

Aanwijzingen

Voor de toets is 3 ½ uur beschikbaar. Vul op alle ingeleverde vellen uw naam en studentnummer duidelijk in.

Bij de toets mag een formuleblad gebruikt worden dat maximaal 10 magnetische beschrijvingen bevat. Dit formuleblad moet met het tentamen worden ingeleverd.

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

Het aantal te behalen punten per opgave staat na het vraagnummer.

Vraag 1 (20pt/100)

- a. Bereken de magnetische inductie (**B**) van een stroomdragende cirkelvormige lus op de as van de lus als functie van de afstand z tot het vlak van de lus. De cirkel heeft een radius R , ligt in het xy -vlak en is gecentreerd op de z -as. De stroom I in de lus draait tegen de klok in (kijkend langs de positieve z -as).
- b. Gebruik het resultaat van a) om **B** te berekenen op een afstand z_0 op de as boven een volle cirkelvormige plaat met straal R_0 en een uniforme oppervlakte lading σ , die om haar as draait met een constante hoeksnelheid ω_0 .

Vraag 2 (20pt/100)

Hieronder vind je een tiental stellingen. Geef voor elke stelling aan of ze waar (W) of niet waar (NW) is. Verantwoord je antwoord met minimaal 1 en maximaal 5 zinnen. (Lees aandachtig, elk woord kan belangrijk zijn!)

- a. Een lading die parallel aan een magnetische veldlijn beweegt ondervindt een Lorentz kracht.
- b. Een ruimte met alleen een homogene stroomdichtheid bevat geen magnetisch veld.
- c. Twee parallelle draden met stroom in dezelfde richting trekken elkaar aan.
- d. Als de kringintegraal van de magnetische vectorpotentiaal langs een gesloten lus gelijk is aan nul, dan is de magnetische flux doorheen die lus ook nul.
- e. Boven een oneindig uitgestrekte plaat die een homogene stroomdichtheid draagt, is de opgewekte magnetische vectorpotentiaal onafhankelijk van de hoogte boven de plaat.
- f. Een stuk wekijzer ($\mu_r > 1$) 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.
- g. Als een brok materiaal met magnetisatie M wordt verplaatst langs de as van een oneindig lange stroomvoerende spoel, hangt het van de bewegingsrichting af of dit energie kost dan wel energie oplevert.
- h. In een statisch probleem is de divergentie van de volume-stroomdichtheid altijd gelijk aan nul.
- i. Als een gesloten en elektrisch geleidende lus met een vaste vorm wordt bewogen door een inhomogeen magnetisch veld dan zal er een stroom door de lus gaan lopen.
- j. Een koperen bal (elektrisch sterk geleidend maar nauwelijks magnetiseerbaar) die op een horizontaal vlak onder het uiteinde van een staafmagneet door rolt, zal daarbij eerst vertragen en dan weer versnellen.

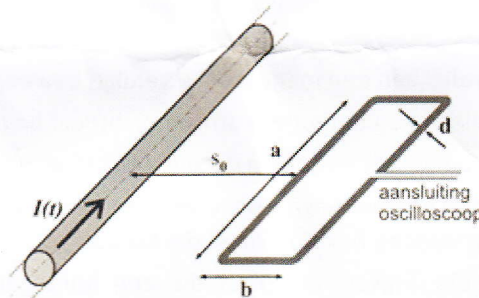
Vraag 3 (30pt/100)

Beschouw een oneindig lange, dikke draad met straal R_1 . Over het oppervlak van de draad loopt een stroom I . Om de draad heen zit een dikke mantel (tot straal $R_2 = 2 \cdot R_1$) van een materiaal met een homogene isotrope relatieve magnetische susceptibiliteit $\mu_r = 3$.

- Bereken het magneetveld (\mathbf{H}) als functie van de afstand s tot het centrum van de draad. Geef de grootte en richting en schets (de relevante component van) dit veld als functie van de afstand tot het centrum van de draad. Schets ook \mathbf{B} .
- Bereken de gebonden volumestroomdichtheid en de gebonden oppervlaktestroomdichtheid in/op het materiaal. Geef de grootte en de richting.
- Bereken de (of een) magnetische vectorpotentiaal \mathbf{A} voor dit veld met het centrum als referentiepunt.

Vraag 4 (30pt/100)

Een lange, rechte geleidende draad met ronde doorsnede draagt een wisselstroom $I(t) = I_0 \sin(\omega t)$. Naast de geleider, op een afstand s_0 , hangt een rechthoekige koperen lus (met lengte a en breedte b) die is aangesloten op een oscilloscoop. De draad loopt in het vlak dat wordt bepaald door de rechthoek en is evenwijdig aan de lange zijde a van de lus (figuur 1).



Figuur 1: stroomvoerende geleider en inductieve 'pick-up' lus.

- Welke spanning $V(t)$ wordt er gemeten met de oscilloscoop? Beschouw de stroomvoerende geleider als ∞ lang.
- De draad in de koperen lus heeft een ronde doorsnede met diameter d en een elektrische geleidbaarheid ρ . De oscilloscoop wordt weggehaald en de lus wordt gesloten. Welke stroom gaat er in de lus vloeien? (Veronderstel dat het magneetveld opgewekt door deze stroom verwaarloosbaar blijft vergeleken met het veld opgewekt door de lange rechte geleider.)
- De rechte geleider blijft precies in het vlak van de lus liggen. Welke netto kracht oefent de geleider uit op de (gesloten) lus? Is deze kracht afstotend, aantrekkend of verandert ze van teken in de tijd?