

Opgave 5 Kosmische achtergrondstraling

Volgens de gangbare theorieën is het heelal ontstaan met een enorme explosie: de zogenaamde oerknal (Big Bang). Na ongeveer een microseconde konden er protonen en neutronen ontstaan. Een deel van de protonen en neutronen smolten samen tot deuteriumkernen.

Aanvankelijk werden veel van deze deuteriumkernen weer door energierijke fotonen ontleed in een proton en een neutron.

- 4p 19 Bereken de energie (in J) die een foton minimaal moet hebben om een deuteriumkern te splitsen in een proton en een neutron.

Na een paar minuten werd deuterium niet meer ontleed. Voor zover er nog geïsoleerde neutronen aanwezig waren, verdwenen deze door radioactief verval.

- 2p 20 Geef de vervalreactie van het neutron.

Stel dat in een afgesloten ruimte evenveel protonen als neutronen zijn.

- 4p 21 Bereken de verhouding van het aantal protonen en het aantal neutronen na 1,00 uur.

Atoomkernen en elektronen vormen samen atomen. Aanvankelijk werden deze door de aanwezige fotonen ook weer heel snel geïoniseerd. Na ongeveer $3 \cdot 10^5$ jaar hadden de meeste fotonen echter niet meer genoeg energie om atomen te ioniseren. Vanaf die tijd werden atomen stabiel en konden de fotonen vrij door het heelal reizen zonder geabsorbeerd te worden. Deze straling is nog steeds aanwezig in het heelal. Lees het volgende artikel.

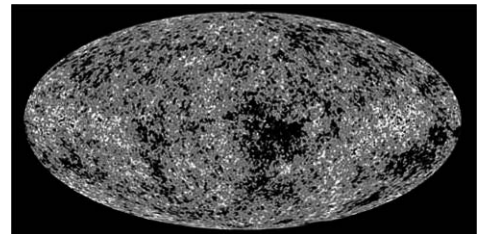
artikel

Nasa presenteert foto van piepjong heelal

NASA presenteerde onlangs een foto die zij de "de beste babyfoto" van het heelal heeft genoemd. De opname toont de oudste straling uit het heelal, de zogeheten kosmische achtergrondstraling, daterend uit de tijd dat het universum nog maar 300.000 jaar oud was.

Het uitdijende en afkoelende heelal gloeide toen als het oppervlak van een koele ster die voornamelijk fotonen uitzendt met een golflengte van $0,97 \mu\text{m}$.

Na 14 miljard jaar verdere expansie is de straling veranderd in microgolfstraling waarvan de stralingskromme overeenkomt met die van een voorwerp met een temperatuur van slechts 2,73 graden boven het absolute nulpunt. Uit de kleurverschillen van de foto blijkt dat de temperatuur van het jonge heelal niet overal gelijk was.



naar: NRC handelsblad, 12 februari 2003

Bij elk stralend voorwerp, dus ook bij het heelal, hoort een stralingskromme.

- 4p 22 Bereken met welke factor de energie van de fotonen van de achtergrondstraling, die horen bij het maximum van de stralingskromme, na 14 miljard jaar verdere expansie afgenomen is.

valt buiten de
examenstof

Een verschil in temperatuur op de foto duidt tevens op een verschil in dichtheid. Men vermoedt dat het verschil in dichtheid de aanleiding was voor de ontwikkeling van sterrenstelsels.

- 2p 23 Beredeneer dat het verschil in dichtheid aanleiding kan zijn voor de vorming van sterren of sterrenstelsels.