



Aanwijzingen

De toets bestaat uit twee delen, waarvan het eerste deel binnen **60 minuten** moet worden ingeleverd. In het eerste deel worden met name begripsvragen gesteld. De antwoorden moeten op een apart vel worden gemaakt. Vul daarom uw naam, studentnummer en groep duidelijk in.

Het tweede deel van de toets bestaat uit opgaven met wat meer rekenwerk om de operationele kennis te testen. Voor het tweede deel van de toets is **120 minuten** aan tijd beschikbaar (plus de tijd die men overhoudt van het eerste deel van de toets).

Bij het tentamen mag een formuleblad gebruikt worden dat maximaal 20 formules bevat met een korte aanduiding, waarvan er maximaal 10 elektrische beschrijvingen mogen bevatten en maximaal 10 magnetische. Dit formuleblad moet met het tentamen worden ingeleverd.

Lees voor het beantwoorden de tekst van de opgave eerst helemaal zorgvuldig door.

Het aantal te behalen punten per opgave staat in de hokjes in de kantlijn.

Deel 1: Begripsvragen

15 pt

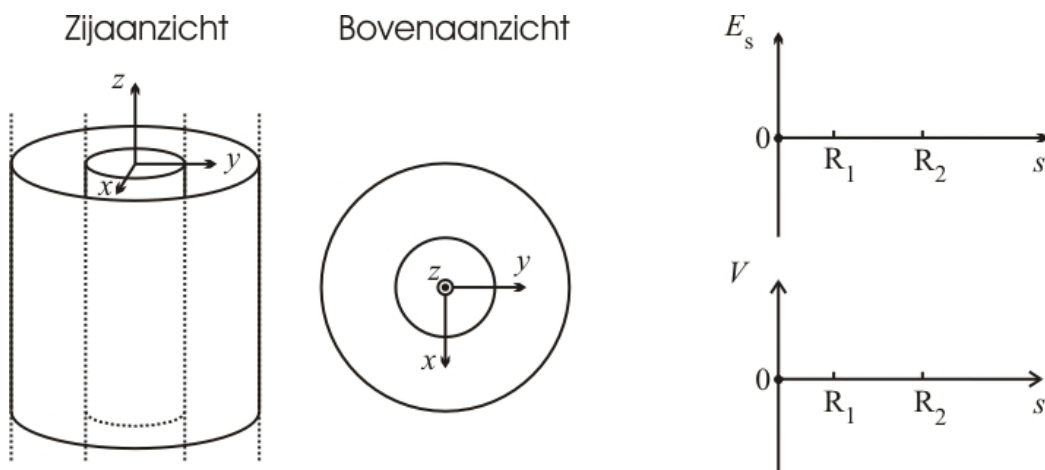
1. In de onderstaande figuren is een cilindercondensator getekend in verschillende aanzichten. De cilinders mogen worden beschouwd als oneindig lang in de z richting. De binnenste cilinder (straal R_1) draagt een ladingsdichtheid van $+\lambda$ (per lengte-eenheid in de z -richting) en de buitenste (straal R_2) een ladingsdichtheid van $-\lambda$. De ruimte binnen-, tussen- en buiten de cilinders is leeg. Neem de tekeningen over op je antwoordvel en teken in de verschillende aanzichten:

- De vrije lading
- De veldlijnen

Teken in de gegeven assenstelsels het verloop van de volgende gootheden als functie van s , de loodrechte afstand tot de z -as:

- De radiale component E_s van het **E**-veld
- De elektrische potentiaal V .

(geef ook aan volgens wat voor soort kromme de grafiek loopt, dus $1/s$, $1/s^2$, logaritmisch of vlak...)





