

Tentamen 1: Geschiedenis van de Moderne Natuurkunde NS-361B.

Let op: het tentamen bestaat uit vijf vragen. Per vraag kun je twintig punten halen. Schrijf je antwoorden uit in volle zinnen, niet in telegramstijl. Motiveer je antwoord. Vergeet niet je naam en studentnummer op je tentamen te vermelden.

Datum 20-04-2012

1: In tekstboeken worden wetenschappelijke ontdekkingen vaak aan één bepaalde plaats, tijd en persoon toegeschreven. Ten onrechte, volgens historicus Thomas Kuhn. "Even if all conceivable data were at hand", dan zou het nog onmogelijk zijn om de vragen waar? wanneer? door wie? op ondubbelzinnige wijze te beantwoorden.

a) Leg uit waarom. Illustreer je antwoord aan de hand van een voorbeeld.

2: Een wetenschappelijke discipline wordt gekenmerkt door o.a. een welomschreven onderzoeksdomein, methode, unificerende principes en een herkenbare onderzoeksgemeenschap. Het ontstaan van de natuurkunde wordt vaak teruggeprojecteerd op de zeventiende eeuw of zelfs de klassieke oudheid. Dit is "het gevolg van een begrijpelijke, maar onjuiste gevolgtrekking", aldus het collegedictaat op pagina 9.

a) Wat is deze gevolgtrekking en waarom is deze onjuist?

b) De onderzoeksthema's die wij nu tot de natuurkunde rekenen waren begin negentiende eeuw grotendeels verdeeld over twee andere bètadisciplines. Welke disciplines worden bedoeld? Veel onderzoekers die wij nu als natuurkundigen zouden herkennen hadden een achtergrond in één van deze twee disciplines. Noem voor elke discipline één onderzoeker en zijn bijdrage aan de wetenschap.

c) Een van de kenmerken die de natuurkunde van andere bètadisciplines onderscheidt is het bestaan van theoretische en experimentele fysica. Het bestaan van deze subdisciplines is niet vanzelfsprekend. Bespreek de status van experimentele fysica in Cambridge of van theoretische fysica in Duitsland aan het einde van de negentiende eeuw.

3: James Clerk Maxwell maakte in zijn werk geregeld gebruik van analogieën. Maxwells ethermodel ging uit van een onsamendrukbare 'vloeistof' met een bepaalde *dichtheid*, een variabele *rotatiesnelheid*, *kogellagertjes* tussen aangrenzende lagen, en *elasticiteit*.

a) Geef voor twee van deze eigenschappen aan met welke elektromagnetische constanten of grootheden deze correspondeerden. Met andere woorden: welke substituties paste Maxwell toe?

b) Hoe wist Maxwell rekenschap te geven van elektromagnetische golven?

c) In hoeverre kende Maxwell realiteitswaarde toe aan zijn ethermodel?

Let op: de laatste twee opgaven staan op de volgende bladzijde.

4: Adiabatische verschijnselen en het ontstaan van warmte door wrijving, worden vrijwel automatisch geassocieerd met de wet van behoud van energie. Vanuit modern perspectief zijn ze in directe tegenspraak met de zogenaamde 'calorische warmtetheorie'. Vroege voorstanders van de wet van behoud van energie zagen in deze verschijnselen ondersteuning voor hun opvattingen. Toch waren deze twee verschijnselen al langer bekend, zonder dat ze aanleiding gaven tot serieuze twijfel aan de calorische warmtetheorie.

- a) Waarom? Beantwoord deze vraag voor het geval van één van beide verschijnselen.
- b) De uiteindelijke ondergang van de calorische theorie stond niet op zichzelf, maar was onderdeel van de teloorgang van een bepaald soort theorie. Welk soort van theorie wordt bedoeld?

5: Carnots analyse van warmtemachines staat aan de basis van de tweede hoofdwet van de thermodynamica. Zijn opvatting over warmte wijkt wezenlijk af van de huidige visie. In deze opdracht zullen wij zijn argumentatie doorlopen. Het is toegestaan om in je antwoord gebruik te maken van illustraties.

- a) Wat is het grootste verschil tussen Carnots opvatting over van warmte en onze huidige zienswijze?
- b) Carnot vergeleek de werking van een warmtemachine met die van een waterturbine, waarbij de val van water wordt gebruikt om arbeid te leveren. Licht Carnots analogie toe.
- c) Een zogenaamd Carnot-proces bestaat uit vier *omkeerbare* stappen. Benoem deze vier stappen.
- d) Carnot gebruikte een bewijs uit het ongerijmde om te laten zien dat een Carnot-proces de maximale efficiëntie van warmtemachines realiseert. Wat was zijn redenering?