

Algemene fysica III

 tuyaux.winak.be/index.php/Algemene_fysica_III

Algemene fysica III

Richting Eysica

Jaar 2BFYS, 2BWIS, 3BWIS

Bespreking

De lessen worden sinds 2013-2014 gegeven door Professor J. Verbeeck.

Het examen bestaat uit een theoretisch en schriftelijk gedeelte. Bij theoretisch gedeelte hoor ook een mondeling deel van 4p. Het mondelinge gedeelte staat los van de andere theoretische vragen en bestaat vaak uit een afbeelding van effect dat in de theorie lessen behandelt werd. Er wordt dan gevraagd wat er afgebeeld wordt en op welke principes het steunt. De effect in het mondelinge gedeelte komt uit de theorie lessen en wordt niet altijd expliciet in de cursus behandelt. Daarom is het aan te raden om zeker naar de theorie lessen te komen.

Het oefeningen examen bevat oefeningen die gelijkaardig zijn aan behandelde oefeningen in de praktijklessen. Aangezien uitgewerkte oefeningen niet op blackboard komen is het ook belangrijk om de oefeningen lessen bij te wonen. Doorheen het jaren zijn er ook 4 oefeningen-testen, deze tellen te samen voor 4 punten van het oefeningexamen mee.

Puntenverdeling

Theorie:12 Oefeningen:8 (waarvan 4 kunnen verdiend worden met de tussentijdse testen)

Examenvragen

Academiejaar 2021 - 2022 1^{ste} zit

Prof. Johan Verbeeck

Theorie

1. Bespreek diamagnetisme en leidt een uitdrukking af voor de kracht die een diamagnetisch materiaal ondervindt in een magneetveld. Geef een voorbeeld van welke materialen diamagnetisch zijn en welke eventueel niet. Stel dat we dit effect zouden willen gebruiken om levitatie van een olifant te realiseren, hoe zou dit magnetisch veld er moeten uitzien en waarom is dit nog niet experimenteel gerealiseerd? Wat zou er gebeuren als diezelfde olifant voordien een geldstuk van nikkel (ferromagnetisch) had ingeslikt?
2. Bespreek para-elektriciteit en leidt een uitdrukking af voor de elektrische polarisatiedichtheid als functie van een extern aangelegd veld en de temperatuur. Maak een duidelijke figuur van de situatie en bespreek eventuele limietgevallen
3. Bespreek RLC
4. Bespreek hoe men experimenteel de permeabiliteit en magnetische inductie in een magnetische middenstof kan bepalen aan de hand van een Rowlandring. Bespreek de hysteresislus voor ferromagnetische materialen en duid eventueel speciale punten aan. Maak een schets van de hysteresislus van een hard en zacht ferromagnetisch materiaal en een diamagnetisch en een paramagnetisch materiaal.

Mondeling

1. Iets over Joule verlies
2. Hoe dit verlies te minimaliseren
3. Iets over AC AD

Oefeningen

Zijn niet doorgestuurd door studenten.

Academiejaar 2021 - 2022 2^e zit

Prof. Johan Verbeeck

Theorie

1. Bespreek diamagnetisme en leidt een uitdrukking af voor de kracht die een diamagnetisch materiaal ondervindt in een magneetveld. Geef een voorbeeld van welke materialen diamagnetisch zijn en welke eventueel niet. Stel dat we dit effect zouden willen gebruiken om levitatie van een olifant te realiseren, hoe zou dit magnetisch veld er moeten uitzien en waarom is dit nog niet experimenteel gerealiseerd? Wat zou er gebeuren als diezelfde olifant voordien een geldstuk van nikkel (ferromagnetisch) had ingeslikt?
2. Bespreek para-elektriciteit en leidt een uitdrukking af voor de elektrische polarisatiedichtheid als functie van een extern aangelegd veld en de temperatuur. Maak een duidelijke figuur van de situatie en bespreek eventuele limietgevallen
3. Bespreek RLC

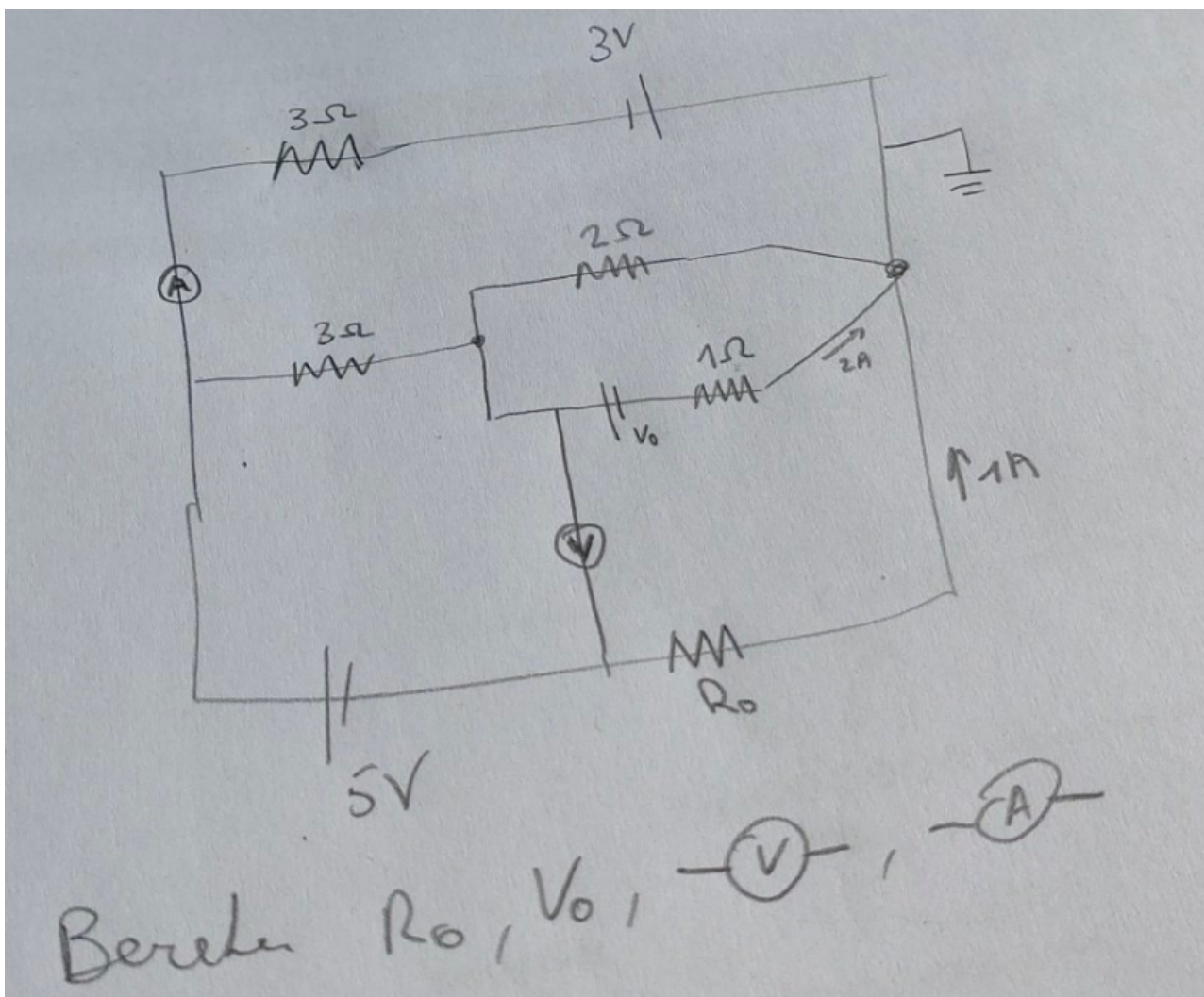
4. Bespreek hoe men experimenteel de permeabiliteit en magnetische inductie in een magnetische middenstof kan bepalen aan de hand van een Rowlandring. Bespreek de hysteresislus voor ferromagnetische materialen en duid eventueel speciale punten aan. Maak een schets van de hysteresislus van een hard en zacht ferromagnetisch materiaal en een diamagnetisch en een paramagnetisch materiaal.

Mondeling

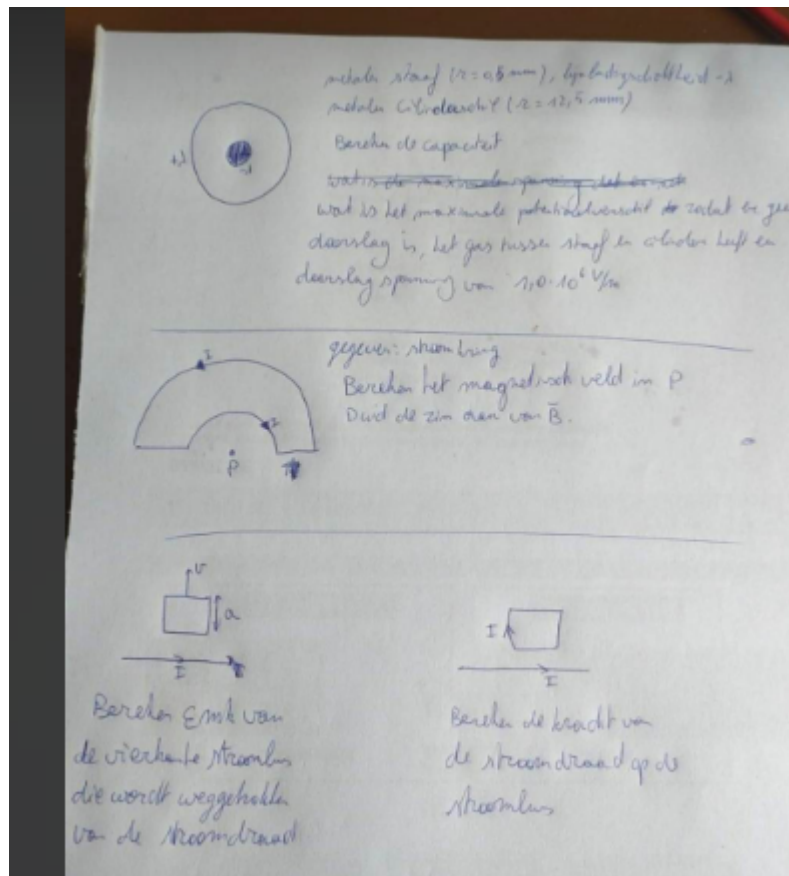
1. Iets over Joule verlies
2. Hoe dit verlies te minimaliseren
3. Iets over AC AD

Oefeningen

:



:



Academiejaar 2020 - 2021 1^{ste} zit

Theorie

Noot: dit is niet het volledige examen, maar slechts enkele vragen.

1. Leid de uitdrukking af voor een potentiaal in een diëlectrisch milieu in een gegeven punt P. Leg elke term in je resultaat uit. Wat als het oppervlak niet dielektrisch is?
2. Leg de hysteresislus uit van een ferro-electrisch materiaal aan de hand van de Rowlandring en teken deze. Duid voldoende aan op je tekening. Teken de hysteresislus voor een hard en zacht metaal en zorg dat het onderscheid duidelijk zichtbaar is. Teken de hysteresislus voor een dia- en paramagnetisch materiaal.

Oefeningen

Noot: dit is niet het volledige examen, maar slechts enkele vragen.

1. Beschouw een torus met straal 0.1 m en dikte $d \ll a \ll a$, omwikkeld met $N=20$ windingen waardoor een stroom $I=0.5 \text{ A}$ vloeit ($\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Wb/(A.m)}$). De torus bestaat uit een materiaal met magnetische permeabiliteit 990 onderbroken door een opening over een hoek $\theta = 2\pi/100$. Bepaal de magnetische veldsterkte H , de magnetische inductie B en de magnetisatie M in het materiaal en in de opening. De constanten die algemeen gekend moeten zijn waren gegeven.

