

**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.

Begripsvragen

7 pt 1. Beredeneer vanuit de fysische betekenis van een elektrische veldlijn waarom twee veldlijnen elkaar niet kunnen snijden (zonder vrije lading).

8 pt 2. Stel dat het magnetische veldlijnen patroon in een bepaald deel van de ruimte cilinder symmetrisch is (het stuk ruimte bevat verder geen vrije stroom).

- Beredeneer met behulp van theorema van Stokes dat de veldsterkte schaalt als $(1/r)$ als functie van de afstand (r) tot de as van de cilinder.
- Noem een voorbeeld van een stroomverdeling die zou kunnen leiden tot een dergelijke veldverdeling.
- Hoe schaalt de magnetische vector potentiaal voor dit geval (langs dezelfde as)?

10 pt 3. Zijn de volgende stellingen waar of niet waar en waarom, Geef een toelichting van minimaal 1 en maximaal 5 zinnen.

- De absolute waarde van de kracht tussen twee positieve ladingen is even groot als tussen een negatieve en een positieve lading (gelijke hoeveelheid lading voor alle ladingen).
- In een geleider zal de stroom altijd de elektrische veldlijnen volgen.
- Als de geladen platen van een grote vlakke dunne condensator (niet verbonden aan een spanningsbron) verder van elkaar worden getrokken dan loopt de spanning over de condensator op.
- In een homogeen magnetisch veld (een veld van homogene magnetische inductie) ondervindt een stroomkring die niet loodrecht op het veld staat een netto moment en een netto kracht.
- En elektrisch veld dat 2 zo sterk is bevat 8 maal zoveel energie.
- Vrije lading resulteert in een discontinuïteit in \mathbf{E} bij een continue \mathbf{D} .
- Een metalen schijf draait om zijn as in een homogeen magnetische veld. De draairichting van de schijf (dat is de vector die loodrecht staat op de schijf en volgens de rechterhandregel uit het oppervlak steekt) staat parallel aan de magnetische veldlijnen. Het centrum van de schijf wordt hierdoor negatief.



- h.* De totale statische magnetische flux (flux van het **B**-veld) door een gesloten oppervlak is altijd nul (ongeacht materiaalgrenzen en vrije stromen).
- i.* Gebonden stroom van positieve lading komt alleen voor in paramagnetische materialen.
- j.* Een lading die parallel aan een magnetische veldlijn beweegt ondervindt geen Lorentz kracht.

Heb je overal een (paar zinnen) uitleg bij?

10pt

- 4. In de aanwezigheid van een extern veld zal een dielectrisch materiaal polariseren.
 - a.* Leg uit wat hiermee wordt bedoelt
 - b.* Leg uit waarom dat voor een brede vlakke dunne plaat in een homogeen veld (niet parallel aan de plaat maar ook niet helemaal loodrecht op de plaat) leidt tot een effectieve gebonden oppervlakte lading.
 - c.* Leg uit aan de hand van de fysische betekenis van de (richting van de) veldlijnen waarom deze altijd van de normaal afbuigen bij het binnen gaan van een materiaal met een positieve epsilon.



Rekenvragen:

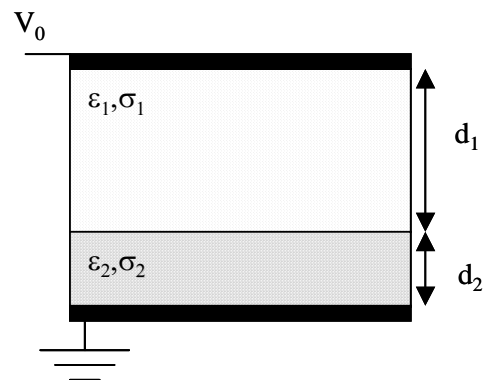
- Lees de vragen goed door alvorens met het oplossen te beginnen.
- Maak schetsen van de situatie zoals deze in de tekst wordt voorgesteld
- Teken alle relevante grootheden in de schets.
- Begin elke vraag op een nieuwe pagina.

10 pt

5. Gegeven dat de magnetische vectorpotential $\mathbf{A} = 2y^2$ en gericht is langs de positieve z -as (cartesisch coördinaten).
- Schets \mathbf{A} , geef aan welke component of doorsnede je tekent, misschien zijn meerdere schetsen nodig.
 - Bereken \mathbf{B} en schets de relevante componenten van \mathbf{B} (wederom, geef aan welke component en welke doorsnede je tekent)

25 pt

6. De lekkende condensator met twee verschillende dielectrische materialen: Beschouw een z.g. lekkende condensator die aangesloten is op een spanningsbron met spanning V_0 . De condensator bestaat uit twee platen op een afstand d_0 . Die afstand is gevuld met twee lagen van verschillende materialen met diktes d_1 en d_2 . Het geleidingsvermogen van de materialen is σ_1 en σ_2 en de dielectrische constanten zijn ϵ_1 en ϵ_2 .



- Waar zit de vrije lading?
- Druk het veld in materiaal 1 uit in de gegevens
- Druk de lading op het grensvlak *tussen de twee materialen* uit in de gegevens.

20 pt

7. Beschouw een massieve oneindig lange draad gecentreerd op de z -as met een diameter van 0.02m (2 cm dus) waarin de stroomdichtheid gegeven wordt door

$\mathbf{j}_{(r,\varphi,z)}(r) = (0, 0, 25000 \cdot r^2)$ (de stroom is volledig langs de z -as gericht). De relatieve magnetische permeabiliteit $\mu_r = 100$.

- Bereken de totale stroom door de draad
- Bereken de richting en grootte van het magnetische veld (\mathbf{H}) en de magnetische inductie (\mathbf{B}) als functie van de straal r binnen in de draad.
- Bereken de grootte en richting van \mathbf{B} en \mathbf{H} buiten de draad.

Nu wordt een holle mantel om de draad heen geschoven (evenwijdig aan de draad). De mantel heeft eveneens een relatieve permeabiliteit μ_r van 100 maar er loopt geen vrije stroom doorheen. De mantel heeft een binnendiameter van 0.05m en een buitendiameter van 0.06m.

- Bereken het veld \mathbf{B} net binnen en buiten het binnenoppervlak en het buitenoppervlak van de mantel
- Bereken de gebonden stroom op het binnen en buitenoppervlak.



10 pt

8. Beschouw een enkele cirkelvormige stroomkring in het xy vlak, met de z -as als centrum, een stroom \mathbf{I} en een straal R .
- Beredeneer in welke richting het magnetische veld staat op punten langs de z -as.
 - Bereken de grootte van het \mathbf{B} -veld als functie van de positie z langs de z -as.