

Tussentoets Elektromagnetisme – 7 maart 2024, 9:30-10:30h. Schrijf duidelijk met blauwe of zwarte pen, NIET met potlood. Onleesbaar werk wordt niet nagekeken. Beargumenteer uw antwoorden kort en bondig. Het gebruik van elektronische hulpmiddelen is niet toegestaan. Deze toets bestaat uit 10 onderdelen verdeeld over 4 opgaven. Met elk onderdeel kunnen maximaal 5 punten gescoord worden, dus 50 punten maximaal.

Opgave 1

Beschouw twee puntladingen, q_1 op positie $\mathbf{r}_1 = (0, 0, z_1)$ en q_2 op positie $\mathbf{r}_2 = (x_2, 0, 0)$ met $z_1 \neq 0$ en $x_2 \neq 0$.

- Geef een zo expliciet mogelijke uitdrukking voor de kracht $\mathbf{F}_2(z_1, x_2)$ die lading 1 uitoefent op lading 2.
- Schets een redelijk aantal elektrische veldlijnen in een redelijk stuk van het x - z vlak voor het geval dat $q_1 = q > 0$ en $q_2 = -2q$.

Opgave 2

Beschouw een (3-dimensionale) bol met straal R en ladingsdichtheid $\rho = ar^2$ voor $0 \leq r \leq R$ met a een gegeven constante en r de afstand tot het middelpunt. Buiten de bol zit geen lading.

- Bereken de totale lading Q van de bol.
- Bereken het elektrische veld $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ voor willekeurige positie \mathbf{r} in de ruimte, dus zowel binnen als buiten de bol. Er geldt $|\mathbf{r}| = r \geq 0$. Druk uw antwoord uit in termen van de totale lading Q .
- Beredeneer of deze bol wel of niet van zilver (Ag) gemaakt kan zijn.

Opgave 3

We beschouwen een cirkelvormige ring met symmetrie-as $(0, 0, 1)$, straal R , en constante statische lijnladingsdichtheid λ . De potentiaal op oneindige afstand van de ring is nul. Bereken in het punt $(0, 0, z)$, dus op de symmetrie-as, in de volgorde van uw voorkeur:

- de potentiaal $V(z)$ en
- het elektrisch veld $\mathbf{E}(z)$.

Dezelfde ring met straal R heeft nu een niet-constante lijnladingsdichtheid $\lambda(\phi) = \lambda_0 \cos \phi$ op positie $(R \cos \phi, R \sin \phi, 0)$, met λ_0 een gegeven constante en $\phi \in [0, 2\pi]$ de azimuthale hoek t.o.v. de x -as.

- Bereken het dipoolmoment \mathbf{p} van deze ladingsverdeling.

Opgave 4

Een plaatcondensator (Engels: capacitor) bestaat uit twee parallelle geleiders in de vlakken $z = \pm d/2$ (dus op onderlinge afstand d), met tegengestelde homogene oppervlakteladingsdichtheden $\pm\sigma$ waarbij $\sigma > 0$. De condensator bevindt zich in vacuüm, en elke plaat heeft een zeer groot oppervlak $A \gg d^2$ zodat randeffecten verwaarloosd kunnen worden.

- Bereken het potentiaalverschil V tussen de twee geleiders en hieruit de capaciteit C .
- Bereken de energie W die opgeslagen zit in de condensator.