

Hertentamen Geschiedenis van de Moderne Natuurkunde (NS-361B), 27 augustus 2010.

*Gelieve uw naam en studentnummer op ieder ingeleverd vel te schrijven. Dit tentamen bestaat uit drie pagina's.*

1. Welke warmtetheorie werd impliciet bekritiseerd door het werk van Fourier? Noem een kenmerk van Fouriers manier van theorievorming.
2. Hermann Helmholtz wordt wel eens aangeduid als een der grondleggers van de wet van energiebehoud. Noem twee andere onderzoekers die dezelfde eer toegeschreven hebben gekregen. Helmholtz was oorspronkelijk opgeleid als arts; welke door hem onderzochte vraagstelling met betrekking tot het menselijk lichaam zou hem op weg kunnen hebben geholpen bij zijn werk aan de wet van energiebehoud?
3. Heinrich Hertz was een leerling van Helmholtz, en in 1888 presenteerde hij elektrodynamisch werk van Hertz aan de Berlijnse Akademie als "de grootste ontdekking van de eeuw." Op welk door Hertz aangetoond verschijnsel doelde Helmholtz? Welke equivalentie werd aangetoond door de proeven van Hertz? Noem de Britse natuurkundige wiens theorie door het werk van Hertz op veel belangstelling kon rekenen op het Europese continent.
4. De wet van Max Planck voor de frequentieverdeling van een "zwarte" straler is gegeven door: 
$$\rho(\nu, T) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{\exp(h\nu / kT) - 1}.$$
  - a. Plancks wet werd in 1900 opgesteld nadat experimenteel eerst vast was komen te staan dat de stralingswet van Wien, waar Planck reeds een afleiding voor had gegeven, experimenteel tekortschoot in het regime waar het klassieke equipartitietheorema gold. Dus: in welk golflengtegebied, ultraviolet of infrarood, en bij welke temperaturen (hoog of laag) bleek de wet van Wien tekort te schieten?
  - b. Het thermodynamische gedrag van de straling in het andere regime, ook wel bekend als het "Wien" regime, werd in 1905 theoretisch bestudeerd door Albert Einstein. Welke conclusie trok Einstein?
  - c. Planck gaf in 1900 een afleiding van zijn wet die gebruik maakte van de statistische mechanica, zoals ontwikkeld door Boltzmann, waarin men doorgaans de energie van het systeem eerst discretiseerde, om vervolgens een limiet te nemen waarin de discrete energie weer continu werd (d.w.z.  $\lim h \rightarrow 0$ .) Planck merkte aanvankelijk echter niets op over het feit dat hij de limiet naar continue waardes achterwege liet, en dat volgens zijn uitdrukking de energie van de straling dus discreet zou zijn. Sommige historici hebben op grond daarvan in twijfel getrokken of Planck werkelijk doorhad dat hij een "quantisatie" uit had gevoerd. Wat denk jij? Besefte Planck daadwerkelijk deze implicatie van zijn werk? Motiveer je antwoord.

5. In 1919, net na de eerste Wereldoorlog, werden door een groep Britse astronomen twee expedities op touw gezet die op twee plekken rond de evenaar (eentje bij de kust van Brazilië, en de ander in West-Afrika) een zonsverduistering zouden gaan waarnemen. De doelstelling van de astronomen was om Albert Einsteins algemene relativiteitstheorie te toetsen.
- Welk verschijnsel wilden ze waarnemen?
  - Op het moment dat Einstein de algemene relativiteitstheorie op had gesteld kon hij tevens drie empirische, waarneembare consequenties van de theorie aanwijzen, waarvan het bij onderdeel a. gevraagde verschijnsel er eentje was. Wat waren de andere twee?

In 1919 leek het er op dat één verschijnsel van deze laatste twee ten faveure van de algemene relativiteitstheorie waargenomen was, terwijl de consensus onder astronomen was dat de beschikbare data m.b.t. het andere verschijnsel zich tegen de relativiteitstheorie leek uit te spreken. De resultaten van de Britten zouden dus een beslissende rol kunnen spelen.

Onder historici is wel eens geopperd dat de resultaten die de Britse expeditie uiteindelijk bekend maakte niet helemaal in de haak waren: waarnemingen die niet in overeenstemming zouden zijn met het gewenste resultaat (bevestiging van de relativiteitstheorie) zouden te weinig gewicht zijn gegeven.

- Wie was de leider van de eclips-expedities in 1919, en rapporteerde de resultaten? Zou je aan kunnen geven waarom deze astronoom mogelijk aan bepaalde data te weinig gewicht zou hebben willen geven?
6. Beschrijf de belangrijkste verschillen tussen de laatste versie van de electro-dynamische theorie van Lorentz, en de speciale relativiteitstheorie van Einstein. De theorieën werden ook wel eens aangeduid met een enkele naam, namelijk als de Lorentz-Einstein theorie. Geef aan waarom tijdgenoten dit blijkbaar een adequate naamgeving achtten. Experimenten van Walther Kaufmann m.b.t. de massawaarden van elektronen leken de theorieën tegen te spreken, en beter in overeenstemming te zijn met een alternatieve electro-dynamische theorie van Max Abraham. Wat was de reactie van Einstein, en wat was de reactie van Lorentz op de resultaten van Kaufmann?