

**Aanwijzingen**

Voor de toets zijn **180 minuten** beschikbaar. Vul op alle ingeleverde vellen uw naam, studentennummer en groep duidelijk in.

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.

15 pt

1. Veldlijnen schetsen. Kies zelf één (of meerdere) aanzichten per onderdeel. Denk aan richting, dichtheid en begin/eindpunten van de lijnen. Voeg waar nodig commentaar toe (zoals “1/r” of “vrije lading”).
 - a. Schets de elektrische veldlijnen in een lege ruimte waarin een condensator is geplaatst. De condensator heeft een oppervlakte lading $+\sigma$ op de ene plaat en -2σ op de andere plaat. De condensator heeft een eindige grootte.
 - b. Schets de elektrische veldlijnen in een lege ruimte waarin een dunne en oneindig uitgestrekte geladen plaat is geplaatst met oppervlakte lading $+\sigma$ en een oneindig lange lijn met lijn-lading $+\lambda$. De lijn loopt parallel aan de plaat.
 - c. Schets de magnetische veldlijnen in een ruimte binnen in een oneindig lange spoel (de spoel bestaat uit windingen op een straal R) waarin ook nog een stroom voerende draad loopt over de as van de spoel. Deze laatste mag ook beschreven worden in woorden, ondersteund door een “artist-impression” (in plaats van een wetenschappelijk verantwoordde schets)

15 pt

2. Zijn de volgende stellingen **waar** of **niet waar** en waarom, Geef een toelichting van minimaal 1 en maximaal 5 zinnen. Goed lezen alvorens antwoord te geven.
 - a. Een ruimte met alleen een homogene stroom dichtheid bevat geen magnetisch veld.
 - b. Vrije lading resulteert in een discontinuïteit in \mathbf{E} bij een continue \mathbf{D} .
 - c. Als binnen een gesloten oppervlak evenveel positieve als negatieve lading aanwezig is dan is de elektrische flux door elk deel van het oppervlak nul.
 - d. Een dielectricum in een inhomogeen elektrisch veld ondervindt een kracht in de richting van de divergentie van het veld.
 - e. De elektrische potentiaal van een geladen losgekoppelde condensator blijft behouden als er een dielectricum in wordt aangebracht.
 - f. Bij een magnetisch veld in $+x$ richting en een stroom in de $+y$ richting hoort in een cartesiaans coördinaten stelsel een Lorentz kracht in de $+z$ richting.
 - g. 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.
 - h. Binnenin een holle metalen bol is het elektrische veld onafhankelijk van de verdeling van de lading buiten de bol.



30 pt

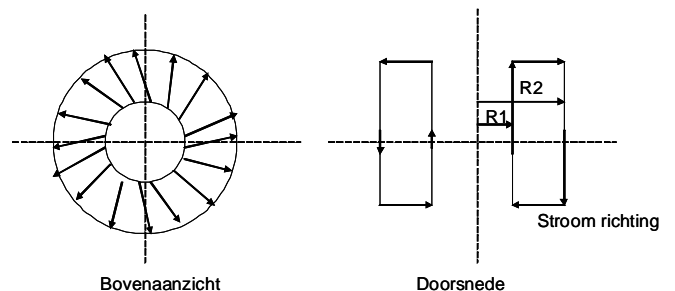
3. Wanneer is een vlak oneindig?
- Beschouw een oneindige vlakke plaat met een oppervlakte lading σ in een lege ruimte. Bereken het veld op een afstand a van de plaat mbv de wet van Gauss.
 - Bereken het veld van een oneindige lijn met lengte lading Λ op een afstand s van de lijn.
 - Bereken het veld van een oneindige plaat met oppervlakte lading σ op een afstand a opnieuw, ditmaal door de plaat te beschouwen als een verzameling van lijnen.
 - Bereken het veld van een lijn met lengte L met lengte lading Λ in een loodvlak doorheen het middelpunt van de lijn, op een afstand s van het middelpunt.
 - Bereken het veld van een plaat met oppervlakte L^2 en een oppervlakte lading σ op een afstand a van het midden van de plaat, door de plaat te beschouwen als een (vierkante) verzameling eindige lijnen.

Tip:
$$\int \frac{dx}{(a^2 + x^2)\sqrt{b^2 + x^2}} = \frac{\arctan\left(\frac{x\sqrt{b^2 - a^2}}{a\sqrt{b^2 + x^2}}\right)}{a\sqrt{b^2 - a^2}}$$

- Een eindige plaat lijkt oneindig als je maar dicht genoeg bij staat. Hoe groot mag a worden voordat het veld daalt tot 90% van de waarde van een oneindige plaat? (antwoord bevat nog L)

15 pt

4. Het verschil tussen een oneindige spoel en een torroïdale spoel.
- Beschouw een oneindige spoel met n windingen per meter en een stroom I en bereken het B-veld op de as.
 - Beschouw een dikke torroïdale spoel (zoals hiernaast geschetst) met N windingen, een rechthoekige doorsnede, een stroom I , een binnenstraal R_1 en een buitenstraal R_2 . Bereken het veld B als functie van de straal (tussen R_1 en R_2 , verwaarloos het veld buiten de spoel) in het vlak dat loopt door het midden van de torus.
 - Waar moeten R_1 en R_2 aan voldoen opdat $B((R_1+R_2)/2) = 0.90B_{\text{oneindige spoel}}$.



25 pt

5. Beschouw een condensator gevuld met twee verschillende diëlectrische materialen. De condensator bestaat uit twee metalen platen op een afstand d_0 . Die afstand is gevuld met twee lagen van verschillende materialen met diktes d_1 en d_2 . Beide materialen zijn *niet* geleidend, de diëlectrische constanten zijn ϵ_{r1} en ϵ_{r2} . De condensator is aangesloten is op een spanningsbron met spanning V_0 .
- Waar zit vrije lading?
 - Waar zit (netto) gebonden lading?
 - Druk het veld in materiaal 1 uit in de gegevens
 - Druk de oppervlakteladingsdichtheid op het grensvlak *tussen de twee materialen* uit in de gegevens.

