



● Tentamen GMA
● Alleen Onderdeel Geschiedenis van de Natuurwetenschappen
25 mei 2004

Vraag 1.

We noemen het wereldbeeld van Aristoteles een 'organistisch wereldbeeld'.

- Wat verstaan we onder een organistisch wereldbeeld?
- Leg het verschil uit tussen de oorzaak van de valbeweging volgens Aristoteles en die volgens Newton.

Vraag 2.

De volgende tekst is genomen uit N. Copernicus, *De revolutionibus orbium coelestium libri vi* (Neurenberg, 1543), en wel uit de voorrede van de schrijver zelf, getiteld: "Aan de allerheiligste heer paus Paulus III". De Nederlandse vertaling is -met een blik op het Latijn- ten dele ontleend aan K.H. Neubig, *Geschiedenis in boeketten* (Baarn, zj [ca. 1965]), p.91-92 en N. Copernicus, *Über die Kreisbewegungen der Weltkörper*, Erstes Buch (ed. G. Klaus (Berlin, 1959), p. 9-11.

"Maar wellicht zal zij [=Uwe Heiligheid, als aanspreektitel van de paus] eerder van mij verwachten te horen hoe ik er toe gekomen ben, het aan te durven tegen de heersende mening der mathematici in, ja, welhaast tegen het algemene mensenverstand in, mij een beweging van de aarde voor te stellen. Ik wil het daarom Uwe Heiligheid niet verhelen, dat mij bij het nadenken over een andere manier om de bewegingen van het heelal te berekenen niets anders heeft bewogen dan het inzicht, dat zelfs de mathematici het hierover bij hun onderzoekingen niet eens zijn. (...) Sommigen maken namelijk alleen gebruik van homocentrische cirkelbanen, anderen van excenters en epicykels, waarmee ze overigens niet volledig bereiken wat ze nastreven"

- Wat wordt hier met 'mathematici' bedoeld? Verklaar het gebruik van dit woord.
- Op welke twee astronomische systemen, die in de Oudheid zijn ontwikkeld, heeft Copernicus kritiek? Geef er een korte omschrijving van, waarbij uitgelegd wordt wat 'homocentrische cirkelbanen', 'excenters' en 'epicykels' zijn.

Vraag 3.

Zowel bij Descartes als bij en na Newton spreken we van een 'mechanistisch wereldbeeld'. Toch zijn er verschillen. Bij Descartes spreekt men daarom soms wel van een 'strikt mechanistisch wereldbeeld'.

- Geef een drietal kenmerken van de kosmologie van Descartes. Welke eis stelt hij aan een mechanistische natuurverklaring?
- In welk opzicht verschilt Newtons mechanisme van het 'strikte mechanisme' van Descartes?

Vraag 4.

In 1774 ontdekte Priestley door verhitting van kwikoxide een nieuwe 'luchtsoort'. Als hij in deze nieuwe 'lucht' een stof verbrandde, was deze verbranding feller dan in gewone lucht. Hij gaf deze nieuwe 'lucht' (die we nu 'zuurstofgas' noemen) de naam 'gedeflogistiseerde lucht'.

- Op welke chemische (verbrandings)theorie is deze naam gebaseerd? Geef de twee hoofdkenmerken ervan.
- Verklaar hoe Priestley op basis van deze theorie en van zijn (bovengenoemde) waarnemingen tot de naam 'gedeflogistiseerde lucht' kwam.

Z.O.Z.

Vraag 5.

In het begin van de 19e eeuw formuleerde Dalton zijn (chemische) atoomtheorie, waarin hij theorie en ervaring verbond door het aantal soorten atomen gelijk te stellen aan het aantal enkelvoudige stoffen. Het duurde nog bijna een eeuw voordat (vrijwel) iedereen overtuigd was van het werkelijk bestaan van atomen.