2. Gegeven een condensator zonder diëlektricum Q en V . We brengen een diëlektricum tussen deze condensator met een gegeven K van het diëlectricum. Het diëlectricum beschrijft de oppervlakte van de plaat helemaal. Wat is de capaciteit? ϵ en de maten van de platen zijn gegeven. Wat is de capaciteit als we het diëlectricum maar over de helft van de plaat laten bewegen? Hint
- $$P = \epsilon E D$$

$$P = \epsilon E D$$

3. Bespreek elektrische afscherming. Toon wiskundig aan dat in electrostatica 2 geleiders volledig onafhankelijk kunnen zijn mits een specifieke opstelling waarbij mogelijk andere geleiders betrokken zijn. Geef enkele voorbeelden waar dit gebruikt kan worden. Bespreek de rol van oppervlaktelading waardoor dit effect tot stand kan komen en maak een schets om dit te verduidelijken. Kan dit effect ook worden gebruikt voor een toestel dat bijvoorbeeld in de ruimte zweeft?
4. Bespreek het stroomverloop in functie van de tijd van een kring met zelfinductie LL , weerstand RR en spanningsgenerator (batterij) met klemspanning VV , die in de tijd varieert. De generator laat op tijd t_1 de spanning plots van 0 tot VV gaan en geruime tijd later (als alle dynamische systemen uitgewerkt zijn) op t_2 plots van VV terug tot 0. Geef de afleiding van het stroomverloop, maak een duidelijke figuur (zowel van het schema als van het stroomverloop en de spanning over de verschillende componenten in de tijd) en bespreek.
5. Bespreek diamagnetisme en leidt een uitdrukking af voor de kracht die een diamagnetisch materiaal ondervindt in een magneetveld. Geef een voorbeeld van welke materialen diamagnetisch zijn en welke eventueel niet. Stel dat we dit effect zouden willen gebruiken om levitatie van een olifant te realiseren, hoe zou dit magnetisch veld er moeten uitzien en waarom is dit nog niet experimenteel gerealiseerd? Wat zou er gebeuren als diezelfde olifant voordien een geldstuk van nikkel (ferromagnetisch) had ingeslikt?
6. Bespreek para-elektricititeit en leidt een uitdrukking af voor de elektrische polarisatiedichtheid als functie van een extern aangelegd veld en de temperatuur. Maak een duidelijke figuur van de situatie en bespreek eventuele limietgevallen.
7. Bespreek RL-keten
8. (**Mondeling**) Gegeven een afbeelding van een geheugen.
- Over Jouleverlies, hoe maak je dit zo laag mogelijk, iets over AC DC
 - ...

Academiejaar 2019 - 2020 1^{ste} zit

Prof. Johan Verbeeck

Theorie

1. Bespreek elektrische afscherming. Toon wiskundig aan dat in electrostatica geleiders volledig onafhankelijk kunnen zijn mits een specifieke opstelling waarbij mogelijk andere geleiders betrokken zijn. Geef enkele voorbeelden waar dit gebruikt kan worden. Bespreek de rol van oppervlaktelading waardoor dit effect tot stand kan komen en maak een schets om dit te verduidelijken. Kan dit effect ook worden gebruikt voor een toestel dat bijvoorbeeld in de ruimte zweeft?
2. Bespreek het stroomverloop in functie van de tijd van een kring met zelfinductie LL , weerstand RR en spanningsgenerator (batterij) met klemspanning VV , die in de tijd varieert. De generator laat op tijd t_1 de spanning plots van 0 tot VV gaan en geruime tijd later (als alle dynamische systemen uitgewerkt zijn) op t_2 plots van VV terug tot 0. Geef de afleiding van het stroomverloop, maak een duidelijke figuur (zowel van het schema als van het stroomverloop en de spanning over de verschillende componenten in de tijd) en bespreek.
3. Bespreek diamagnetisme en leidt een uitdrukking af voor de kracht die een diamagnetisch materiaal ondervindt in een magneetveld. Geef een voorbeeld van welke materialen diamagnetisch zijn en welke eventueel niet. Stel dat we dit effect zouden willen gebruiken om levitatie van een olifant te realiseren, hoe zou dit magnetisch veld er moeten uitzien en waarom is dit nog niet experimenteel gerealiseerd? Wat zou er gebeuren als diezelfde olifant voordien een geldstuk van nikkel (ferromagnetisch) had ingeslikt?
4. Bespreek para-elektrische polarisatie als functie van een extern aangelegd veld en de temperatuur. Maak een duidelijke figuur van de situatie en bespreek eventuele limietgevallen
5. (**Mondeling**) Gegeven een afbeelding van een geheugen.
 - Wat zie je hier?
 - Als je op een bepaald kruispunt een bit wilt veranderen, hoe doe je dit?
 - Hoe gebeurt de uitlezing?
 - Blijft de informatie eeuwig behouden?
 - Zou dit onder water ook werken?
 - ...

Oefeningen

Vraag 1: Elektrostatica

Het Rutherford atoommodel bestaat uit een positieve puntlading Ze (de kern) in het centrum van de bol met straal R waarin de negatieve lading $-Ze$ uniform verdeeld is. Z is het atoomgetal en e de elementaire lading.

- Bepaal het elektrisch veld E voor $r \leq R$ en $r > R$
- Zoek de potentiaal V op een afstand $R/2$ van de kern.

Vraag 2: Kirchhoff

Beschouw Figuur 1. Door de Ampèremeter stroomt 1A in de aangeduide richting. Geef de stromen door elke weerstand en de spanning U van de spanningsbron.

Vraag 3: Emk

Een cirkelvormige geleider met een uniforme snelheid $\vec{v} = v\vec{e}_y$ bevindt zich in een magnetisch inductieveld $\vec{B} = B_0\vec{e}_z$ (Figuur 2). Bereken de geïnduceerde elektromotorische kracht en duid aan in welke zin de stroom vloeit. Als de weerstand van de geleider R is, wat is dan de kracht K nodig om deze constante snelheid aan te houden?

Vraag 4: Magnetisme

Een oneindig lange koperdraad wordt 180° geplooid volgens een halve cirkel met straal r (Figuur 3). Bereken de richting en de grootte van het magnetisch veld \vec{B} in het punt a als er een stroom I door de draad vloeit.

Figuren

Figuren

Academiejahr 2018-2019 2^{de} zit

Prof. Johan Verbeeck

Oefeningen

Vraag 1: Elektrostatica

Een ladingsverdeling $\rho(r)$ is verdeeld over de ruimte volgens

$$\rho(x,y,z) = a e^{-(ax^2+y^2+z^2)}$$

$$\rho(x,y,z) = a e^{-(ax^2+y^2+z^2)}$$

met $a > 0$

- Wat is de symmetrie van de ladingsverdeling en van de grootte van het elektrisch veld? Hoe is het elektrisch veld gericht?
- Bepaal a als je weet dat in het punt $P_1(x_1, y_1, z_1) = (17, 27, 47)$ de grootte van het elektrisch veld gelijk is aan $E_1 = \alpha$, met $\alpha \in \mathbb{R}$.
- Bepaal het potentiaalverschil tussen het punt P_1 en een punt P_2 dat je zelf mag kiezen (maar niet dezelfde coördinaten heeft als P_1).

Vraag 2: Kirchhoff

Vier weerstanden en een spanningsbron zijn geschakeld als in Figuur 1

- Wat is de spanning tussen a en b wanneer de schakelaar geopend is?

- Vind de stroom door de schakelaar wanneer die gesloten is. Wat is in dit geval de spanning tussen a en b?

Vraag 3: Diëlectrica

Een parallelle condensator ($C_i = 2.00 \text{ nF}$, $C_i = 2.00 \text{ nF}$) wordt opgeladen tot een initieel potentiaalverschil $\Delta V_i = 100 \text{ V}$, $\Delta V_i = 100 \text{ V}$ en nadien losgekoppeld. Het diëlektrisch materiaal tussen beide platen is mica en heeft een diëlektrische constante $\kappa = 5$, $\kappa = 5$.

- Hoeveel arbeid is er nodig om de mica laag weg te nemen uit de condensator?
- Wat is het resterende potentiaalverschil nadat het diëlektricum is verwijderd?

Vraag 4: Emk

Figuur 2 laat een vallende staaf zien die zonder wrijving over een U-vormige rail glijdt terwijl er een homogeen horizontaal magnetisch veld met grootte B aangelegd wordt. De staaf heeft elektrische weerstand R , massa M en lengte l , de rest van de lus heeft geen weerstand. Op tijdstip $t_0 = 0$ wordt de staaf losgelaten.

- Bepaal de elektromotorische kracht \mathcal{E} en de stroom I in functie van de snelheid v van de staaf. Duid de zin van de stroom aan op de figuur.
- Bepaal de elektromotorische kracht op de staaf in functie van v en duid aan op de figuur.
- Wanneer het homogeen gravitatieveld zich oneindig ver in de z -richting zou uitstrekken, is de eindsnelheid, v_e , van de staaf dan eindig of niet? Zoja, geef een uitdrukking voor v_e .
- Bespreek hoe je uitkomsten zouden verschillen in de aanwezigheid van wrijving.

Figuren

Figuren

Academiejaar 2018 - 2019 1^{ste} zit

Prof. Johan Verbeeck

Theorie - Fysica

1. Leid de wet van Gauss af voor een enkele puntlading. Breid deze vervolgens uit naar een continue ladingsverdeling. Maak gebruik van die wet en leid het elektrostatisch veld af in en rond een oneindig lang, cilindrisch volume met homogene ladingsdichtheid.

2. Bereken een stroomverloop in functie van de tijd van een gesloten circuit waarbij een spanningsgenerator, een capaciteit CC en weerstand RR in serie staan. De generator levert een klemspanning als een blokvolgsignaal dat wisselt in de tijd tussen $V=0V=0$ en $V=V_0V=V_0$ met een frequentie veel lager dan de reactietijd van het circuit. Maak een duidelijke figuur van het schema en geef grafisch het verloop van de stroom door de kring alsook het potentiaalverschil over de verschillende componenten in functie van de tijd en bespreek.
3. Leid een uitdrukking af voor de elektrostatische potentiaal veroorzaakt door een willekeurig gevormd dielectricum, zonder netto lading, met gegeven polarisatie ϵ voor een punt in vacuüm buiten dit object. Bespreek de fysische betekenis van de verschillende elementen van de oplossing. Wat zou er veranderen als het object een geleidend oppervlak zou hebben?
4. Bespreek hoe men experimenteel de permeabiliteit en magnetische inductie in een magnetische middenstof kan bepalen aan de hand van een Rowlandring. Bespreek de hysteresislus voor ferromagnetische materialen en duid eventueel speciale punten aan. Maak een schets van de hysteresislus van een hard en zacht ferromagnetisch materiaal en een diamagnetisch en een paramagnetisch materiaal.
5. (**Mondeling**) Gegeven een afbeelding van een grafietstokje boven enkele magneten.
 - Over welk fenomeen gaat het hier?
 - Waarom zweeft het stokje?
 - Wat is de configuratie van de magneten?
 - Hoe zou je dit kunnen toepassen in het dagelijkse leven?
 - Wat gebeurt er microscopisch?
 - ...

Theorie - Wiskunde

1. Leid een uitdrukking af voor de elektrostatische potentiaal en het elektrisch veld van een elektrische dipool in de vrije ruimte voor een willekeurig punt r . Je mag veronderstellen dat r op een afstand ligt die groot is ten opzichte van de afstand tussen de ladingen van de dipool. Schets het verloop van de equipotentiaaloppervlakken en de veldlijnen. Hoe zouden de resultaten wijzigen als de dipool zich in een homogeen dielektrisch medium zou bevinden?
2. Bespreek het verschil in geleidbaarheid tussen metalen, isolatoren en halfgeleiders en beschrijf de rol van eventuele onzuiverheden. Geef een voorbeeld van het gebruik van deze 3 klassen materialen met betrekking tot hun elektrische geleidbaarheid.
3. Bespreek het stroomverloop in functie van de tijd van een gesloten circuit waarbij een spanningsgenerator, een capaciteit C en een weerstand R in serie staan. De generator levert een klemspanning als een blokvolg signaal dat wisselt in de tijd tussen $V=0V=0$ en $V=V_0V=V_0$ met een frequentie die veel lager ligt dan de reactietijd van het circuit. Maak een duidelijke figuur van het schema en geef grafisch het verloop van de stroom door de kring alsook het potentiaalverschil over de verschillende componenten van het circuit als functie van de tijd en bespreek.

