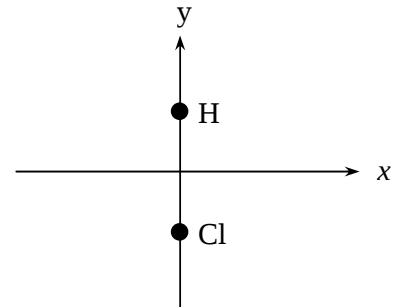


Tentamen Wis- en Natuurkunde 2 (SK-BWSNK2)
(deel Natuurkunde)

28 januari 2016

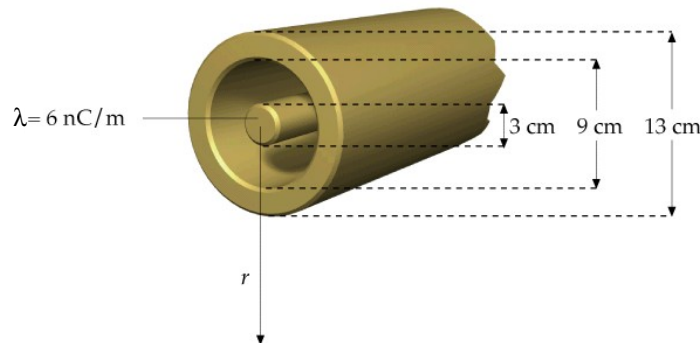
- De tijd voor deze toets is 3 uur.
- Schrijf op elk vel dat je inlevert, je naam en studentnummer.
- In verband met parallel nakijken: begin bij opgave 3 en opgave 5 op een nieuw vel papier.
- Laat bij elke opgave duidelijk zien hoe je aan het antwoord komt.
- De puntentelling staat bij elke opgave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

1. Een molecuul waterstofchloride is ongeladen, maar heeft een dipoolmoment van $3.6 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$. We vatten het op als twee puntladingen op een onderlinge afstand van 0.20 nm . ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.) We kiezen een assenstelsel zoals in de figuur hiernaast. Het dipoolmoment wijst dan in de positieve y richting.



- (a) [5] Hoe groot is de netto lading op het H atoom?
(b) [5] Maak een schets van de *elektrische veldlijnen* en de *equipotentiaalvlakken* voor dit molecuul.
(c) [10] Bereken de elektrische veldsterkte in het punt $(0.1 \text{ nm}, 0 \text{ nm})$.

2. De onderstaande figuur laat een stuk zien van een zeer lange concentrische kabel. De binnenste geleider is uniform geladen met een lijnladingsdichtheid $\lambda = 6 \text{ nC/m}$. De buitenste geleider is netto neutraal. De afstand van de middenas tot een willekeurig punt noemen we r .



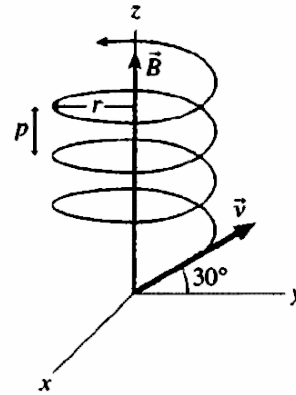
- (a) [10] Bepaal met de wet van Gauss de elektrische veldsterkte als functie van r .
(b) [5] Bereken de oppervlakteladingsdichtheid op de buitenkant van de buitenste geleider.
(c) [10] Bereken het potentiaalverschil tussen de twee geleiders.

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

3. [10] Je wilt een met lucht gevulde, parallelle-platen condensator ontwerpen die 10 J aan elektrische energie kan opslaan. De spanning die je kunt gebruiken wordt beperkt doordat lucht doorslaat bij 3×10^6 V/m. Hoe groot moet het volume van de condensator minimaal zijn?

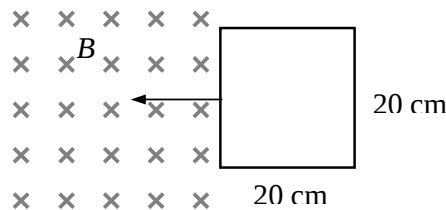
4. Het magnetisch veld in het figuur hiernaast is uniform met sterkte 2.0 T en staat in de z -richting. Een elektron (massa 9.1×10^{-31} kg) komt het veld binnen met een snelheid van $v = 5.0 \times 10^6$ m/s onder een hoek van 30° boven het xy -vlak.

- (a) [10] Bereken de straal r van de spiraalvormige baan van het elektron.
 (b) [10] Hoe groot is de afstand p , die het elektron tijdens iedere omwenteling in de z -richting aflegt?



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

5. Een vierkante stroomkring van 20 cm bij 20 cm ligt net buiten een gebied met een uniform magnetisch veld met sterkte $B = 0.80$ T. (Zie de figuur.) De stroomkring wordt nu met constante snelheid het veld in bewogen. Na 0.5 seconde ligt de stroomkring geheel in het magnetisch veld.
- (a) [5] Leg uit wat de richting van de inductiestroom is wanneer de stroomkring het veld in wordt bewogen.
 (b) [10] Bereken de inductiespanning (emf).
 (c) [10] De elektrische weerstand van de kring bedraagt 0.2Ω . Deze zorgt voor dissipatie van de opgewekte elektrische energie. Bereken de hoeveelheid warmte die ontstaat tijdens de beweging van de stroomkring.



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:	$\Phi_B = \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$		
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:	$i_D = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$
energiedichtheid B-veld:	$u_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2$		
magnetische dipool:	$\vec{\mu} = I \vec{A}$		
dipool in extern B-veld:	$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$	$U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$	
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 $= 4\pi R^3/3$