

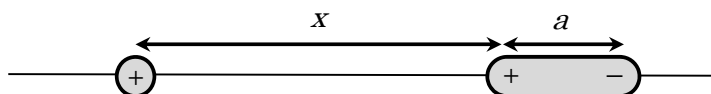
Tentamen Wis- en Natuurkunde 2 (SK-BWSNK2)

(deel Natuurkunde)

31 januari 2017

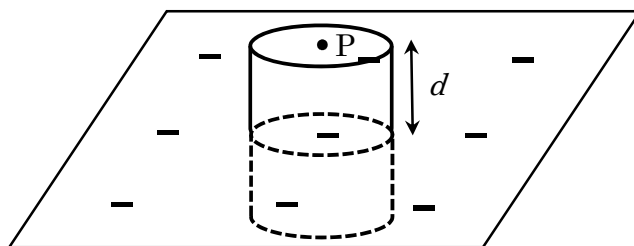
- De tijd voor deze toets is 3 uur.
- Schrijf op elk vel dat je inlevert, je naam en studentnummer.
- I. v. m. parallel nakijken: begin bij opgave 3 en opgave 5 op een nieuw vel papier.
- Laat bij elke opgave duidelijk zien hoe je aan het antwoord komt.
- De puntentelling staat bij elke opgave tussen vierkante haken [totaal 100].
- Naast de formules op het formuleblad zijn nog de volgende formules gegeven:
 centripetale kracht: $F_{\text{cp}} = mv^2/r$ kinetische energie: $K = \frac{1}{2}mv^2$
- Veel succes!

1. Een molekuul HCl met dipoolmoment $3.6 \times 10^{-30} \text{ C}\cdot\text{m}$ ligt op een afstand van $x = 1.5 \text{ nm}$ van een eenwaardig ion met lading $+e$. De lengte van het HCl molekuul is $a = 0.13 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). De dipool heeft een oriëntatie zoals in het plaatje:



- (a) [10] Bereken de grootte en richting van de netto kracht op het molekuul.
 - (b) [10] Hoe groot is de potentiële energie van het ion?

2. Een zeer groot plat vlak is homogeen geladen met negatieve lading. De oppervlakteladingsdichtheid is σ . We beschouwen nu een punt P op een afstand d van het vlak. We kiezen een gesloten, cilindervormig Gauss-oppervlak, zodanig dat het door het vlak in tweeën wordt gedeeld en P midden op bovenvlak ervan ligt. Dit bovenvlak heeft een oppervlak ter grootte van A . Zie de figuur.



- (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 in P gegeven wordt door $E = \sigma/2\epsilon_0$.

Gegeven is nu dat P op een afstand $d = 0.10 \text{ m}$ van het vlak ligt, en dat de potentiaal in dit punt 12 V is ten opzichte van het vlak. Een elektron (met lading $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ en massa $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$) beweegt recht op het scherm af en bereikt met een zekere snelheid punt P.

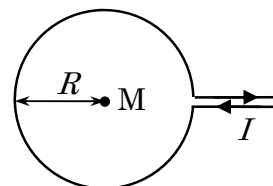
- (c) [5] Bereken de oppervlakteladingsdichtheid σ .
 - (d) [5] Welke snelheid moet het elektron in P minimaal hebben om ook het geladen vlak nog te kunnen bereiken?

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

3. Een met lucht gevulde condensator wordt opgeladen tot een spanning van 3.0 V. Vervolgens wordt de condensator losgekoppeld van de batterij. Dan wordt de ruimte tussen de platen opgevuld met een olie. Daarna is de spanning over de condensator nog maar 1.4 V.

- (a) [7] Hoe groot is de diëlektrische constante van de olie?
 (b) [8] Hoeveel procent van de opgeslagen elektrische energie gaat er verloren bij het vullen met olie?

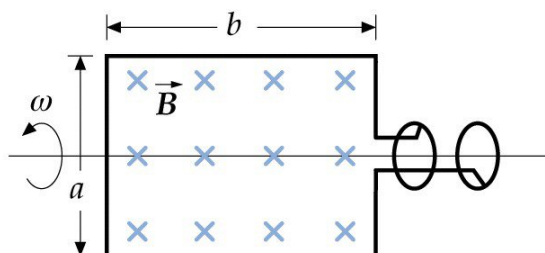
4. Door een cirkelvormige stroomdraad met straal $R = 3.5$ cm loopt een stroom van $I = 5.0$ A. Het middelpunt van de cirkel is M. Rechte stukken draad voeren de stroom aan en af, zoals hiernaast geschetst.



- (a) [5] Leg met de wet van Biot-Savart uit, dat de rechte stukken draad niet bijdragen aan het magnetische veld in punt M.
 (b) [5] Bepaal de richting van het magneetveld in M.
 (c) [10] Bereken de grootte van het magneetveld in M.

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

5. De onderstaande figuur laat een eenvoudige wisselspanningsgenerator zien. Deze bestaat uit een rechthoekig draadraam met zijden van $a = 1$ cm en $b = 2$ cm, dat geplaatst wordt in een uniform magnetisch veld $\vec{B}$ met sterkte 0.12 T. Op tijdstip $t = 0$ staat het draadraam loodrecht op de magnetische veldlijnen, zoals in de figuur. Vervolgens wordt het draadraam aan het roteren gebracht met constante hoeksnelheid $\omega = 314$ rad/s. Aan de contactpunten van het draadraam ontstaat daardoor een geïnduceerde wisselspanning, eveneens met hoekfrequentie ω . (Aan deze contactpunten zitten cirkelvormige ringetjes zodat hiermee tijdens het draaien contact kan worden gemaakt met bijvoorbeeld een voltmeter.)



- (a) [10] Laat zien dat de magnetische flux door het draadraam op tijdstip t gegeven wordt door de formule $\Phi_B = Bab \cos \omega t$.
 (b) [10] Bereken de amplitude van de inductiespanning.

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

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

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

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

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

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 $= 4\pi R^3/3$