4. Leid een uitdrukking af voor de elektrostatische potentiaal veroorzaakt door een willekeurig gevormd diëlektricum, zonder netto lading, met een gegeven polarisatie P voor een punt in vacuum buiten dit object. Bespreek de fysische betekenis van de verschillende elementen van de oplossing. Wat zou er veranderen als het object een geleidend oppervlak zou hebben?
5. Mondeling: foto ivm het Peltiereffect

Oefeningen

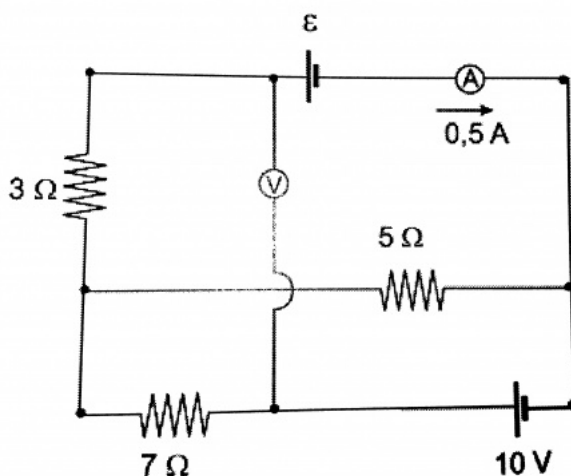
Vraag 1: Elektrostatica

Een vlakke, niet geleidende, cirkelvormige schijf met straal R en constante oppervlakteladingsdichtheid σ , ligt in het horizontale vlak.

- Geef het elektrisch veld in een punt op hoogte z boven de schijf, op de as door het centrum van de schijf loodrecht tegenover zijn vlakke kant. Maak een duidelijke figuur.
- Geef de massa m zodat de lading q op een hoogte z boven de centrale as blijft zweven indien de lading enkel langs de as kan bewegen.
- Wat zou er gebeuren moest de lading ook weg van de as kunnen bewegen?

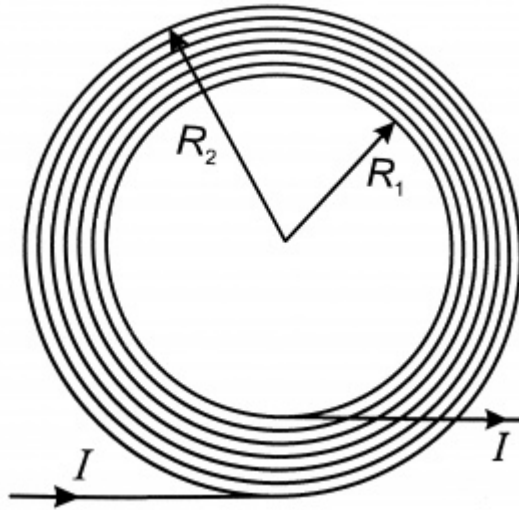
Vraag 2: Kirchhoff

Beschouw onderstaande figuur. Geef de stromen door elke weerstand, de aflezing van de voltmeter en de spanning \mathcal{E} van de spanningsbron.



Vraag 3: Magnetisme

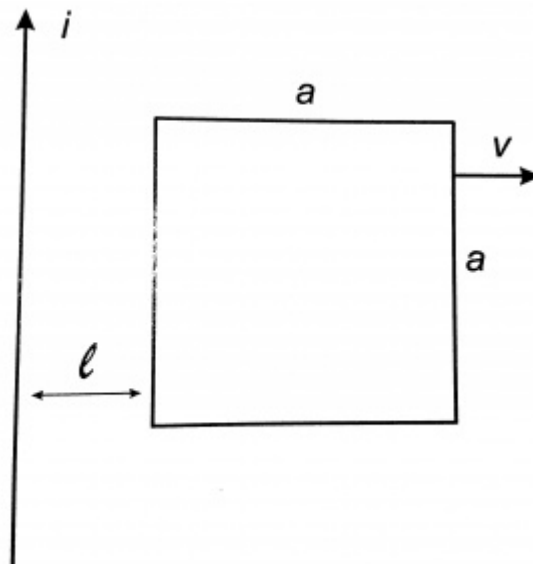
De platte spoel in de onderstaande figuur bestaat uit NN wikkelingen die een stroom I voeren.



- Bepaal het magnetisch veld op een willekeurig punt van de as van de spoel ten gevolge van één enkele lus met straal RR . Maak een grote en duidelijke tekening.
- Stel het magnetisch veld ten gevolge van de volledige spoel op voor punten op de as die er ver van verwijderd zijn.

Vraag 4: Emk

Zie onderstaande figuur. Een stroomvoerende geleider ligt in hetzelfde vlak als een koperen kader. De kader wordt aan een constante snelheid weggetrokken (rechts) van de geleider.



- Bereken en teken het verloop van de elektromotorische kracht in de kader.
- Duid de stroomzin aan van de geïnduceerde stroom.

Tussentijdse testen

Test 1: Elektrostatica

Beschouw de cilindrische ladingsverdeling ρ :

$$\rho = \begin{cases} \rho_0(a^2 - r^2) & \text{voor } r \leq a \\ 0 & \text{voor } r > a \end{cases}$$

Met r de afstand tot de cilinderas.

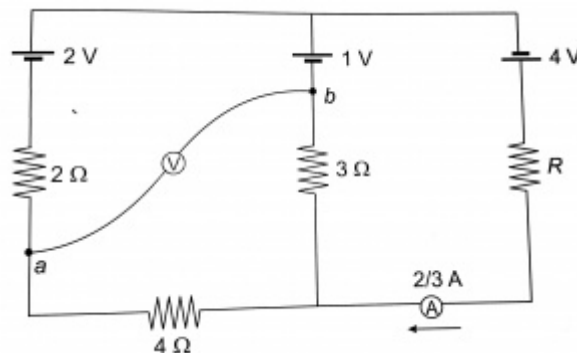
1. Bewijs dat de grootte van het elektrisch veld E gegeven is door:

$$E(r) = \begin{cases} \frac{\rho_0 \epsilon_0 r}{3} (a^3 - (a^2 - r^2)^{3/2}) & \text{voor } r \leq a \\ \frac{\rho_0 \epsilon_0 r a^3}{3} & \text{voor } r > a \end{cases}$$

2. Bereken het potentiaalverschil tussen $r = a$ en $r = 2a$.

Test 2: Kirchhoff

Bereken de stromen en hun richting (hij bedoelt hier de zin :p) door de weerstanden uit onderstaand schema. Wat is de waarde van weerstand R ? Welke spanning wordt er op de V-meter afgelezen en welk punt heeft de hoogste potentiaal, a of b?

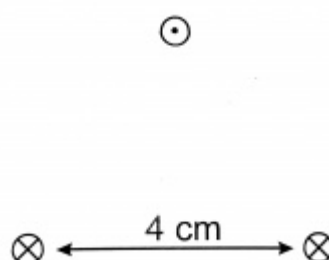


Test 3: Magnetisme

De figuur is een doorsnede van drie lange draden met een massadichtheid van 50 g/m . Ze voeren allen dezelfde stroom in de aangeduide richting (hij bedoelt hier wederom zin :p). De onderste draden liggen 4 cm uit elkaar en zijn vastgemaakt aan een tafel.

1. Zoek de stroom I waarbij de bovenste draad blijft zweven zodat hij een gelijkzijdige driehoek vormt met de onderste draden.
2. Als de stroom aangepast wordt zodat de bovenste draad nog slechts 2 cm boven de tafel zweeft, waar op de middelloodlijn van het lijnstuk tussen de twee onderste draden is het veld dan exact nul?

Tip: Vraag 2 is een bijvraag, hou deze voor het laatst.



Academiejaar 2017 - 2018 2^{de} zit

Prof. Johan Verbeeck

Theorie - Fysica

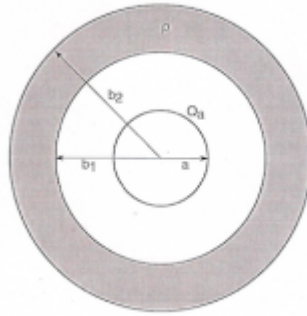
1. Leid de wet van Gauss af voor een enkele puntlading. Breid deze vervolgens uit naar een continue ladingsverdeling. Maak gebruik van deze wet en leid het elektrostatisch veld af dat in en rond een oneindig lang cilindrisch volume met homogene ladingsdichtheid heerst (4 pt. 30 min.)
2. Bereken het stroomverloop in functie van de tijd bij het in- ($V=V_0$) en uitschakelen $V=0$ van een kring met capaciteit C , weerstand R en batterij met klemspanning V . Geef de afleiding van het stroomverloop, maak een duidelijke figuur (zowel van het schema als het stroomverloop) en bespreek (4pt. 30 min.)
3. Bespreek hoe men experimenteel de permeabiliteit en magnetische inductie in een magnetische middenstof kan bepalen aan de hand van een Rowlandring. Bespreek de hysteresislus voor ferromagnetische materialen en duid eventuele speciale punten aan. Maak een schets van de hysteresislus van een 'hard' en een 'zacht' ferromagnetisch materiaal alsook voor een diamagnetisch materiaal en een paramagnetisch materiaal (4pt. 30 min.)
4. Bespreek het Hall effect met behulp van een klassieke elementaire theorie. Maak een duidelijke figuur van de opstelling. Definieer Hallconstante, Hallhoek en Hallspanning. Toon aan hoe je uit een Hall meting de mobiliteit, het teken en de concentratie van ladingdragers kan bepalen (4 pt. 30 min.)
5. (**Mondeling**) (4 pt., 5 min.)

Academiejaar 2015 - 2016 1^{ste} zit

Tussentijdse testen

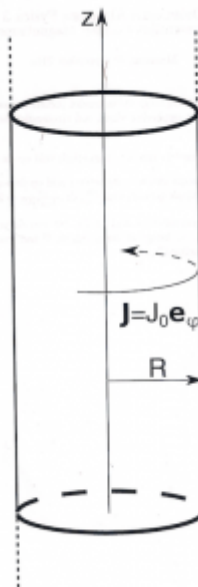
Elektrostatica

1. Beschouw twee concentrische bolschillen, de kleinste heeft een straal a en een verwaarloosbare dikte, de tweede heeft een binnenstraal b_1 en een buitenstraal b_2 . Op de binnenste bolschil staat een totale lading Q_a , de buitenste bolschil heeft een continue ruimteladingsdichtheid ρ .
 1. Bereken het elektrisch veld voor elk punt in de ruimte m.b.v de stelling van Gauss.
 2. Bereken de potentiaal in het centrum van de bol.
 3. Vraag b. kan op twee manieren worden opgelost, schets de tweede mogelijkheid (stel de integralen op zonder ze uit te werken).



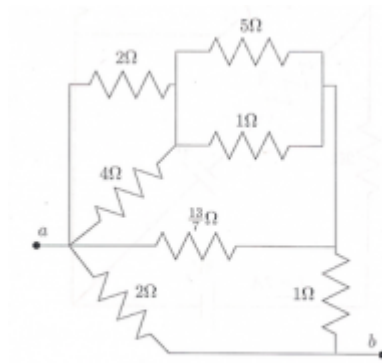
Magnetisme

1. Beschouw de oneindig lange cylinderschil (infinitesimaal dun) met straal R . Aan het oppervlak vloeit een stroomdichtheid $\mathbf{J} = J_0 \mathbf{e}_\phi$ (in A/m).
 1. Wat is de symmetrie van het magnetische veld op de z -as?
 2. Bereken de grootte van het magnetische veld op de z -as m.b.v. de regel van Laplace. Maak gebruik van $\int_{-\infty}^{+\infty} dz r^2 (r^2 + z^2)^{-3/2} = 2 \int_{-\infty}^{+\infty} dz r^2 (r^2 + z^2)^{-3/2} = 2$
 3. Bereken het magnetische veld in de rest van de ruimte ($r < R$ en $r > R$) m.b.v. de integraal vorm van de 4de wet van Maxwell. Is dit een logisch resultaat?

