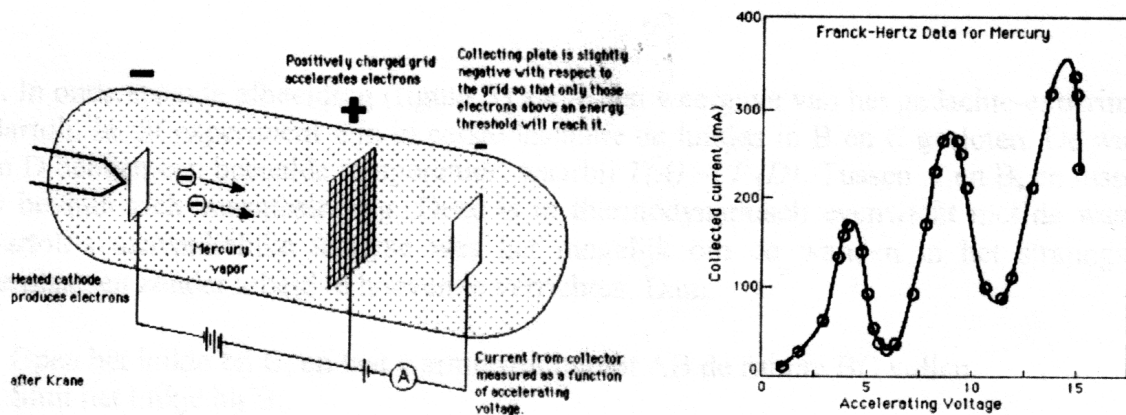


Geschiedenis van de Moderne Natuurkunde (NS-B251) 26 juni 2009

Dit tentamen bestaat uit 3 pagina's met in totaal 9 vragen.

- Onderstaande twee figuren (1 en 2) illustreren de opstelling en uitkomst van het Franck-Hertz experiment. Wat gebeurt er met de elektronen in deze opstelling? Beschrijf kort de opzet van de opstelling en verklaar de meetresultaten. Welke theorie van het atoom werd er met deze opstelling bevestigd? Waarom?

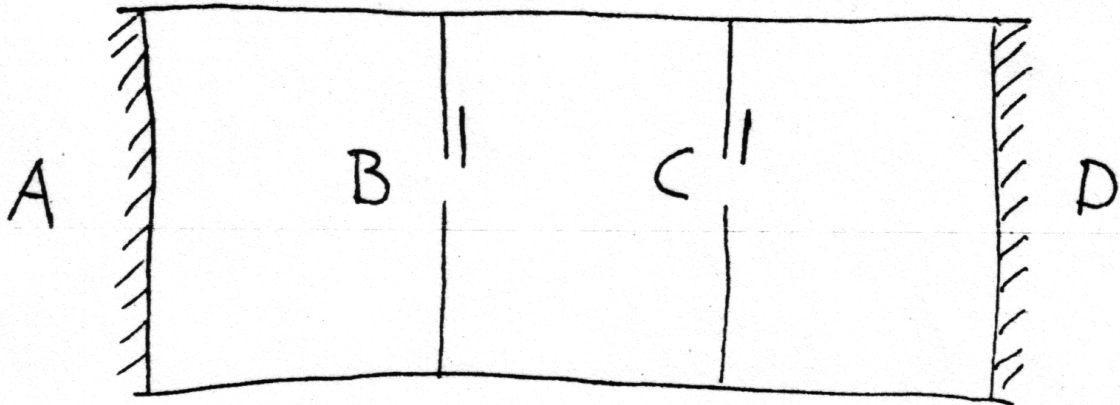


Figuren 1 en 2.

- In de jaren tachtig en negentig van de negentiende eeuw wezen een aantal fysici op het feit dat een elektrisch geladen deeltje een extra traagheidscomponent bezat die van elektromagnetische origine is. Verder bleek dat bij hoge snelheid de massa zelfs een functie van de snelheid werd. Men opperde dat misschien de gehele massa wel eens van elektromagnetische oorsprong zou kunnen zijn, en Lorentz vroeg zich af of wellicht de gehele natuurkunde in zijn theorie onder te brengen viel. Welke Duitse fysicus formuleerde in 1900 een programma dat tot doel had deze ideeën te verwezenlijken? Hoe wordt het wereldbeeld dat de grondslag vormde van dit programma ook wel genoemd?
- In 1915 deed Albert Einstein, samen met de Nederlander Wander de Haas, een experiment waarbij een ijzeren staaf gemagnetiseerd werd in een altemerend magneetveld. De staaf ging oscilleren en dit schreven Einstein en De Haas toe aan het zich richten van de magnetische momenten van de om een atoomkem roterende elektronen. Zij meenden aldus de "hypothese van Ampère" te hebben bevestigd. Waarom noemden zij in dit verband de naam van Ampère; m.a.w. welk basaal idee van Ampère werd door hun proef bevestigd?
- Bij het herhalen van het experiment van Einstein en De Haas bleek andere experimentatoren dat er een onverklaarbare discrepantie van een factor 2 in de meetresultaten kroop: het model dat Einstein en De Haas gebruikten in hun analyse van het experiment ging er van uit dat de magnetische momenten van de atomen het gevolg waren van het cirkelen van elektronen om een atoomkem. Pas in 1925 kon men het theoretische model zo bijstellen dat deze mysterieuze factor 2 te verklaren viel. Welke cruciale innovatie in de theorie van elektronen in dat jaar zou er toe geleid hebben dat de vreemde factor 2 in nieuwe modellen te verdisconteren viel?

5. De ontdekker van elektromagnetisme meende dat in de stroomdraad een polair elektrisch conflict woedde dat spiraalsgewijs de draad uit waaierde, en aldus de beide polen van een in de buurt van de draad aanwezige magneetnaald in beweging zette. Over wie hebben we het? Beschrijf kort waar zijn ideeën over polariteit vandaan kwamen.
6. In onderstaande afbeelding, figuur 3, zie je een weergave van het gedachte-experiment van Bartoli. In dit experiment zijn in eerste instantie de luikjes in B en C gesloten. De wanden A en D hebben een bepaalde temperatuur, waarbij $T(A) < T(D)$. Tussen A en B, en tussen C en D bevindt zich warmtestraling. Deze is in thermodynamisch evenwicht met de wanden. In Bartoli's aanvankelijke analyse was het mogelijk om de wanden in het stralingsveld te verplaatsen zonder arbeid te hoeven verrichten. Dan:
 - Open het luikje bij B, en laat warmtestraling uit AB de ruimte BC vullen.
 - Sluit het luikje bij B.
 - Open het luikje bij C, en verplaats de wand B naar C toe.
 - Sluit C, na het instellen van een nieuw evenwicht, en verplaats B terug naar zijn oorspronkelijke positie.
 - Wacht op nieuw evenwicht.

Deze procedure leidde tot een tegenspraak met een fundamentele natuurwet. Hoe luidde die tegenspraak? Welke additionele aanname betreffende straling maakte Bartoli om deze tegenspraak weg te nemen? Motiveer kort je antwoord.



Figuur 3

7. Volgens Clausius' aanname van botsende deeltjes zou een waterstofmolecuul in een gas een gemiddelde snelheid van zo'n 1800m/s moeten hebben. Buys Ballot formuleerde daarop een bezwaar tegen de kinetische gastheorie. Wat hield dat bezwaar in, en hoe pareerde Clausius de kritiek?
8. Beschrijf wat bedoeld wordt met de "Krieg der Geister".
9. Waaruit blijkt de toegenomen status van theoretische fysica als academische subdiscipline aan het einde van de 19^e eeuw?