal a_2 en een buitenstraal b_2 . De hoogte is h_2 .

Leid een uitdrukking af voor de coëfficiënt van wederkerige inductie M tussen de twee spoelen.