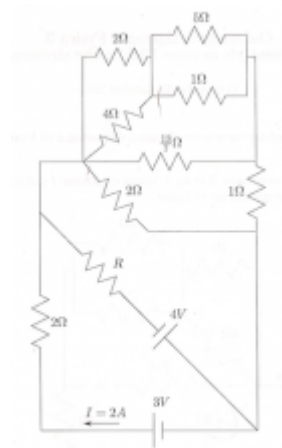


Kirchoff

1. Geef de equivalente weerstand tussen de punten a en b van het circuit in fig. 1.
2. Bepaal de weerstand R in fig. 2 opdat de stroom I gelijk zou zijn aan $2A$ zoals aangeduid op de figuur.



Figuur 1:



Figuur 2:

Theorie

prof. J. Verbeeck

1. Bespreek de elektrostatische interactie tussen twee coplanaire elektrische dipolen die zodanig bevestigd zijn dat ze enkel kunnen roteren in hun gemeenschappelijk vlak (geen translatie). Geef een duidelijke tekening en leid een uitdrukking af waaruit je de evenwichtstoestand(en) kan bepalen. Toon ook alle evenwichtstoestanden in een figuur en bespreek. Wat zou er gebeuren als de dipolen volledig vrij zouden kunnen bewegen? (4p)
2. Bereken het stroomverloop van een elektrische kring met een zelfinductie L , weerstand R en batterij met klemspanning V . Doe dit zowel voor het inschakelen ($V=V_0$) als voor het uitschakelen ($V=0$). Geef de afleiding van het stroomverloop, maak een duidelijke figuur (zowel van het schema als het stroomverloop) en bespreek. (4p)
3. Bespreek hoe men experimenteel de permeabiliteit en magnetische inductie in een magnetische middenstof kan bepalen aan de hand van een Rowlandring. Bespreek de hysteresislus voor ferromagnetische materialen en duid eventuele speciale punten aan. Maak een schets van de hysteresislus van een 'hard' en 'zacht' ferromagnetisch materiaal alsook voor een diamagnetisch en paramagnetisch materiaal. (4p)

4. Bespreek para-elektriciteit en leid een uitdrukking af voor de elektrische polarisatiedichtheid als functie van een extern aangelegd elektrisch veld en de temperatuur. Maak een duidelijke figuur van de situatie en bespreek eventuele limietgevallen. (4p)
5. Mondelinge vraag: (foto uit de theorie lessen: Levitatie van een blokje boven een andere blok. Op de foto was er ook rook te zien.)
 1. Leg uit wat je hier ziet.
 2. Leg een verband met diamagnetisme.

Academiejaar 2014 - 2015 2^{de} zit

1. Bespreek de elektrostatistische interactie tussen twee coplanaire elektrische dipolen die zodanig bevestigd zijn dat ze enkel kunnen roteren in hun gemeenschappelijk vlak (geen translatie). Geef een duidelijke tekening en leid een uitdrukking af waaruit je de evenwichtstoestand(en) kan bepalen. Toon ook alle evenwichtstoestanden in een figuur en bespreek. Wat zou er gebeuren als de dipolen volledig vrij zouden kunnen bewegen?
2. Leid een uitdrukking af voor de mobiliteit en geleidbaarheid in een metaal uitgaande van een klassiek model waarbij de tijd tussen botsingen constant wordt verondersteld en een statistisch model waarbij de kans op een botsing gelijk blijft in de tijd. Maak een duidelijk figuur. Geef ook aan onder welke condities er afwijkingen van dit model zullen optreden.
3. Bereken het stroomverloop in functie van de tijd bij het in- ($V=V_0$)($V=V_0$) en uitschakelen ($V=0$)($V=0$) van een kring met capaciteit CC , weerstand RR en batterij met klemspanning VV . Geef de afleiding van het stroomverloop, maak een duidelijke figuur (zowel van het schema als het stroomverloop) en bespreek.
4. Bespreek para-elektriciteit en leid een uitdrukking af voor de elektrische polarisatiedichtheid als functie van een extern aangelegd elektrisch veld en de temperatuur. Maak een duidelijke figuur van de situatie en bespreek eventuele limietgevallen.

Academiejaar 2014 - 2015 1^{ste} zit

Tussentijdse testen

Elektrostatica

Beschouw drie concentrische, geleidende bollen, met respectievelijk stralen a_1 , b_1 , b_2 en ca_1, b_1, b_2 enc, waarbij b_1 de binnen- en b_2 de buitenstraal van de middelste bol is [Bestand:Elektrostatica1415.jpg](#). Op de binnenste bol staat een totale lading Q_a , de middelste bol heeft totale lading $Q_b=0$. De buitenste bol is geaard.

- Bereken het elektrisch veld voor elk punt in de ruimte m.b.v. de stelling van Gauss.
- Bereken het potentiaal verschil tussen de binnenste en de buitenste bol.
- Bereken de capaciteit van dit systeem

Kirchoff

1. Beschouw de stroomkring in fig. 1.
 - Wat is de grootte en de zin van de stroom door de ampèremeter?
 - Welke spanning meet de voltmeter? Welk punt, a of b, staat op de hoogste potentiaal? [Bestand:Kirchoff1415.jpg](#)
2. Stel dat de experimentator nog niet goed wakker is en de volt- en ampèremeter verkeerd aansluit (verwisseld). Wat is dan de stroom door elk van de weerstanden?

Magnetisme

Een ring met straal r voert een stroom I in de zin aangegeven op de figuur.

1. -Wat is de richting en zin van het magnetisch veld \vec{B} op de as door het middelpunt en loodrecht op het vlak van de ring?
 -Bepaal de grootte van het magnetisch veld \vec{B} op elk punt op deze as.
[Bestand:Magnetisme1415.jpg](#)

Theorie

prof. J. Verbeeck

Fysica

1. Bewijs het zgn. Earnshaw theorema dat zegt dat er geen stabiel punt kan bestaan voor een vrije lading in een elektrostatisch veld van een willekeurige configuratie van externe vaste ladingen, tenzij in dat punt reeds een lading aanwezig is. (4 pt. 30 min)
 opm: dit staat niet in de cursus, het is de bedoeling dat je hier zelf een bewijs voor zoekt mbv wat we in de cursus gezien hebben.
2. Leid een uitdrukking af voor mobiliteit en geleidbaarheid in een metaal uitgaande van een klassiek model waarbij de tijd tussen botsingen constant wordt verondersteld en een statistisch model waarbij de kans op een botsing gelijk blijft in de tijd. Maak een duidelijke figuur. Geef ook aan onder welke condities er afwijkingen van dit model zullen optreden. (4pt. 30 min)
3. Bereken het stroomverloop in functie van de tijd bij het in- ($V=V_0$) en uitschakelen ($V=0$) van een kring met zelfinductie L , weerstand R en batterij met klemspanning V . Geef de afleiding van het stroomverloop, maak een duidelijke figuur (zowel van het schema als het stroomverloop) en bespreek. (4 pt. 15 min)
4. Bespreek hoe men experimenteel de permeabiliteit en magnetische inductie in een magnetische middenstof kan bepalen aan de hand van een Rowlandring. Bespreek de hysteresislus voor ferromagnetische materialen en duid eventuele speciale punten aan. Maak een schets van de hysteresislus van een 'hard' en 'zacht' ferromagnetisch materiaal alsook voor een diamagnetisch en paramagnetisch materiaal. (4 pt. 30 min + 4 pt. mondeling 5 min)

Het mondeling examen was kort wegens (zeer) grote groep. Er werd een figuur getoond: [Bestand:Mondeling1415.jpg](#) met volgende bijvragen:

- Wat zien we hier?
- Welke stof is de bovenste?
- Wat voor type (magnetische stof) is dit?
- Van welk type zijn de 4 magneetjes?
- Van welk type is de schijf onder die magneetjes (wetend dat die hier aan blijven plakken)
- Hoe kan je dit effect verklaren?
- Kan dit met een mens (wetende dat het met een kikker kan)
- Waarom vier blokjes en niet één groot?

Fysica (extra)

Dit examen is een extra examen omdat iemand de dag zelf niet kon.

1. Leid de wet van Gauss af voor enkele puntlading. Breid deze vervolgens uit naar een continue ladingsverdeling. Maak gebruik van deze wet en leid het elektrostatisch veld af dat in en rond een oneindig lang cilindrisch volume met homogene ladingsdichtheid heerst.
2. Bereken het stroomverloop in functie van de tijd bij het in- $(V=V_0)$ $(V=V_0)$ en uitschakelen $(V=0)$ $(V=0)$ van een kring met capaciteit CC , weerstand RR en batterij met klemspanning VV . Geef de afleiding van het stroomverloop, maak een duidelijke figuur (zowel van het schema als het stroomverloop) en bespreek.
3. Bespreek het Hall effect met behulp van een klassieke elementaire theorie. Maak een duidelijke figuur van de opstelling. Definieer Hallconstante, Hallhoek en Hallspanning. Toon aan hoe je uit een Hall meting de mobiliteit, het teken en de concentratie van ladingsdragers kan bepalen.
4. Meisner Effect: verklaar. Wat is het Meisner effect? Wat voor type magneten zijn supergeleiders en waarom? Geef het verband tussen het magneetveld en de temperatuur (maak een duidelijke tekening). Verklaar wat er gebeurt.

Mondelinge vraag: Tekening van bliksem (heel grote potentiaal) en man in Faraday-kooi:

- Wat gebeurt er?
- Waarom wordt de man niet geraakt door de bliksem?
- Waarom mogen er in de kooi gaten zitten?
- (nog enkele bijvragen die met dit fenomeen te maken hebben)

Wiskunde

1. Leid de wet van Gauss af voor enkele puntlading. Breid deze vervolgens uit naar een continue ladingsverdeling. Maak gebruik van deze wet en leid het elektrostatisch veld af dat in en rond een oneindig lang cilindrisch volume met homogene ladingsdichtheid heerst.
2. Bereken het stroomverloop in functie van de tijd bij het in- $(V=V_0)$ $(V=V_0)$ en uitschakelen $(V=0)$ $(V=0)$ van een kring met capaciteit CC , weerstand RR en batterij met klemspanning VV . Geef de afleiding van het stroomverloop, maak een duidelijke figuur (zowel van het schema als het stroomverloop) en bespreek.

3. Bespreek het Hall effect met behulp van een klassieke elementaire theorie. Maak een duidelijke figuur van de opstelling. Definieer Hallconstante, Hallhoek en Hallspanning. Toon aan hoe je uit een Hall meting de mobiliteit, het teken en de concentratie van ladingsdragers kan bepalen.
4. Bespreek para-elektrische polarisatie en leid een uitdrukking af voor de elektrische polarisatie als functie van een extern aangelegd elektrisch veld en de temperatuur. Maak een duidelijke figuur van de situatie en bespreek eventuele limietgevallen.

Oefeningen

Roelant Juchtmans

1. Elektrostatica. Beschouw een halve bolschil, met homogene oppervlaktelading σ , een bol waarvan de bovenkant ($z > 0$) verwijderd werd, zie fig. 1 Bereken het elektrisch veld in de oorsprong van de halve bolschil.
2. Kirchoff. Beschouw de stroomkring in Fig. 2. Bepaal de spanning V_0 opdat de stroom I_0 door weerstand R_0 gelijk is aan $0A$.
3. e.m.k. Zie figuur 3. Een stroomvoerende geleider en een koperen kader liggen beiden in hetzelfde vlak. De stroom i in de geleider varieert volgens $i = i_0 + \beta t$ met β een constante en c de tijd. De kader heeft weerstand R .
 1. Bereken de elektromotorische kracht en de geïnduceerde stroom in de kader.
 2. Duid de stroomzin aan van de geïnduceerde stroom.
4. Magnetische middenstoffen (**Enkel fysica**). Beschouw de torus in fig. 4, met straal $a = 0,1m$ en dikte $d \ll a$, omwikkeld met $N = 20$ windingen waardoor een stroom $I = 0,5A$ vloeit ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{Wb/(A.m)}$). De torus bestaat uit een materiaal met magnetische permeabiliteit $\mu = 99\mu_0$ onderbroken door een opening over een hoek $\theta = 2\pi/100$. Bepaal de magnetische veldsterkte H , de magnetische inductie B en de magnetisatie M in het materiaal en in de opening.
5. Diëlektrica (**Enkel wiskunde**). Bereken de capaciteit C van twee concentrische geleidende bolschillen met stralen R_1 en R_2 , met $R_1 < R_2$. Tussen de bolschillen bevinden zich twee diëlektrica met diëlektrische constanten K_1 voor $R_1 < r < a$ en K_2 voor $a < r < R_2$.

