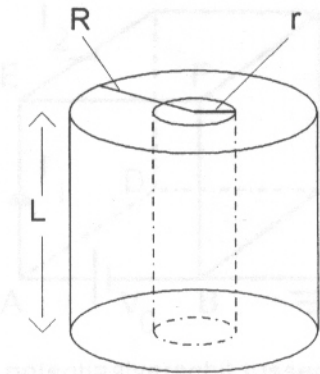


$$\text{cijfer} = (\sum \text{punten})/3 + 1$$

Opgave 1. Een condensator bestaat uit twee lange, co-axiale cilinders met lengte L . De binnenste cilinder is geladen en heeft een variabele straal r . De buitenste cilinder is geaard en heeft een vaste straal R . De ruimte tussen beide cilinders is vacuüm. De lading op de binnenste cilinder heeft een ladingsdichtheid met een vaste waarde $\sigma \text{ C/m}^2$.

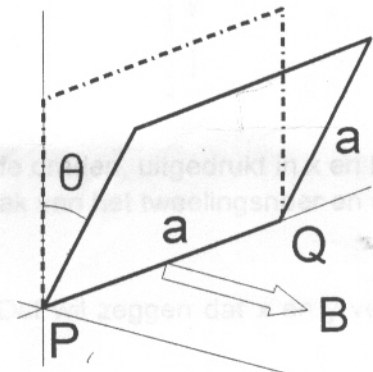


- 1 a. Bereken de grootte van de elektrische veldsterkte $E = E(x)$ als functie van de afstand x tot de gemeenschappelijke as van beide cilinders.
- 1 b. Bereken de potentiaal $V(r)$ op de binnenste cilinder, uitgedrukt in r , R en σ .
- 1 c. Bereken de capaciteit van de condensator.
- 1 d. Bereken de elektrostatistische energie W van de geladen condensator.

Voor een bepaalde waarde van de straal van de binnenste cilinder $r = r_1$ blijkt de potentiaal op die cilinder maximaal te zijn. Stel $r_1 = s \cdot R$

- 2 e. Bereken de waarde van s waarvoor de potentiaal $V(r_1)$ maximaal is.
- 1 f. Bereken de grootte van de maximale potentiaal op de binnenste cilinder.

Opgave 2. Een vierkant raam met zijde a en een (kleine) massa m , heeft een elektrische weerstand R . Het raam kan draaien om de onderste, horizontaal gerichte, zijde PQ . In het begin staat het raam vertikaal. Er heerst een homogeen, horizontaal gericht, magnetisch veld B . Zodra het raam een beetje uit het evenwicht is gebracht, gaat het kantelen. Tengevolge van de inductie ontstaat er een stroom I in het raam.



- 1 a. Geef aan of de stroom I van P naar Q of van Q naar P stroomt en geef hiervoor een argument.

Zowel de zwaartekracht als de Lorentzkracht ten gevolge van de stroom I oefenen een krachtmoment (koppel) uit op het raam. Ga er vanuit dat tijdens het kantelen de krachtmomenten op het raam steeds met elkaar in evenwicht zijn.

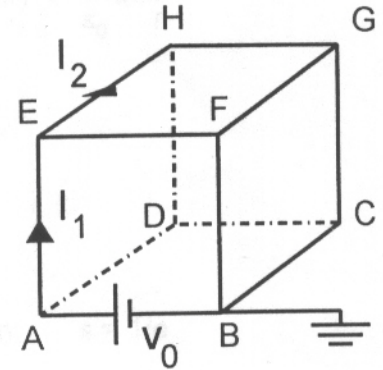
- 1 ? b. Bereken, uitgaande van bovenstaande veronderstelling, de grootte van de stroom I , uitgedrukt in a , m en B .

De stroom I is een gevolg van de draaiing van het raam door het magnetisch veld. De hoeksnelheid ω waarmee het raam draait is afhankelijk van de hoek θ die het raam met de verticale as maakt.

- 1 c. Bereken de magnetische flux ϕ door het raam als functie van de hoek θ .
- 2 d. Bereken de hoeksnelheid $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ als functie van de hoek θ .
- 2 e. Bereken de tijd t waarin het raam over een hoek π (180°) gedraaid is. Bedenk daarbij dat geldt:

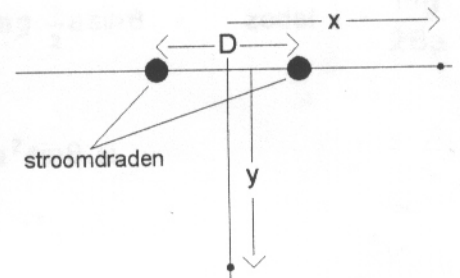
$$t = \int dt = \int \frac{d\theta}{\omega}$$

Opgave 3. Elf zijden van een kubus worden gevormd door weerstanden met dezelfde waarde R . De twaalfde zijde AB wordt gevormd door een batterij met spanning V_0 . De stroomsterkte in AE is I_1 en de stroomsterkte in EH is I_2 .



- 2 a. Geef in een tekening de **grootte**, uitgedrukt in I_1 en I_2 , en de **richting** van de stroom in elke weerstand aan.
- 2 b. Bereken de potentialen in de punten E, F, G en H, uitgedrukt in V_0 , I_1 , I_2 en R .
- 1 c. Leid een uitdrukking af voor I_2 als functie van I_1 en V_0 uitgaande van het potentiaalverschil tussen de punten E en F.
- 1 d. Leid een uitdrukking af voor I_2 als functie van I_1 en V_0 uitgaande van het potentiaalverschil tussen de punten H en G.
- 1 e. Bereken de stroomsterkte I_1 uitgedrukt in V_0 en R .

Opgave 4. Een zogenaamd tweelingsnoer bestaat uit twee vlak naast elkaar gelegen stroomdraden. Tweelingsnoer wordt nogal eens gebruikt om huishoudelijke apparatuur mee aan te sluiten. Daarin loopt de stroom door de ene draad tegengesteld aan de stroom door de andere draad. Ten gevolge van de stromen ontstaat een magneetveld. Veronderstel de onderlinge afstand van de draden D .



- 2 a. Bereken de grootte van het totale magneetveld in een punt in het vlak van het tweelingsnoer en op een afstand x van het midden van beide draden, uitgedrukt in x en D .
- 2 b. Bereken de grootte van het magneetveld in een punt loodrecht op het vlak van het tweelingsnoer en op een afstand y van het midden van beide draden, uitgedrukt in y en D .

Gewoonlijk bevindt men zich op 'grote' afstand van een tweeling snoer. Dat wil zeggen dat x en y veel groter zijn dan D .

- 2 c. Gebruik deze benadering om de grootte van het totale magneetveld te berekenen als $D = 0,004$ m, de afstand tot het snoer 1 m is en de stroomsterkte 1 A bedraagt. Vergelijk dit met de grootte van het aardmagnetisch veld ($B_{\text{aarde}} = 4 \cdot 10^{-5}$ T).