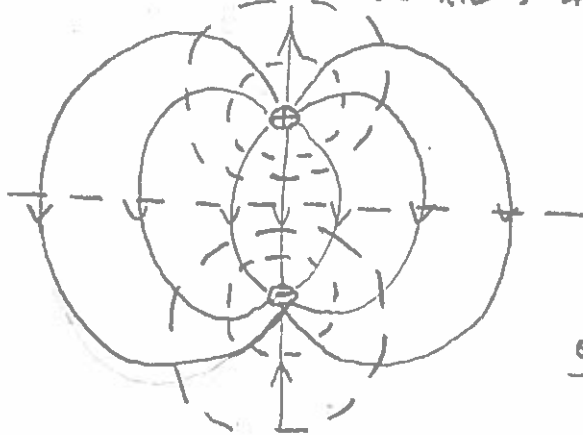


1a] Het dipoolmoment is: $p = qd$. Hieruit volgt:

$$q = \frac{p}{d} = \frac{3.6 \times 10^{-30} \text{ C.m}}{0.20 \times 10^{-9} \text{ m}} = \boxed{1.8 \times 10^{-20} \text{ C}}$$

b]



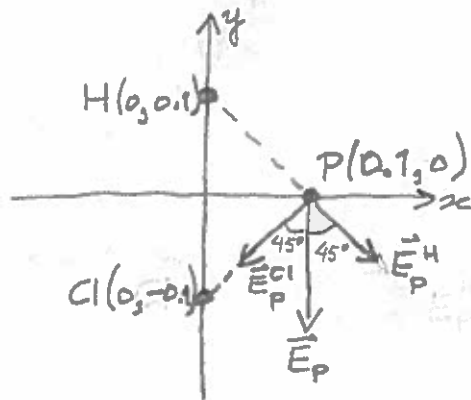
veldlijnen (—) :

- * lopen van + naar -
- * hebben dezelfde symmetrie als de ladingsverdeling
- * snijden elkaar niet

equipotentiaalvlakken (---) :

- * staan loodrecht op veldlijnen
- * snijden elkaar niet.

c]



Het is duidelijk dat $\vec{E}_P^H$ en $\vec{E}_P^{Cl}$ even groot zijn. Daarom is de richting van $\vec{E}_P$ die van de negatieve y-as. De grootte van E_P is 2x de y-component van $\vec{E}_P^H$:

$$E_P = 2 \cos(45^\circ) \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$= \sqrt{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1.8 \times 10^{-20}}{(\sqrt{2} \times 0.1 \times 10^{-9})^2}$$

$$= \boxed{1.1 \times 10^{10} \text{ N/C}}$$

2a) Binnenin een geleider is het elektrisch veld nul. Dus voor $r < 1.5 \text{ cm}$ en $4.5 < r < 6.5 \text{ cm}$ is $E=0$.

Voor de overige waarden van r kiezen we eerst een Gaussisch oppervlak in de vorm van een cilinder die concentrisch is met de kabel. Deze heeft straal r en lengte L . Wegens symmetrie staat het E -veld op het Gauss-oppervlak radiaal naar buiten. Dit betekent dat de flux door het onder- en bovenvlak nul is, en op de mantel geldt: $\vec{E} \cdot d\vec{A} = E dA$.

We krijgen dan

$$\oint_{\text{cil.}} \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \oint_{\text{mantel}} dA = 2\pi r L E = Q_{\text{omvat}} / \epsilon_0$$

$$\text{Dus: } E(r) = \frac{Q_{\text{omvat}}}{2\pi\epsilon_0 r L} = \frac{\lambda L}{2\pi\epsilon_0 r L} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$

Omdat de buitenste cilinder netto ongeladen is geldt dit ook voor r buiten de kabel.

Samengevat:

$$E(r) = \begin{cases} 0 & (r < 1.5 \text{ cm en } 4.5 \text{ cm} < r < 6.5 \text{ cm}) \\ \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} & (1.5 \text{ cm} < r < 4.5 \text{ cm en } r > 6.5 \text{ cm}) \end{cases}$$

b) Lading op de buitenste geleider kan alleen op de oppervlakken zitten. Kies opnieuw een cilinder als Gaussisch oppervlak, maar met een straal iets groter dan 4.5 cm . De flux door dit opp. moet nul zijn want $\vec{E}_{\text{geleider}} = \vec{0}$. De omvatte lading is dus ook nul.

