

Hertentamen Electromagnetisme (NS-103b) 10 juli 2006

Opgave 1

(27 punten)

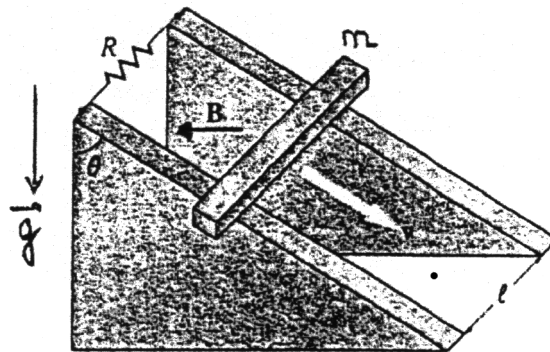
Een zeer lange cilindercondensator bestaat uit twee metalen cilinders met stralen respectievelijk R_1 en R_2 ($R_1 < R_2$). De cilinders zijn concen­trisch opgesteld, waarbij de assen van de cilinders samenvallen met de z -as. De binnencilinder is negatief en homogeen geladen waarbij de hoeveelheid lading per eenheid van lengte langs de z -as gegeven is door $-\lambda$. De buitencilinder is positief en homogeen geladen waarbij de hoeveelheid lading per eenheid van lengte langs de cilinder-as gegeven is door $+\lambda$. Ga er bij onderstaande vragen vanuit dat de cilinders oneindig lang zijn.

- Welke symmetrie-eigenschappen heeft de ladingsverdeling en wat is het gevolg daarvan voor het elektrisch veld? (5 punten)
- Bereken het elektro­statische veld overal in de ruimte. Zit de lading op de buitencilinder aan de binnenzijde of aan de buitenzijde? En op de buitencilinder? (7 punten)
- Welke cilinder heeft de hoogste potentiaal? Bereken het potentiaalverschil tussen beide cilinders. (5 punten)
- Bereken de capaciteit van de cilindercondensator per lengte-eenheid. (5 punten)
- Bereken de elektro­statische energie van de cilindercondensator per lengte-eenheid. (5 punten)

Opgave 2

(25 punten)

Een geleidende staaf met massa m glijdt door de zwaartekracht zonder wrijving naar beneden langs twee geleidende wiggen, zoals aangegeven in de figuur. Staaf en wiggen zijn weerstandsloos. De wiggen hebben onderlinge afstand l , zijn bovenaan verbonden via een weerstand R en maken een hoek θ met de verticaal. Het geheel bevindt zich in een homogeen magneetveld dat horizontaal naar links wijst (zie figuur). Wanneer de staaf vanuit rust wordt losgelaten dan bereikt deze na enige tijd een constante eindsnelheid v_{eind} . De helling is daartoe voldoende lang.



- Leid een uitdrukking af voor de geïnduceerde stroom I als functie van v , θ , B , l en R , geef tevens de omloopszin van de stroom aan. (8 punten)

- b) Leid een uitdrukking af voor v_{eind} , als functie van m, g, B, l, R en θ . Toon aan dat de verticale component van v_{eind} onafhankelijk is van hoek θ . (9 punten)
- c) Bereken voor de eindsituatie het vermogen dat in weerstand R gedissipeerd wordt. (8 punten)

Opgave 3

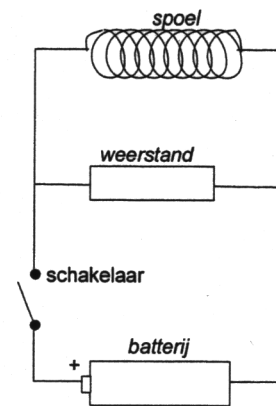
(30 punten)

Een zeer lange rechte stroomvoerende spoel (lengte $l \gg$ straal r) met n windingen per meter bevindt zich in vacuüm. In deze opgave mag u randeffecten verwaarlozen.

- a) Welke symmetrie-eigenschappen heeft de stroomverdeling en wat is het gevolg daarvan voor het magnetisch veld? (5 punten)
- b) Leid een uitdrukking af voor het B-veld binnen en buiten de spoel (op voldoende afstand van de uiteinden) bij gegeven stroom I . (7 punten)
- c) Bereken de zelfinductie L van de spoel. (6 punten)

De draad van de spoel heeft een totale ohmse weerstand R_L . De spoel wordt nu samen met een weerstand R in parallelschakeling verbonden met een batterij die een spanning V levert (zie figuur).

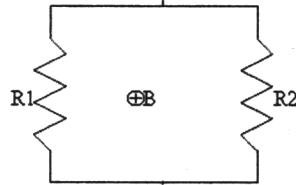
- d) De schakelaar wordt gesloten. Bereken de stroom door de spoel nadat alle inschakelverschijnselen uitgedoofd zijn. (5 punten)
- e) Ga nu uit van een beginsituatie waarin de schakelaar gesloten is (er loopt dus stroom). Op $t = 0$ wordt de schakelaar geopend. Bereken de stroom door de weerstand als functie van de tijd. Geef ook de jchting aan. (7 punten)



Opgave 4

(18 punten)

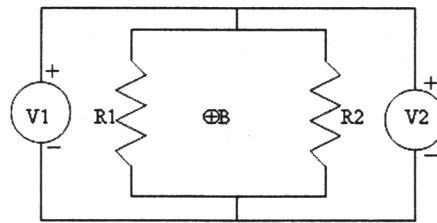
Weerstand R_1 , weerstand R_2 en de weerstandsloze verbindingsdraden daartussen vormen een gesloten kring met een oppervlakte van 0.1 m^2 zoals aangegeven in de tekening hieronder. Loodrecht op deze ring staat een extern magnetisch veld dat het papier inwijst met een sterkte $B(t) = kt$, met $k = 1 \text{ T/s}$. Het magnetisch veld buiten de kring is nul. Weerstand R_1 bedraagt 3Ω en weerstand R_2 bedraagt 2Ω .



- a) Bereken de stroom door het circuit naar richting en grootte.

(8 punten)

Aan bovenbeschreven schakeling worden twee (ideale) voltmeters toegevoegd, zoals aangegeven in de tekening hieronder.



- b) Bereken de spanning die afgelezen wordt op V_1 resp. V_2 .

(9 punten)