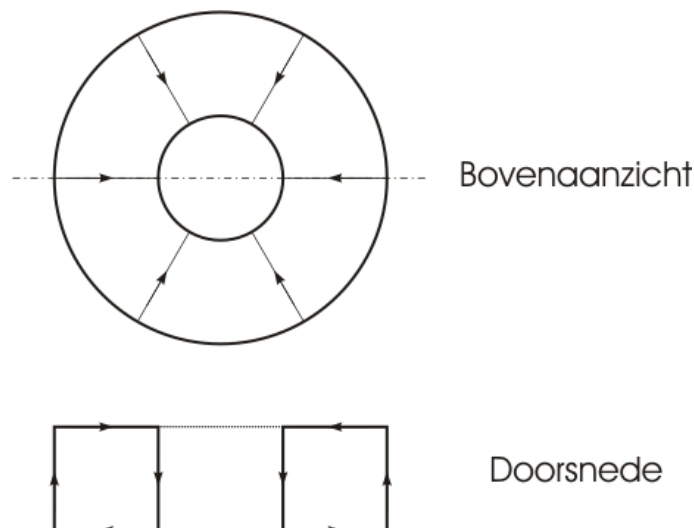
10 pt

2. Zijn de volgende stellingen waar of niet waar en waarom? Geef een toelichting van minimaal 1 en maximaal 5 zinnen.
- De grootte van de kracht tussen twee ladingen blijft hetzelfde wanneer we één van beide ladingen van teken veranderen.
 - Als de geladen platen van een grote vlakke dunne condensator (niet verbonden aan een spanningsbron) verder uit elkaar worden getrokken, dan neemt de spanning over de condensator toe.
 - In een homogeen magnetisch veld (een homogene magnetische inductie \mathbf{B}) ondervindt een stroomvoerende stroomkring die niet loodrecht op het veld staat een netto moment en een netto kracht.
 - Een elektrisch veld dat 2 maal zo sterk is bevat 8 maal zoveel energie.
 - De totale statische magnetische flux (flux van het \mathbf{B} -veld) doorheen een gesloten oppervlak is altijd nul (ongeacht materiaalgrenzen en vrije stromen).
 - Een lading die parallel aan een magnetische veldlijn beweegt ondervindt een Lorentz kracht.
 - Elektrische veldlijnen lopen van positieve naar negatieve lading.
 - Twee parallelle draden met stroom in dezelfde richting trekken elkaar aan.
 - Als een gesloten lus van een geleider met een vaste vorm wordt bewogen door een inhomogeen magnetisch veld dan zal er een stroom door de lus gaan lopen.
 - De rotatie van een gradiënt van een scalarveld is altijd nul

Heb je overal een (paar zinnen) uitleg bij?

5 pt

3. Schets het magnetisch veld in een dikke toroïdale spoel met een vierkante doorsnede. Hieronder zijn twee aanzichten getekend, de pijlen geven de richting van de stroom aan. Schets in beide aanzichten de veldlijnen. Denk aan richting en amplitude van het veld).





Deel 2: Rekenvragen

- Lees de vragen goed door alvorens met het oplossen te beginnen.
- Maak schetsen van de situatie zoals deze in de tekst wordt voorgesteld
- Teken alle relevante grootheden in de schets.
- Begin elke vraag op een nieuwe pagina.

25 pt

4. Gegeven een elektrische lading $+Q$ die homogeen verdeeld is over een cirkel in het xy -vlak, met straal R en middelpunt in de oorsprong.

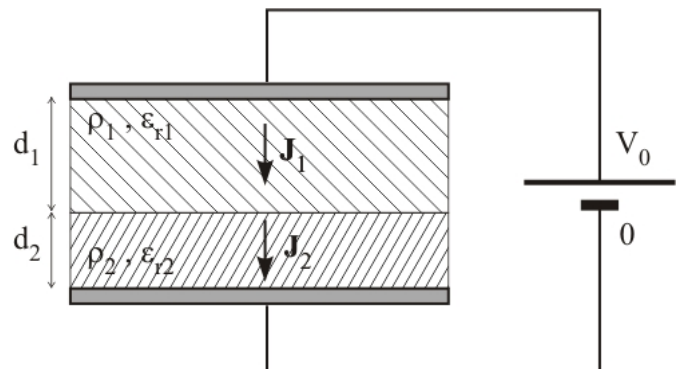
- a. Bewijs dat het opgewekte elektrische veld op de z -as gelijk is aan:

$$\mathbf{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{z}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \hat{\mathbf{z}}$$

- b. Bereken aan de hand hiervan een uitdrukking voor het veld op de z -as van een cilinder die homogeen is belegd met lading (oppervlakte-ladingsdichtheid $s > 0$), en loopt van $z = -R$ tot $z = R$.
- c. Schets het verloop van de grootte van \mathbf{E} op de z -as als functie van z door $|\mathbf{E}|$ op een aantal punten te berekenen ($z = 0$, $z = \pm R$, $z = \pm 2R$, $z \gg R$).

25 pt

5. De lekkende condensator met twee verschillende diëlektrische materialen. De term 'lekkend' betekent dat de diëlektrica een eindig geleidingsvermogen hebben. De condensator is aangesloten op een spanningsbron die een spanning V_0 handhaaft. De tussenruimte is gevuld met twee verschillende lagen met diktes d_1 en d_2 . De soortelijke weerstanden van de twee materialen zijn ρ_1 en ρ_2 en hun diëlektrische constanten zijn ϵ_{r1} en ϵ_{r2} .



- d. Toon aan dat moet gelden: $\mathbf{J}_1 = \mathbf{J}_2$.
- e. Druk de elektrische velden \mathbf{E}_1 en \mathbf{E}_2 in beide lagen uit in de gegevens (V_0, d, ρ en ϵ_r).
- f. Druk de vrije ladingsdichtheid s_f op het grensvlak tussen de twee materialen uit in de gegevens.

20 pt

6. Beschouw een massieve, oneindig lange draad gecentreerd op de z -as met een diameter van 2 cm. De stroomdichtheid in de draad wordt gegeven door $\mathbf{J}(s) = 25000 \cdot s^2 \hat{\mathbf{z}} \text{ A/m}^2$ (de stroom loopt dus overall evenwijdig aan de z -as). De relatieve magnetische permeabiliteit $m_r = 100$.
- g. Bereken de totale stroom I_0 die door de draad loopt.
- h. Bereken binnen in de draad de richting en grootte van het magnetische veld (\mathbf{H}) en de magnetische inductie (\mathbf{B}) als functie van de afstand s tot de z -as..
- i. Bereken de grootte en richting van \mathbf{B} en \mathbf{H} buiten de draad.