- Leg uit waarom Dalton, wanneer twee enkelvoudige stoffen A en B een chemische verbinding vormen, bij voorbaat de formule AB waarschijnlijker achtte dan AB_2 of A_2B .
- Welke bezwaren hadden Ernst Mach en Wilhelm Ostwald nog in het begin van de twintigste eeuw tegen het werkelijk bestaan van atomen?

Vraag 6.

Het onderzoek van elektrische en magnetische verschijnselen leidde in 1819-1820 tot de ontdekking van het elektromagnetisme door Oersted. Hij nam waar dat een magneetnaald die evenwijdig aan een stroomdraad geplaatst was, in beweging gebracht werd (met als ideale eindstand: de magneetnaald loodrecht op de stroomdraad).

- Oersted sprak van een elektrisch conflict in de stroomdraad. Wat is de herkomst van deze terminologie en hoe bracht hij zijn ontdekking zelf onder woorden?
- Welk aspect ervan was voor Oersted en zijn tijdgenoten zo verbazingwekkend?

Vraag 7.

Het volgende stuk staat in John Simmons, *De top-100 van wetenschappers: de 100 meest invloedrijke wetenschappers uit heden en verleden op een rij gezet* (Utrecht, 1997), p.75, waar het hoofdstuk over Faraday begint, die van Simmons de elfde plaats krijgt (voor nieuwsgierigen: als eerste vijf kiest Simmons: Newton, Einstein, Bohr, Darwin, Pasteur). Maxwell is nr. 12.

[Het boek is een vertaling van: *The scientific 100: a ranking of the most influential scientists, past and present* (1996)]

"Michael Faraday belichaamt de grote veranderingen in de natuurkunde van het begin van de 19e eeuw, waarin nieuwe fundamentele theorieën over licht, elektriciteit en magnetisme ontstonden. Faraday, de experimentator pur sang met een sterk gevoel voor de eenheid van de natuur heeft met de bijbelse figuur Mozes gemeen dat hij de mensheid wel tot aan, maar niet in het beloofde land voerde: Faraday was de eerste die het idee van het elektromagnetische veld naar voren bracht, dat later door James Maxwell zou worden gekwantificeerd, een taak waarvoor Faraday wiskundig niet voldoende onderlegd was."

- Er is sprake van het 'elektromagnetische veld', als idee van Faraday. Noem twee kenmerken van Faraday's theorie van elektromagnetische krachten en van veldlijnen (hij sprak zelf van 'lines of force'), die on-newtoniaans zijn.
- Waarom is de theorie van Maxwell (de Maxwell-vergelijkingen) een voorbeeld van unificatie? Beschrijf de unificaties die in de geschiedenis van elektriciteit en magnetisme hebben plaatsgevonden.

Vraag 8.

Natuurwetenschapsbeoefening maakt deel uit van de cultuur waartoe natuuronderzoekers behoren. Dat impliceert interactie tussen natuurwetenschap en cultuuruitingen zoals religies en ideologieën.

Bekend is de kwestie-Galilei. In een ingezonden stuk van Chris Bakker, Jos Verkleij en Henk Schat (*Ad Valvas*, 29 April 2004, nr. 32, p.2) werd in het kader van een debat over het proefschrift *Survival of the fair modelling the evolution of altruism, fairness and morality* van Matthijs van Veelen (2004) in de volgende bewoordingen naar de Galilei-affaire verwezen:

"Deze discussie doet sterk denken aan hoe Galileo Galilei in tegenspraak met de resultaten van zijn onderzoek in het openbaar moest verklaren dat de aarde stilstaat en de zon om haar heen draait. Ook dit taboe werd ingegeven door vroomheid van de autoriteiten, die meenden dat het wetenschappelijke onderzoek een bedreiging vormde voor het geloof. De mare wil dat Galileo Galilei na zijn verklaring gefluisterd heeft: "En toch draait ze." Misschien is dat een tip voor toekomstige promovendi."

- Geef commentaar op de passage "in tegenspraak met de resultaten van zijn onderzoek".
- Geef commentaar op de bewering dat de autoriteiten "meenden dat het wetenschappelijke onderzoek een bedreiging vormde voor het geloof."