[Bestand:Algemene-3-oefnexamen-1.jpg](#) [Bestand:Algemene-3-oefnexamen-2.jpg](#)

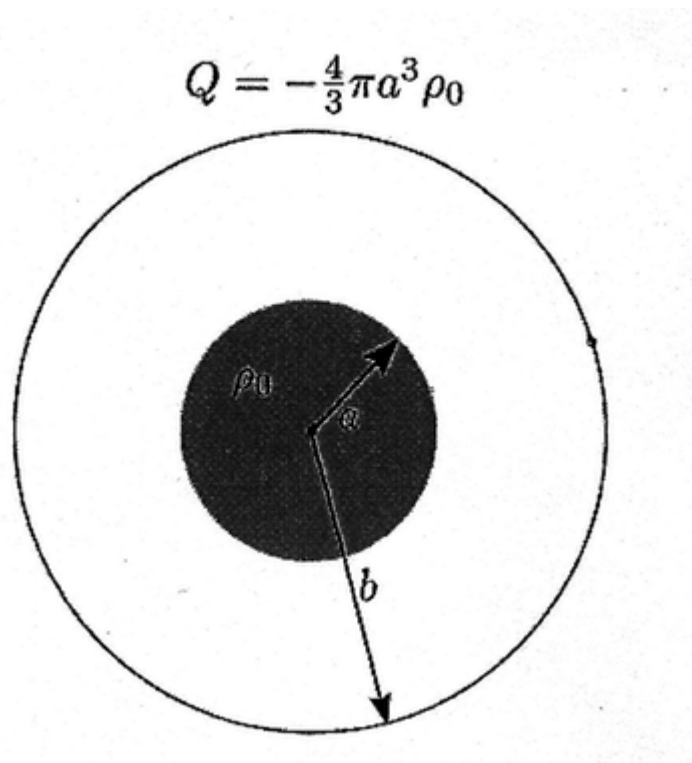
Academiejahr 2013 - 2014 1^{ste} zit

Tussentijdse testen

Elektrostatica

Een isolerende bol met homogene ladingsdichtheid ρ_0 en straal a bevindt zich in het midden van een bolschil met straal $b > a$ waarop zich een totale lading $Q = -43\pi a^3 \rho_0$ bevindt.

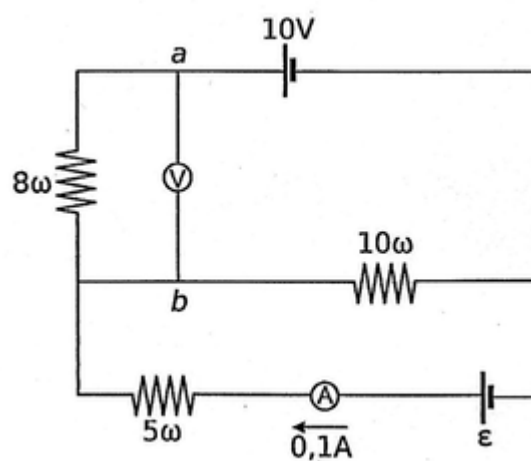
1. Bepaal het elektrische veld $E(r)$ over heel de ruimte met behulp van de wet van Gauss.
2. Bepaal de absolute potentiaal $V(r)$ voor $r > b$, voor $b > r > a$ en voor $a > r$.
3. Wat is het potentiaalverschil tussen de buitenkant van de binnenste bol en de bolschil?



Kirchoff

beschouw de weerstands-keten in onderstaande figuur. Door de Ampèremeter loopt een stroom van 0.1 A in de aangegeven richting.

1. Bepaal de spanning ϵ van de stroombron.
2. Welke spanning meet de Voltmeter? En welk punt, a of b, staat op de hoogste potentiaal?



Theorie

1. Wat zijn de potentiaal-, capaciteits- en inductie-coëfficiënten? Leidt het verband tussen lading en potentiaal af bij meerdere ideale geleiders, en leg uit hoe men hier aan elektrische afscherming kan doen, en geef een duidelijke tekening. Geef ook een voorbeeld waar dit gebruikt wordt
2. Beschrijf hoe men geleiding in een metaal klassiek kan beschrijven, als men ervan uitgaat dat de gemiddelde vrije tijd constant is. Geef ook een uitdrukking voor mobiliteit en geleidbaarheid.
3. Bereken het stroomverloop van een elektrische kring met een zelfinductie LL , weerstand RR en batterij VV . Doe dit zowel voor het inschakelen ($V=V_0$) als voor het uitschakelen ($V=0$). Bespreek je resultaat ook. Deze vraag werd mondeling besproken met volgende bijvragen:
 - Hoe kan je zelfinductie juist beschrijven?
 - Wat is de magnetische flux?
 - Stel dat de zelfinductie een supergeleider was, hoe zou dat de resultaten beïnvloeden?
 - Kan je de 4 wetten van Maxwell geven, en beschrijven wat ze juist betekenen?
4. Bereken het extern magnetisch veld van een homogeen gemagnetiseerde cilinder. Begin met de magnetisatie te berekenen van een infinitesimale schijf, en werk dit dan verder uit voor een cilinder met eindige lengte. Vergelijk je resultaat met het elektrisch veld van een homogeen elektrisch gepolariseerd dielektricum

Oefeningen

1. *Elektrostatica*: Een vlakke, niet geleidende cirkelvormige schijf met straal RR en constante oppervlakteladingsdichtheid $\sigma\sigma$, ligt in het horizontale vlak.
 1. Geef de richting van het elektrisch veld in een punt op een hoogte hh boven de as van de schijf.
 2. Geef de grootte van het elektrisch veld in datzelfde punt
 3. Geef de massa mm , zodat de lading qq op een hoogte hh boven de centrale as blijft zweven.
Tip: Wanneer je in poolcoördinaten werkt, kun je gebruik maken van $\int_0^{2\pi} \int_0^a r dr d\phi = \pi a^2$
2. *Kirchoff*. Vier weerstanden en twee spanningsbronnen zijn geschakeld zoals in figuur 1.
 1. Geef de **minimale** set van vergelijkingen, nodig om alle stromen te kunnen berekenen in het circuit
 2. Bepaal de grootte van de stroom door de onderste draad, duid ook de zin van de effectieve stroom aan op de figuur.

3. *Magetisme*: Beschouw een oneindig lange, holle, geleidende cilinder, met binnenstraal a en buitenstraal b , waardoor een homogene stroomdichtheid $\vec{J} \rightarrow$ vloeit.

1. Hoe zal het magnetisch veld $\vec{B} \rightarrow$ gericht zijn wanneer $\vec{J} > 0 \rightarrow > 0$? (positieve stroom naar boven)
2. Bereken de grootte van het magnetisch veld B in de ruimte voor $r \in [0, a], r \in [a, b], r \in [b, \infty]$

4. *Elektromotorische Kracht*: Beschouw de gesloten kring zoals op de figuur die zich in een magneetveld bevindt dat zich oneindig uitstrekt naar links in het blad met een grootte van 2 Tesla, en naar rechts uit het blad met een grootte van 1 Tesla. Vanaf tijdstip $t=0$ wordt de kring naar rechts getrokken met een snelheid $v=10\text{m/s}$. De stroomkring heeft een weerstand van $R=8\text{Ohm}$.

1. bepaal de magnetische flux, de elektromotorische kracht, en de elektrische stroom door de kring in functie van de tijd. Schets dit ook op 3 grafieken, en duid de zin van de stroom aan op de figuur.
2. Bepaal het vermogen dat we moeten leveren om de kring met een constante snelheid v te laten bewegen, maak een grafiek ifv de tijd. Wat is de totale arbeid die geleverd moet worden om de kring volledig in het rechtergebied te trekken?

Academiejaar 2012-2013 1^{ste} zit

Tussentijdse testen

Elektrostatica

De ladingsverdeling ρ is onafhankelijk van de z -coördinaat, maar neemt af in functie van de afstand tot de z -as, r volgens

$$\rho = \rho_0 \exp(-r^2/2\sigma^2)$$

$$\rho = \rho_0 \exp(-r^2/2\sigma^2)$$

en is dus cilindrisch verdeeld over de ruimte. Maak gebruik van de formule

$$\int_a^b \frac{1}{t} dt = \ln b - \ln a = \ln \frac{b}{a}$$

$$\int_a^b \frac{1}{t} dt = \ln b - \ln a = \ln \frac{b}{a}$$

, met $\Gamma(x, y)$ de incomplete gamma functie, die niet verder uitgewerkt hoeft te worden.

1. Bepaal de elektrische veldsterkte E met behulp van de wet van Gauss
2. Wat is het potentiaalverschil tussen de punten $p_1(r, \theta, z) = (R/2, 0, 0)$ en $p_2(r, \theta, z) = (2R, 0, 0)$?
3. Wat is het potentiaalverschil tussen de punten $p_1(r, \theta, z) = (R/2, 0, 0)$ en $p_3(r, \theta, z) = (2R, \pi/2, L)$?

Kirchoff

Beschouw de schakeling uit de figuur hieronder met weerstanden $R_1=2\text{k}\Omega, R_2=3\text{k}\Omega, R_3=4\text{k}\Omega$ en spanningsbronnen $\epsilon_1=70\text{V}, \epsilon_2=60\text{V}, \epsilon_3=80\text{V}$.

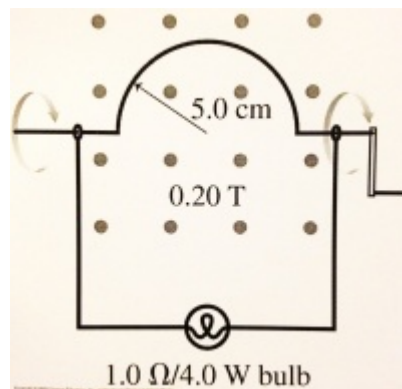
1. Bepaal de stroom I_1, I_2 en I_3 over de weerstanden (grootte en zin).
2. Bepaal het spanningsverschil tussen de punten a en d. Welk punt heeft de hoogste potentiaal?

Fout bij het aanmaken van de miniatuuraafbeelding: Bestand is zoek

Magnetisme

Je bent aan het kamperen met een vriend(in) en alles gaat erg vlot, tot plots de batterij van de zaklamp het laat afweten. Gelukkig heeft je vriend(in) een enorm sterke magneet op zak (zo een in de vorm van een hoefijzer) die een homogeen magnetisch veld opwekt van $0,2\text{ T}$ tussen de uiteinden van de magneet? Zijn (haar) idee is om een generator te bouwen als in de figuur hieronder om het lampje in het circuit te laten branden door met een hendel de halfronde geleider met straal $r = 0,05\text{ m}$ rond zijn as te laten draaien. Het lampje heeft een weerstand $R=1,0\Omega$ en heeft een maximaal vermogen van 4 W (niet erg veel, maar genoeg voor jullie activiteiten in de tent).

1. Vind een uitdrukking voor de geïnduceerde stroom als functie van de tijd wanneer je de geleider laat ronddraaien met frequentie f . Veronderstel dat de halfcirkel op zijn hoogste punt is op tijdstip $t=0\text{ s}$.
2. Met welke frequentie moet je draaien om bij maximale stroom, de lamp aan het maximaal vermogen te laten schijnen?
3. Is dit realistisch?



