

Tentamen Wis- en Natuurkunde 2 (SK-BWSNK2)
(deel Natuurkunde)

30 januari 2018

- De tijd voor deze toets is 3 uur.
- Schrijf op elk vel dat je inlevert, je naam en studentnummer.
- I. v. m. parallel nakijken: begin bij opgave 3 en opgave 5 op een nieuw vel papier.
- Laat bij elke opgave duidelijk zien hoe je aan het antwoord komt.
- De puntentelling staat bij elke opgave tussen vierkante haken [totaal 100].
- Veel succes!

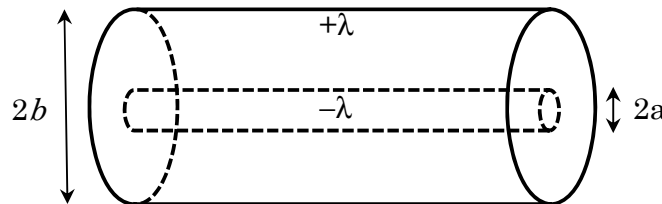
1. Een molecuul koolmonoxide heeft een klein dipoolmoment van 0.407×10^{-30} C.m. Hierin draagt het zuurstofatoom de negatieve lading. De lengte van de C-O binding is 1.13×10^{-10} m.

- (a) [5] Bereken de netto lading op het zuurstofatoom. Druk dit ook uit in het aantal elementaire ladingseenheden.

We plaatsen nu koolmonoxidemolekulen in een elektrisch veld van 2000 N/C.

- (b) [5] Geef aan bij welke stand van de molekulen ten opzichte van het elektrisch veld zij de grootste potentiële energie hebben en bij welke stand de laagste.
- (c) [5] Bereken het verschil in potentiële energie tussen de twee standen bedoeld bij vraag 1b.

2. Een Geigerteller bestaat uit een dunne metalen draad omgeven door een even lange, metalen buis die daarmee coaxiaal is. Zie het plaatje. De draad heeft een straal a en draagt een lijnladingsdichtheid $-\lambda$. De buis heeft een straal b en is geladen met $+\lambda$. De eenheid van λ is C/m. Mits het elektrisch veld sterk genoeg is, zal telkens als er een hoog-energetisch deeltje door de buis schiet, de lucht kort geïoniseerd worden en een stroompulsje gedetecteerd worden.



Om nu de elektrische veldsterkte te berekenen in de ruimte tussen de draad en de cilinder, kiezen we eerst een Gauss-oppervlak. Dit bestaat uit een cilinder, die coaxiaal is met de draad, met lengte L en straal r , waarbij $a < r < b$. Twee cirkelvormige deksels sluiten dit oppervlak aan de uiteinden af.

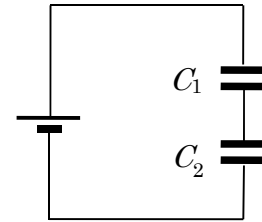
- (a) [5] Hoe groot is de elektrische flux door het beschreven Gauss-oppervlak?
- (b) [10] Laat met de wet van Gauss zien dat de elektrische veldsterkte gegeven wordt door de formule $E = -\lambda / (2\pi\epsilon_0 r)$.

Voor een typische Geigerteller is $a = 0.025$ mm en $b = 20$ mm.

- (c) [10] Bereken het benodigde potentiaalverschil tussen de draad en de buis, zodanig dat de veldsterkte vlakbij de draad $E = -3.0 \times 10^6$ V/m bedraagt.

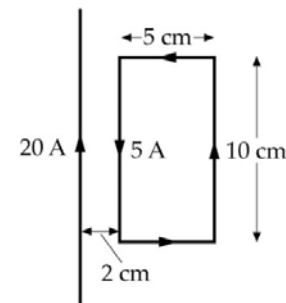
--- begin bovenaan een nieuw vel papier ! ---

3. Twee condensatoren, $C_1 = 2.0 \mu\text{F}$ en $C_2 = 4.0 \mu\text{F}$, worden in serie geschakeld en aangesloten op een batterij met een bronspanning van 3.0 V , zoals hiernaast getoond.



- [5] Hoeveel lading bevindt zich na het opladen op C_2 ?
- [5] Hoe groot is de spanning over C_2 ?
- [5] Als C_2 vervolgens wordt gevuld met een niet-geleidende vloeistof met diëlektrische constante 2.3, hoeveel lading stroomt er dan naar deze condensator?