Op het binnenoppervlak moet dus $-\lambda$ aan lading zitten. Op het buitenoppervlak dus $+\lambda$. De oppervlakte-ladingsdichtheid is dus:

$$\sigma = \frac{\lambda L}{2\pi r L} = \frac{\lambda}{2\pi r} = \frac{6 \text{ nC/m}}{2\pi \times 0.065 \text{ m}} = 15 \text{ nC/m}^2$$

c) Het potentiaalverschil wordt gegeven door:

$$V = - \int_{r=1.5}^{r=4.5} \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

Het integratiepad is een stuk straal. Hier is $\vec{E} \cdot d\vec{r} = E dr$.

$$V = - \int_{1.5 \text{ cm}}^{4.5 \text{ cm}} E dr = - \int_{1.5}^{4.5} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} dr = - \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{4.5}{1.5}\right)$$

$$= - \frac{6 \times 10^{-9}}{2\pi \times 8.85 \times 10^{-12}} \ln 3 = 1.2 \times 10^2 \text{ V}$$

3] De energiedichtheid van het elektrisch veld is:

$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = \frac{U}{\text{volume}}$$

Bij het maximale veld E_{doorslag} is dus:

$$\text{volume} = \frac{2U}{\epsilon_0 E_{\text{doorslag}}^2} = \frac{2 \times 10}{8.85 \times 10^{-12} \times (3 \times 10^6)^2} = \boxed{0.25 \text{ m}^3}$$

Alternatief:

De capaciteit van een vlakke-plaatcondensator is:

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

De energie die je kunt opslaan is:

$$U = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{\epsilon_0 A}{2d} V^2$$

Maar V is maximaal $E_{\text{doorslag}} d$:

$$U = \frac{\epsilon_0 A d}{2} E_{\text{doorslag}}^2$$

Hierin is Ad het volume, dus:

$$Ad = \frac{2U}{\epsilon_0 E_{\text{doorslag}}^2} = \boxed{0.25 \text{ m}^3}$$

4a] Hiervoor is alleen de snelheidscomponent in het xy -vlak nodig. De centripetale kracht is de Lorentzkracht:

$$\frac{mv_y^2}{r} = q v_y B \sin(30^\circ)$$

Hierin is $v_y = v \cos(30^\circ)$. We krijgen dus:

$$r = \frac{mv^2 \cos^2(30^\circ)}{q v B \cos(30^\circ)} = \frac{mv \cos(30^\circ)}{q B} = \boxed{1.2 \times 10^{-5} \text{ m}}$$

b] De snelheidscomponent parallel aan het $\vec{B}$ -veld blijft constant, en is $v_z = v \cos(60^\circ)$.

De tijd voor één omwenteling is:

$$t = \frac{2\pi r}{v_y} = \frac{2\pi m}{q B}$$

De afgelegde weg in z in die tijd is:

$$p = v_z t = \frac{2\pi m v \cos(60^\circ)}{q B} = \boxed{4.5 \times 10^{-5} \text{ m}}$$

5a] Wet van Lenz: bij het veld in bewegen neemt de flux door de kring toe. De inductiestroom werkt die verandering tegen door veldlijnen op te wekken tegen B in, dus het papier uit. Met de rechterhandregel volgt dat de stroom tegen de klok in loopt.



b] Wet van Faraday: $\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$

Bij constante snelheid wordt dat:

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = - \frac{(B_{\text{eind}} - B_{\text{begin}})A}{t_{\text{eind}} - t_{\text{begin}}}$$

$$= - \frac{0.80 \times (0.20)^2}{0.5} = \boxed{-0.064 \text{ V}}$$

c] Het gedissipeerd vermogen over een weerstand R is:

$$P = \frac{\mathcal{E}^2}{R}$$

Dit vermogen wordt 0.5 s lang opgewekt, dus de energie is

$$\Delta U = P \Delta t = \frac{\mathcal{E}^2}{R} \Delta t = \frac{(0.064)^2}{0.2} \times 0.50 = \boxed{0.010 \text{ J.}}$$