Theorie

prof. Bals

1. Capaciteiten (4p - 30min)

1. Wat zijn de inductiecoëfficiënten en capaciteitscoëfficiënten? Leg dit zo grondig mogelijk uit op maximaal 1 pagina.
2. Wat weet je over het teken van deze coëfficiënten, leg dit uit op basis van fysisch inzicht (dus geen wiskundig bewijs).
3. Geef als toepassing van deze begrippen een voorbeeld van elektrische afscherming. Maak een tekening en bewijs dat 2 verschillende geleiders onafhankelijk van elkaar kunnen gemaakt worden door elektrische afscherming.

2. Thermoëlektrische effecten (3p - 15min)

Beschrijf de 4 thermoëlektrische effecten die we in de cursus besproken hebben in telkens maximaal 10 lijnen.

3. Wetten van Maxwell (5p - 40min) DEZE VRAAG WORDT MONDELING
BESPROKEN

1. Een van de wetten van Maxwell legt het verband tussen magnetisch veld en elektrische stroomdichtheid. Geef de meest algemene vorm die je van deze wet kent.
2. Bespreek **grondig** de verschillende vormen van deze wet, met andere woorden onder welke voorwaarden is welke uitdrukking geldig. Geef duidelijke voorbeelden.

4. Diëlektrica (6p - 40min)

1. Bereken de elektrische potentiaal veroorzaakt door een groot aantal parallel gerichte dipolen in een cilindrisch volume (homogene polarisatie). Maak duidelijke tekeningen.
2. Hoe kan je de situatie intuïtief beschouwen.
3. Wat gebeurt er voor niet homogene polarisatie. Geef enkel het resultaat en leg de verschillende termen uit.
4. Geef ook voor magnetische middenstoffen aan waardoor je een gemagnetiseerd materiaal kan vervangen als je het magnetisch veld wil berekenen. Geef enkel het resultaat. Doe dit voor zowel homogene als niet homogene magnetisatie.

5. Supergeleiding (2p - 15min)

Wat bepaalt het verschil tussen een type I en een type II supergeleider? Maak ook een tekening.

Theorie (Extra)

1. Halfgeleiders (4p - 20min)

- Beschrijf het mechanisme van intrinsieke geleiding, geef ook een vb. van een materiaal dat zich op deze manier gedraagt. Gebruik hierbij maximaal een halve pagina.
- Beschrijf het mechanisme van extrinsieke geleiding, geef ook een vb. van een materiaal dat zich op deze manier gedraagt. Gebruik hierbij maximaal een halve pagina.
- Teken de bandenstructuur voor een metaal, isolator, intrinsieke en extrinsieke halfgeleider. Motiveer aan de hand van deze figuren bij elke situatie in maximaal 10 lijnen of er al dan niet geleiding zal optreden.

2. Magnetisme (4p - 20min)

1. Geef de afleiding van het Larmoreffect
2. Geef in de afleiding duidelijk aan waarom je bepaalde stappen/benaderingen maakt.

3. Diëlektrica (4p - 15min - max 2 pagina's)

1. Wat is het verschil tussen een para-elektrisch en een ferro-elektrisch materiaal?
2. Beschrijf de invloed van temperatuur voor beide effecten
3. Beschrijf het verband tussen ferro-elektrica, piezo-elektrica en pyro-elektrica.

4. Magnetische middenstoffen (5p - 30min) DEZE VRAAG WORDT MONDELING BESPROKEN

1. Beschrijf in maximaal 10 lijnen hoe een diamagnetisch materiaal zich op macroscopische schaal gedraagt in de nabijheid van een magnetisch veld.
2. Leid de microscopische theorie af die diamagnetisme beschrijft.
3. Geef in maximaal 5 lijnen aan of het resultaat van deze microscopische theorie in overeenstemming is met de macroscopische waarnemingen.

5. Supergeleiding (3p - 15min)

- Welke 3 parameters karakteriseren een supergeleider. Leg bij elke parameter de betekenis uit in maximaal 2 lijnen.
- Teken in een grafiek het verband tussen die 3 parameters.

Oefeningen

1. Twee α -deeltjes ($q = 2e$, $m = 4u$) worden recht op elkaar afgevuurd met een snelheid $v=0,01c$ vanop een erg grote afstand. De lading van beide deeltjes is positief waardoor ze elkaar zullen afremmen tot ze een minimale afstand bereiken, waarna ze elkaar terug zullen afstoten. Wat is deze minimale afstand? Verwaarloos relativistische effecten en maak gebruik van de gegeven waarden voor e , u , ϵ_0 en c . (Tip: de totale energie blijft behouden.)

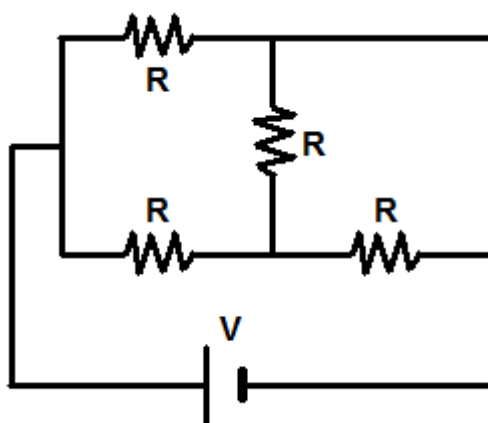
2. Een ladingsverdeling $\rho(r)$ is verdeeld over de ruimte volgens

$$\rho(x,y,z) = a e^{-ax^2+y^2+z^2} \sqrt{x^2+y^2+z^2} \rho_0$$

$$\rho(x,y,z) = a e^{-ax^2+y^2+z^2} x^2+y^2+z^2 \rho_0$$

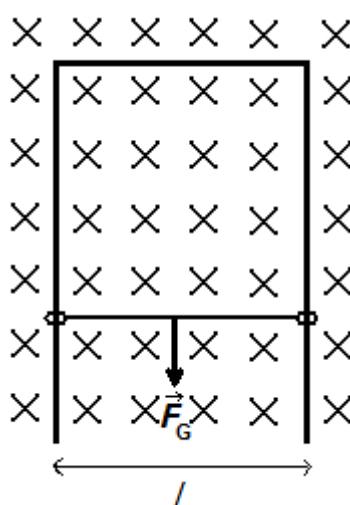
met $\rho_0, a \in]0, 1[$.

1. Wat is de symmetrie van de ladingsverdeling en van de grootte van het elektrisch veld? Hoe is het elektrisch veld gericht wanneer $\rho_0 > 0$ en wanneer $\rho_0 < 0$?
 2. Bepaal a als je weet dat in het punt $P_1(x_1, y_1, z_1) = (17, 27, 47)$ de grootte van het elektrisch veld gelijk is aan $E_1 = \rho_0 \epsilon_0 \alpha$, met $\alpha \in \mathbb{R}$.
 3. Bepaal het potentiaalverschil tussen het punt P_1 en een punt P_2 dat je zelf mag kiezen (maar niet dezelfde coördinaten heeft als P_1).
3. Vier gelijke weerstanden R , zijn gecshakeld als in de figuur hieronder met een batterij met spanning V . Bepaal de grootte en de zin van de stroom door elke weerstand gebruik makende van de wetten van Kirchhoff. Duid de zin van de stromen aan op de figuur.



4. De onderstaande figuur laat een vallende staaf zien die weerstandsloos over een U-vormige rail glijdt (d.w.z. de wrijvingsweerstand is nul, niet de elektrische weerstand), terwijl er een homogeen horizontaal magnetisch veld met grootte B aangelegd wordt. De staaf heeft elektrische weerstand R , massa M en lengte l , de rest van de lus heeft geen weerstand. Op tijdstip $t_0 = 0$ wordt de staaf losgelaten.

1. Bepaal de elektromotorische kracht \mathcal{E} en de stroom I in functie van de snelheid v van de staaf. Duid de zin van de stroom aan op de figuur.
2. Bepaal de elektromagnetische kracht op de staaf in functie van v en duid aan op de figuur.
3. Wanneer het homogeen gravitatieveld zich oneindig ver in de z -richting zou uitstrekken en er dus geen vloer zou zijn, is de eindsnelheid v_{ve} van de staaf dan eindig of niet? Waarom? Zo ja, geef een uitdrukking voor v_{ve} .



Academiejahr 2011-2012 2^{de} zit

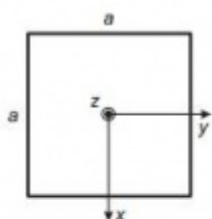
Theorie

1. Capaciteiten (4 punten)
 1. Bereken de potentiële energie die nodig is om een condensator (met tussen platen vacuum) op te laden van potentiaal 0 naar potentiaal V .
 2. Bereken het energieverschil indien er een dielektricum tussen de platen aanwezig is.
 3. Bespreek waaraan dit energieverschil te wijten is.
2. Thermo-elektrische effecten (4 punten)
 1. Geef de afleiding van het Joule effect volgens
 - De microscopische theorie
 - De fenomenologische theorie
3. Magnetisme (5 punten)
 1. Geef de afleiding van het Larmoreffect
 2. Geef in de afleiding duidelijk aan waarom je bepaalde stappen/benaderingen maakt.

4. Polarisatie (5 punten) - Deze vraag mondeling bespreken
 1. Leid de uitdrukking voor het dipoolmoment af voor een geïnduceerde dipool.
 2. Bespreek op maximaal een halve pagina het verschil met een permanente dipool
 3. Beschrijf kort de evenwichtstoestanden van twee coplanaire dipolen
5. Supergeleiding (2 punten)
 1. Welke drie parameters karakteriseren een supergeleider, leg bij elke parameter de betekenis uit in maximaal twee lijnen.
 2. Teken in een grafiek het verband tussen die drie parameters

Oefeningen

1. Electrostatica. Beschouw een totale lading Q verdeeld in de ruimte volgens $\rho(r)=A(R-r), 0 \leq r \leq R$, $\rho(r)=0$ elders, met r de afstand tot de oorsprong.
 - Bereken de constante A in functie van R en Q 1 punt
 - Vind het elektrisch veld voor $r < R$ en voor $r \geq R$, maar gebruik van de wet van Gauss en de symmetrie van het systeem 2 punten
 - Bereken de potentiaal uit het elektrisch veld 2 punten
2. Wetten van Kirchhoff. Bereken de stromen door de weerstanden van 1 en 6 Ω . Wat is de waarde van weerstand R , en welke spanning wordt er op de Volt-meter afgelezen? Welk punt heeft de hoogste potentiaal, a of b? 5 punten
Fout bij het aanmaken van de miniatuurafbeelding: Bestand is zoek
3. Magnetisme. In het semi-klassieke model van Bohr van het waterstofatoom beschrijft het elektron een cirkelbaan met straal $5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ tegen een snelheid van $2,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. De elementaire lading is $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ en $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$, wat is dan het magnetische veld in het centrum van een waterstofatoom? 5 punten
4. Elektromotorische kracht. Een koperen kader bevindt zich in een magnetisch veld dat afneemt met de tijd t , $\vec{B} = \frac{1}{3} \exp(-t^2) (\vec{e}_x - \vec{e}_y + \vec{e}_z)$ ($\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z$ een orthonormaal coördinaatsysteem).
 1. Wat is de grootte van de geïnduceerde emk? 4 punten
 2. Wat is de zin van de geïnduceerde stroom? 1 punt



Theorie

1. Halfgeleiders 4 punten

- Beschrijf het mechanisme van intrinsieke geleiding, geef ook een vb. van een materiaal dat zich op deze manier gedraagt. Gebruik hierbij maximaal een halve pagina.
- Beschrijf het mechanisme van extrinsieke geleiding,
- Teken de bandenstructuur voor een metaal, isolator, intrinsieke en extrinsieke halfgeleider. Motiveer aan de hand van deze figuren bij elke situatie in maximaal 10 lijnen of er al dan niet geleiding zal optreden.

2. Magnetisme 4 pt

- Bereken de arbeid die verricht wordt bij het verplaatsen van een stroomkring in een magnetisch veld. Geef duidelijk eventuele benaderingen aan.
- Gebruik het resultaat om wederzijdse inductie te definiëren. Bespreek ook kort de bekomen formule.
- Leg in maximaal vijf lijnen uit wat zelfinductie is.