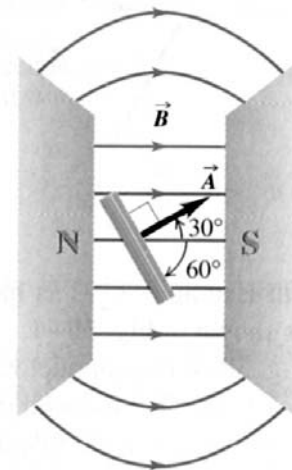
4. Door een rechthoekige stroomkring van 5 cm bij 10 cm loopt een stroom van 5.0 A . Op 2 cm afstand ervan ligt in hetzelfde vlak een zeer lange, rechte draad die 20 A voert. Zie de figuur hiernaast, waarin ook de richting van de stromen is aangegeven.



- [10] Bepaal de richting van de netto kracht die op de rechthoek werkt.
- [10] Bereken de grootte van de netto kracht die op de rechthoek werkt.
- [5] Bepaal grootte en richting van het magnetisch moment van de rechthoek.

--- begin bovenaan een nieuw vel papier ! ---

5. Een kort spoeltje met weerstand $R = 8.0 \Omega$ heeft $N = 100$ wikkelingen met een vierkante vorm. De zijden ervan zijn $L = 2.0 \text{ cm}$ lang. Het spoeltje wordt tussen de polen van een magneet geplaatst. We laten het spoeltje nu in 0.10 seconde 'omklappen' van een hoek van 0° tot een hoek van 180° met het magneetveld. De figuur hiernaast laat een zijaanzicht zien op het moment dat het spoeltje een hoek van 30° met het magneetveld maakt.



- [10] Als de gemiddelde inductiestroom in het spoeltje tijdens het omklappen 2.6 mA bedraagt, hoe sterk is dan het magneetveld B ?
- [10] Toon aan dat de totale lading die tijdens het omklappen door het spoeltje stroomt, gegeven wordt door $\Delta q = 2NBL^2/R$.

Formuleblad Natuurkunde 2

elektromagnetisme

wet van Coulomb:	$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$	kracht op testlading:	$\vec{F}_0 = q_0 \vec{E}$
elektrische flux:	$\Phi_E = \int E \cos \theta dA = \int E_{\perp} dA = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$		
wet van Gauss:	$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = q_{\text{enclosed}} / \epsilon_0$		
elektrische potentiaal:	$\Delta V_{AB} = \frac{\Delta U_{AB}}{q} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$		
potentiaal puntlading:	$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$		
potentiële energie:	$U = q_0 V$		
energiedichtheid E-veld:	$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$		
condensator:	$C = Q/V_{ab}$	vlakke plaatcondensator:	$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$
energie condensator:	$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} Q^2 / C$	diëlektrikum:	$\kappa = \frac{C}{C_0}$
elektrische dipool:	$\vec{p} = q\vec{d}$		
dipool in extern E-veld:	$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$	$U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$	
elektrische stroom:	$I = \frac{dq}{dt} = n q Av_d$		
wet van Ohm:	$V = IR$	$R = \frac{\rho L}{A}$	
elektrisch vermogen:	$P = IV$		
kracht bewegende lading:	$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$	rechte stroomdraad:	$\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B}$
magnetische flux:	$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$		
Gauss voor magn. veld:	$\Phi_B = \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$		
magnetische dipool:	$\vec{\mu} = I \vec{A}$		
dipool in extern B-veld:	$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$	$U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$	
wet v. Biot-Savart:	$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{L} \times \hat{r}}{r^2}$	stroomdraad:	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
wet v. Ampère:	$\oint \vec{B} \cdot d\vec{r} = \mu_0 (i_c + i_d)_{\text{encirc}}$	verplaatsingsstroom:	$i_D = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$
inductiewet v. Faraday:	$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$	bewegende draad:	$\mathcal{E} = vBL$
		stat. stroomkring:	$\oint \vec{E} \cdot d\vec{r} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$

constanten

$$e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$$

wiskundig

gradiënt $\text{grad } U = \frac{\partial U}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \hat{k}$

inproduct $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z = AB \cos \theta$

uitproduct $\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta \hat{n} \quad (\hat{n} \text{ staat loodrecht op } \vec{a} \text{ en } \vec{b})$

Taylorbenaderingen: $\sin x = x - \frac{1}{6} x^3 + \dots \quad (x \ll 1)$

$$\cos x = 1 - \frac{1}{2} x^2 + \dots \quad (x \ll 1)$$

binomiaalformule $(1+x)^n = 1 + nx + \frac{n(n-1)}{2!} x^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} x^3 + \dots$

cirkel omtrek $= 2\pi R$ oppervlak $= \pi R^2$

bol oppervlak $= 4\pi R^2$ volume $= 4\pi R^3/3$