

**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. Stel je neemt een condensator die bestaat uit twee metalen platen met een lege ruimte ertussen. De condensator is opgeladen maar de platen zijn niet (meer) verbonden met een spanningbron. Je schuift er in het midden twee dunne platen tussen die in eerste instantie tegen elkaar aanliggen. De platen zijn gemaakt van een dielectricum (een isolator, niet een metaal). Vervolgens splits je de platen door ze snel uit elkaar te bewegen naar de platen van de condensator toe. De afstand tussen de condensator platen blijft gelijk. Is de potentiaal tussen de condensator platen gedaald/gestegen? Waarom/waarom niet?
- 8 pt
2. Spoelen worden gewikkeld door op een bewegend asje een draad heen en weer te laten lopen. Beschouw een dikke spoel waarbij de diameter voor de laatste laag (4R) tweemaal zo groot is als de diameter van de eerste laag (2R). Stel dat het aantal windingen per lengte-eenheid ( $n$ ) gelijk is voor alle lagen en dat de spoel veel langer is dan de diameter. Stel dat er 100 lagen wikkelingen zitten op de spoel. Stel de stroom is  $I$ .
    - a. Schets het magnetische veld in de spoel als functie van de afstand tot de as van 0 tot  $3R$ .
    - b. Geef de richting van de stroom en het magnetische veld aan.
    - c. Geef een uitdrukking voor de kracht die de binnenste laag ondervindt als gevolg van het veld van alle andere lagen en geef de richting van die kracht.
- 10 pt
3. Zijn de volgende stellingen waar of niet waar en waarom, Geef een toelichtingen van minimaal 1 en maximaal 5 zinnen.
    - a. De absolute waarde van de kracht tussen twee positieve lading is even groot als tussen een negatieve en een positieve lading (gelijke hoeveelheid lading voor alle ladingen).
    - b. De totale elektrische flux door een oppervlak wordt bepaald door de vorm van het oppervlak EN door de ingesloten lading.
    - c. Binnen in een holle metalen kubus zonder vrije lading is het veld overal even sterk.
    - d. In een homogeen magnetisch veld lopen alle veldlijnen parallel.



- e.* Een stuk weekijzer ( $\mu_r > 1$ ) wordt geplaatst in een magnetisch veld waarbij de normaal van het oppervlak niet parallel loopt aan de magnetische veldlijnen. De magnetische veldlijnen breken dan naar de normaal toe.
- f.* Tussen de platen van een lekkende condensator moet de divergentie van de stroomdichtheid gelijk zijn aan nul.
- g.* 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 vrij stromen).
- i.* Als alle puntladingen in een ruimte hun hoeveelheid lading verdubbelen dan wordt het veld 4 maal zo groot.
- j.* De kracht die nodig is om twee condensatorplaten van een geladen condensator op een afstand van elkaar te houden is evenredig met de lading op de platen.

10pt
------

4. Schets de magnetische vector potentiaal om een enkele verticale stroom voerende draad, schets verschillende doorsnedes en geef een indicatie van het verloop van het veld ( $1/r$ ,  $1/r^2$  etc)

**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
1. Gegeven dat de magnetische vectorpotential  $\mathbf{A}(x, y, z) = 2y^2 \cdot \hat{\mathbf{e}}_z$  gericht langs de positieve  $z$ -as (cartesische coördinaten).
- Schets  $A_z(y)$ .
  - Bereken  $\mathbf{B}(x, y, z)$  en schets de relevante component van  $\mathbf{B}$ .
- 25 pt
2. Elektrische rekenopgave (Biot Savart achtig)
- $x'; v_k' v' kv$
- 20 pt
3. Beschouw drie concentrische holle metalen bollen (straal  $R, 2R, 3R$ ), gecentreerd op de oorsprong, met netto ladingen  $Q, -2Q, 3Q$ .
- Bereken en schets de veldsterkte als functie van de afstand  $r$  tot de oorsprong
  - Bereken en schets de potentiaal als functie van  $r$
- 10 pt
4. Een ideale rechte spoel met cirkelvormige doorsnede (straal  $R$ ,  $n$  windingen per lengte eenheid, stroom  $I$ ) is geheel gevuld met materie met  $\mu_r = 4(r/R) + 2$ . Bepaal de flux die door het oppervlak van de doorsnede gaat