3. Dielektrica 4pt

- Wat is het verschil tussen een para-elektrisch en een ferro-elektrisch materiaal?
- Beschrijf de invloed van temperatuur voor beide effecten.
- Beschrijf het verband tussen ferro-elektrica, piezo-elektrica en pyro-elektrica

4. Magnetische middenstoffen 5 punten(mondelinge vraag)

- Beschrijf in maximaal 10 lijnen hoe een diamagnetisch materiaal zich op macroscopische schaal gedraagt in de nabijheid van een magnetisch veld.
- Leid de microscopische theorie af die diamagnetisme beschrijft
- Geef in maximaal vijf lijnen aan of het resultaat van deze microscopische theorie in overeenstemming is met de macroscopische waarnemingen.

5. supergeleiding 3pt

Leg telkens in maximaal vijf lijnen uit: Cooper paar, isotoop effect, Vortex toestand.

Oefeningen

1. Elektrostatica Beschouw de sferisch symmetrische ladingsverdeling

$$\rho = 14\pi r^2 \exp(-r/r_0) \quad \rho = 14\pi r^2 \exp(-r/r_0)$$

- Wat is het elektrisch veld \vec{E} in de ruimte 2pt
- Wat is het potentiaalverschil tussen $r=0$ en $r=r_0$? Gebruik volgende benadering $|E| \approx 14\pi\epsilon_0 r^2 (0.5 - r/(3r_0) + r^2/(8r_0^2))$
 $\approx 14\pi\epsilon_0 r^2 (0.5 - r/(3r_0) + r^2/(8r_0^2))$ 2pt
- Wat is de totale lading? 1pt

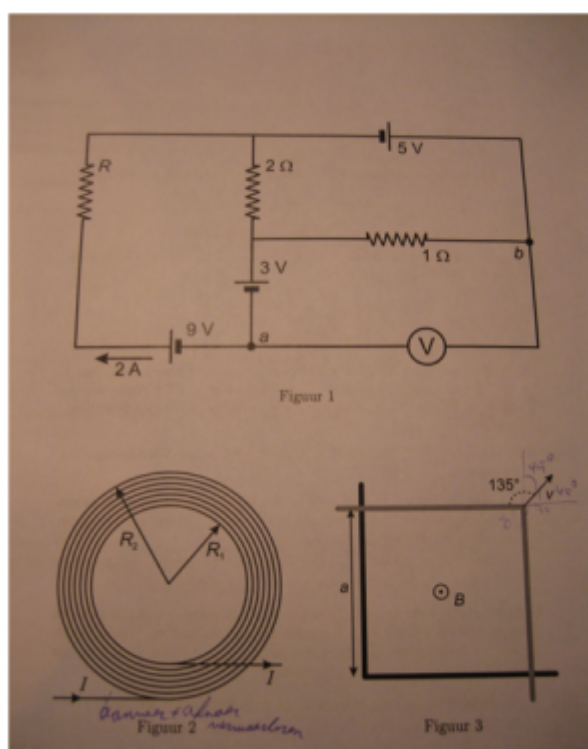
2. Wetten van Kirchhoff. Bepaal de stroom door de weerstanden van 1 en 2 Ω in figuur1. Wat is de waarde van weerstand R? Welke waarde geeft de Volt-meter weer en welk punt staat op de hoogste potentiaal, a, of b? 5pt

3. Magnetisme De platte spoel in Figuur 2 bestaat uit N wikkelingen die een stroom I voeren.

- Bepaal het magnetisch veld op een willekeurig punt van de as van de spoel ten gevolge van een enkele lus met straal R . Maak een grote en duidelijke tekening 3pt
- Stel het magnetisch veld ten gevolge van de volledige spoel op voor punten op de as die er ver van verwijderd zijn 2pt

4. Elektromotorische kracht. Twee geplooid geleiders vormen samen een kader zoals in figuur 3 en bevinden zich in een uniform magneetveld. Een van de geleiders heeft een constante snelheid. De weerstand per lengte-eenheid is ρ voor beide geleiders.

- Bepaal de grootte en de zin van de geïnduceerde stroom 4pt
- Bepaal de kracht die nodig is om de snelheid te behouden 1pt



Academiejahr 2010-2011 2^{de} zit

Theorie

1. De RC kring (5pt)

- Leid af hoe de stroomsterkte I verandert als functie van de tijd voor een RC kring tijdens opladen EN ontladen
- Geef ook de uitdrukkingen voor de lading Q van de condensator en het potentiaalverschil V over de condensator
- Maak telkens een duidelijke tekening

2. Motoreffect (4pt)

- Geef de afleiding die het motoreffect voor een stroomdoorlopen draad in een magneetveld beschrijft.
- Bespreek in maximum 10 lijnen het generatoreffect (geen afleiding) en bespreek het verband tussen het motoreffect en het generatoreffect

3. Dielektrica (6pt)

- Bereken de elektrische potentiaal veroorzaakt door een aantal parallel gerichte dipolen in een cilindrisch volume. Maak duidelijke tekeningen
- Hoe kan je de situatie intuïtief beschouwen
- Wat gebeurt er voor niet homogene polarisatie. Geef enkel het resultaat en bespreek op maximaal een halve pagina.
- Geef ook magnetische middenstoffen aan waardoor je een gemagnetiseerd materiaal kan vervangen als je het magnetisch veld wil berekenen. Geef enkel het resultaat. Doe dit voor zowel homogene als niet homogene magnetisatie

Deze vraag mondeling

4. Magnetische middenstoffen (3pt)

- Wat zijn magnetisatiecurves
- Maak een tekening en verklaar belangrijke punten op de tekening
- Wat kan je leren uit de vorm van de magnetisatiecurve
- Geef een toepassing van een materiaal met vierkante magnetisatiecurve

5. Supergeleiding (2pt)

- Wat bepaalt het verschil tussen een type I en een type II supergeleider (max 5 lijnen)
- Wat weet je over de effecten die optreden bij een type II supergeleider (max 10 lijnen)

Oefeningen

1. Elektrostatica, een zeer lange cilinder heeft ladingsverdeling

$\rho = \rho_0 \exp(-r^2/\sigma^2)$ met r de afstand tot de cilinderas.

1. Stel een uitdrukking op voor het elektrisch veld (3pt)

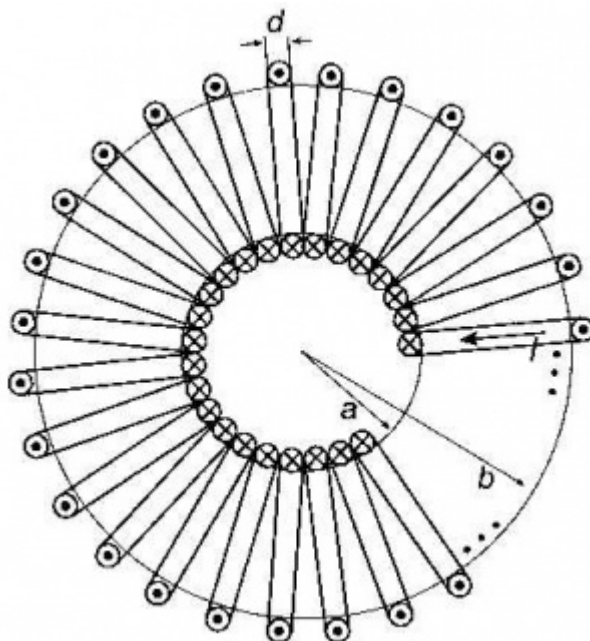
2. Gebruik volgende benadering op het potentiaalverschil tussen $r = \sigma/2$ en $r = 2\sigma$ af te leiden (2pt)

$$E(r) \approx \rho_0 r / 2 \quad \text{voor } r < \sigma \quad \text{en} \quad E(r) \approx \rho_0 \sigma^2 / (2r) \quad \text{voor } r \geq \sigma$$

2. Wetten van Kirchhoff. Bereken de stromen door de weerstanden van 1 en 6 Ω . Wat is de waarde van weerstand R , en welke spanning wordt er op de Volt-meter afgelezen? Welk punt heeft de hoogste potentiaal, a of b? (5pt)

Fout bij het aanmaken van de miniatuuraafbeelding: Bestand is zoek

3. Magnetisme. Een torusvormige spoel heeft binnenstraal a en buitenstraal b . Elke lus van de spoel voert een stroom I en heeft een dikte d
1. Stel de uitdrukking op voor de grootte van het magnetische veld \vec{B} in functie van de afstand r tot het middelpunt van de torus, voor $r > b$, voor $b \leq r \leq a$ en voor $r < a$ (4pt)
 2. Wat is de zin van het veld tussen a en b ? (1 pt)



4. Emk. Een stroomvoerende geleider en een koperen kader liggen beiden in hetzelfde vlak. De stroom i in de geleider neemt toe volgens $i = i_0 + \beta t$ met β een positieve constante en t de tijd.
1. Bekeren de elektromotorische kracht in het kader (4pt)
 2. Duid de stroomzin aan van de geïnduceerde stroom (1 pt)
- Fout bij het aanmaken van de miniatuurafbeelding: Bestand is zoek

Academiejaar 2009-2010 1^{ste} zit

Theorie

1. Elektrisch veld (5punten-30min)
 1. Bereken gebruik makend van de wet van Coulomb, het elektrisch veld veroorzaakt door een homogeen geladen plaatvormige isolator.
 2. Wat wordt de uitdrukking voor het elektrisch veld als de plaat oneindig groot wordt?
 3. Leid de situatie in b) ook nog af op een andere manier.
2. Thermoëlektrische coëfficiënten (4punten-15min)
 1. Beschrijf de 4 thermoëlektrische effecten die we in de cursus besproken hebben in telkens maximaal 10 lijnen.

3. Magnetisme (5punten-40min)

1. Geef de afleiding van het Larmoreffect
2. Geef in de afleiding duidelijk aan waarom je bepaalde stappen/benaderingen maakt.

4. polarisatie (4punten-30min) DEZE VRAAG WORDT MONDELING BESPROKEN

1. Leid de uitdrukking van het dipoolmoment af voor een gel"induceerde dipool.
2. Bespreek in maximaal 10 lijnen het verschil met een permanente dipool.

5. Supergeleiding (2punten-15min)

1. Wat bepaalt het verschil tussen een type I en type II supergeleider? (max. 5 lijnen)
2. Wat weet je over de effecten die optreden bij een type II supergeleider? (max. 10 lijnen)

Oefeningen

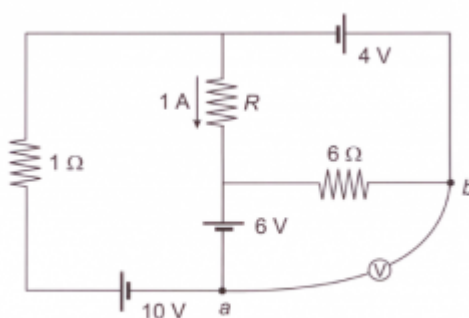
1. Elektrostatica. Beschouw de cilindrische ladingsverdeling

2. $\rho = \begin{cases} 0 & a < r < 2a \\ -\frac{\rho_0}{2} & r > 2a \end{cases}$

$$\rho = \begin{cases} 0 & a < r < 2a \\ \rho_0 & r > 2a \end{cases}$$

Met r de afstand tot de cilinderas.

1. Bereken de grootte van het elektrisch veld \vec{E} . [/4]
 2. Bereken het potentiaalverschil tussen $r=a$ en $r=2a$. Als je vraag a niet opgelost hebt, gebruik dan $E(r) \propto 1/r$. [/1]
3. Kirchhoff. Zie figuur 1. Bereken de stromen door de weerstanden van 1 en 6 Ω . Wat is de waarde van de weerstand R , en welke waarde wordt er op de voltmeter afgelezen? Welk punt heeft de hoogste potentiaal, a of b? [/5]



Figuur 1

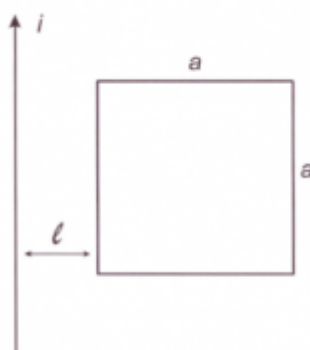
4. Magnetisme. De lens van een elektronenmicroscop creëert een elektronenbundel waarvan de stroomdichtheid in het focusvlak een Gaussiaans profiel heeft:

$$J = J_0 e^{-r^2/\sigma^2}$$

$$J = J_0 e^{-r^2/\sigma^2}$$

met r de afstand in het focusvlak en de richting van de stroom loodrecht op dit vlak. Deze stroomdichtheid veroorzaakt een magnetisch veld \vec{B} in het focusvlak.

1. 99% van de stroom bevindt zich binnen $r < 2.15\sigma$. Welk gedrag verwacht je voor $B(r < 2.15\sigma)$? [1]
 2. Bereken de grootte van het magnetisch veld B voor willekeurige r . [/4]
5. Emk. Zie figuur 2. Een stroomvoerende geleider en een koperen kader liggen beiden in hetzelfde vlak. De stroom i in de geleider neemt af met de tijd t volgens $i = i_0 e^{-\beta t}$, met β een positieve constante.
1. Bereken de elektromotorische kracht in de kader. [/4]
 2. Duid de stroomzin aan van de geïnduceerde stroom. [/1]



Figuur 2

Academiejahr 2008-2009 1^{ste} zit

Theorie

1. Halfgeleiders (5punten-20min)
 1. Beschrijf het mechanisme van intrinsieke geleiding; geef ook een voorbeeld van een materiaal dat zich op deze manier gedraagt. (max. 1 pagina - 1punt)
 2. Beschrijf het mechanisme van extrinsieke geleiding; geef ook een vb van een materiaal dat zich op deze manier gedraagt. Geef de verschillen met intrinsieke geleiding. (max. 1 pagina - 1punt)
 3. Teken de bandenstructuur voor een metaal, een isolator, een intrinsieke en (de 2 vormen van) extrinsieke halfgeleider. Benoem de banden en bespreek adhv deze figuren of er al dan niet (max. 10 lijnen) geleiding zal plaatsvinden, voor elke situatie apart. (2punten)
 4. Wat is een diode en hoe ziet de I, V grafiek eruit? (1punt)

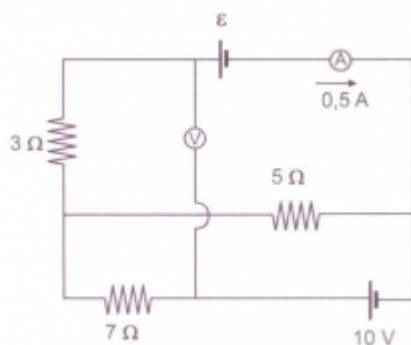
2. Magnetisme (5punten-40min)
 1. Geef de afleiding van het Larmoreffect. (2punten)
 2. Geef in de afleiding aan waarom je bepaalde stappen/benaderingen maakt. (1punt)
 3. Leg in je eigen woorden uit wat dit effect inhoudt; geef dus de fysische interpretatie, dit mag adhv een voorbeeld. Gebruik max. 10 lijnen en maak een tekening. (1punt)
 4. Bespreek waar en waarom we dit effect verder in de cursus nog gebruiken. (max. 5 lijnen - 1punt)
3. Dielectrica (5punten-30min) DEZE VRAAG WORDT MONDELING BESPROKEN
 1. Bereken de elektrische potentiaal veroorzaakt door een aantal parallel gerichte dipolen in een cilindrisch volume. Maak duidelijke tekeningen. (2punten)
 2. Hoe kan je de situatie intuïtief beschouwen? Gebruik max. 5 lijnen en maak een tekening. (1punt)
 3. Wat gebeurt er voor niet-homogene polarisatie? Geef enkel het resultaat en bespreek de uitdrukking in max. 10 lijnen. (2punten)
4. Supergeleiding (5punten-30min)
 1. Welke 3 fysische parameters karakteriseren een supergeleider? Leg bij elke parameter de betekenis uit in max. 2 lijnen. (1punt)
 2. Teken in een grafiek het verband tussen die drie parameters. (1punt)
 3. Bespreek op max. 1 pagina of de Maxwell vergelijkingen supergeleiding kunnen verklaren. Indien ja: motiveer waarom. Indien nee: welke aanpassingen zijn nodig? (2punten)
 4. Leg in max. 10 lijnen uit wat Cooperparen zijn, maak ook een tekening. (1punt)

Oefeningen

1. Elektrostatica. Een vroeger atoommodel, voorgesteld door Rutherford, heeft een positieve puntlading Ze (de kern) in het centrum van een bol met straal R waarin de negatieve lading, Ze , uniform verdeeld is. Z is het atoomgetal en e de elementaire lading.
 1. Toon aan dat het elektrische veld van het atoom gelijk is aan

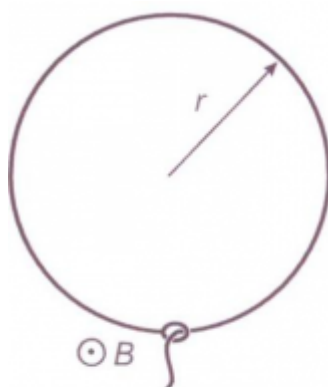
$$E = \begin{cases} Ze4\pi\epsilon_0(1r^2 - rR^3) & \text{als } r \leq R \\ 0 & \text{als } r > R \end{cases}$$
- Tip: Zoek eerst de ladingsverdeling $\rho - \rho -$ van de elektronen. (3p)
1. Zoek de potentiaal $V_R/2$ op een afstand $R/2$ van de kern. (2p)

2. Kirchoff. Beschouw figuur 1. Geef de stromen door elke weerstand, de aflezing van de voltmeter, en de spanning ϵ van de stroombron. (5p)



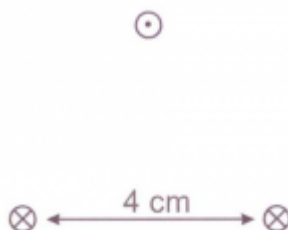
Figuur 1

3. Emk. De straal r van de geleidende lus in figuur 2 krimpt met de tijd volgens $r = r_0 e^{-\beta t}$. De lus staat loodrecht op een constant magnetisch veld $\vec{B} \rightarrow$.
1. Wat is de geïnduceerde emk ϵ op een willekeurig tijdstip t ? (2p)
 2. Duid de richting van de gïnduceerde stroom aan. (1p)
 3. Welke kracht moet men leveren op het tijdstip t om de lus samen te trekken, als de weerstand van de geleider R Ohm per meter is? (2p).



Figuur 2

4. Magnetisme. Figuur 3 is een doorsnede van drie lange draden met een massadichtheid van 50 g/m. Ze voeren allen dezelfde stroom in de aangeduide richting. De onderste draden liggen 4 cm uit elkaar en zijn vastgemaakt aan de tafel.
1. Zoek de stroom I waarbij de bovenste draad blijft zweven zodat hij een gelijkzijdige driehoek vormt met de onderste draden. (4p)
 2. Als de stroom aangepast wordt zodat de bovenste draad nog slechts 2 cm boven de tafel zweeft, waar op de middelloodlijn van het lijnstuk tussen de 2 onderste draden is het veld dan exact nul? (1p)

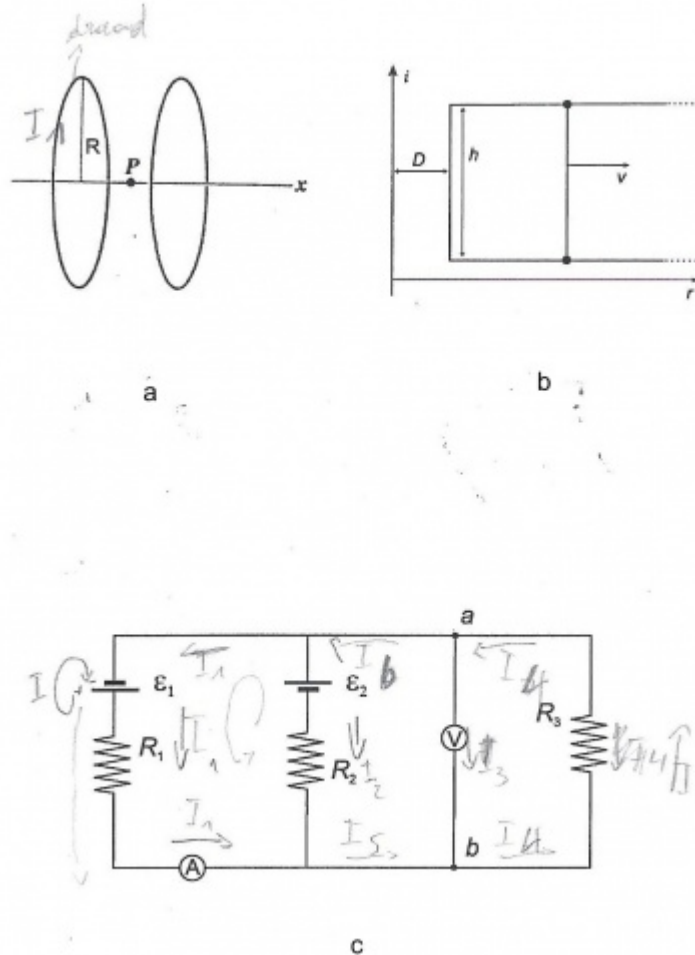


Academiejahr 2007-2008 1^{ste} zit

Theorie

1. Bespreek geleiding in metalen volgens:
 1. De klassieke benadering
 2. De statistische benadering (Wet van Fick niet)
2. Bereken de randvoorwaarden voor E^-E^- en D^-D^- aan het scheidingsoppervlak tussen twee diëlektrica. Bespreek waarom je bepaalde benaderingen of formules mag gebruiken.
 1. Bereken de equivalente stroomdichtheid voor niet-homogeen gemagnetiseerde materie. Duidelijke tekeningen!

Oefeningen



1. *Elektrostatica*. Beschouw een ladingsverdeling pp gegeven door

2. $\rho(x,y,z) = \{-|x| + D \text{ als } -D \leq x \leq D \text{ elders}$

$$\rho(x,y,z) = \{-|x| + D \text{ als } -D \leq x \leq D \text{ elders}$$

M.a.w. een plaat met dikte $2D$ in het (y,z) -vlak waarvan de ladingsdichtheid lineair afneemt met x .

1.

- Bereken het elektrisch veld \vec{E} in de volledige ruimte, d.w.z. voor zowel $|x| < D$ als $|x| > D$. Maak hiervoor gebruik van de wet van Gauss en de symmetrie van het systeem.
- Bereken het potentiaalverschil ΔV tussen de vlakken $x = 2D$ en $x = 0$.

2. *Magnetisme*. De Helmholtzopstelling van twee spoelen (zie bovenstaande figuur a) veroorzaakt een uniform veld over een groot gebied. Twee gelijke spoelen, met dezelfde stroom, worden op dezelfde as geplaatst, op een afstand R gelijk aan hun straal.

- Stel een uitdrukking op voor het veld B op een willekeurig punt van de as.
- Bewijs dat $\frac{dB}{dx} = 0$ en $\frac{d^2B}{dx^2} = 0$ gelijk zijn aan nul in P .

3. *Emk.* Een oneindig lange draad vervoert een stroom I , op een afstand D van de draad bevindt zich een kader met totale weerstand R , (zie bovenstaande figuur b). Het glijdende stuk van het kader verplaatst zich met een snelheid v . Geef een uitdrukking voor de stroom I in de kader als functie van v en r . Bepaal de zin van I a.d.h.v. de wet van Lenz en geef een uitdrukking voor de kracht die men op de staaf moet uitoefenen om v constant te houden.
4. *R-keten.* Gegeven een stroomkring (zie bovenstaande figuur c). Wat is de grootte en de zin van de stroom door de Amperemeter? Wat is de spanning uitgelezen op de Voltmeter? Welk punt heeft de hoogste potentiaal, a of b ?

Gebruik volgende waarden: $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 3 \Omega$, $\epsilon_1 \epsilon_1 = 1 \text{ V}$ en $\epsilon_2 \epsilon_2 = 3 \text{ V}$.