

Stof voor vwo6 et5:

Onderwerpen uit Samengevat:

Licht (CE)

Trillingen en golven (CE)

Vwo 6:

hoofdstuk 3: Atoomfysica

hoofdstuk 4: Radioactiviteit (CE)

hoofdstuk 5: Kernfysica (CE)

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

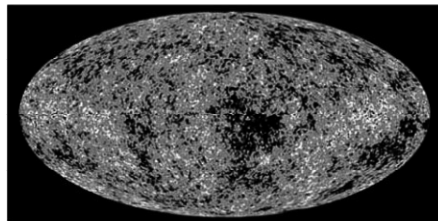
Nasa presenteert foto van piepjong heelal

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 μ 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



- 4p 22 Bij elk stralend voorwerp, dus ook bij het heelal, hoort een stralingskromme. 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.

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.

Opgave 3 Longonderzoek

Van de vloeistof rubidium (Rb) is een aantal isotopen radioactief. De isotoop rubidium-81 wordt in een kernreactor gemaakt en vervalt in het voor medische doeleinden geschikte radioactieve krypton-81^m. Dit is een kryptonisotoop, waarvan de kern zich in een aangeslagen energietoestand bevindt.

Het verval van het rubidium-81 naar krypton-81^m is op twee manieren mogelijk. De meest voorkomende mogelijkheid is door K-vangst.

3p **12** □ Wat gebeurt er bij K-vangst? Leg hierbij uit:

- wat er in de kern gebeurt;
- wat er in de elektronenwolk gebeurt;
- waarom daarbij straling vrijkomt.

De tweede mogelijkheid is door uitzending van een β^+ -deeltje.

We beschouwen een β^+ -deeltje dat na uitzending zover wordt afgeremd dat de kinetische energie verwaarloosbaar is. Dit β^+ -deeltje annihileert met een stilstaand elektron waarbij twee γ -fotonen met gelijke energie ontstaan.

4p **13** □ Bereken de frequentie van de fotonen die hierbij ontstaan.

Omdat de halveringstijd van het rubidium slechts 4,6 uur is, moet het snel van de kernreactor naar het ziekenhuis gebracht worden, zodat het dezelfde dag nog gebruikt kan worden.

3p **14** □ Bereken met welk percentage de activiteit van het rubidium-81 na 24 uur is gedaald.

Het radioactieve rubidium vervalt tot gasvormig radioactief krypton-81^m. Een patiënt ademt tijdens een longonderzoek via een masker voortdurend lucht met het radioactieve krypton in. Door vervolgens buiten het lichaam een opname van de straling uit de longen te maken, kan een arts vaststellen of de lucht wel in alle delen van de longen komt.

Een krypton-81^m-kern vervalt onder uitzending van γ -straling tot een kern krypton-81 die zich in de grondtoestand bevindt. De energie van de uitgezonden γ -fotonen is 0,190 MeV. Aangenomen mag worden dat de halveringsdikte van menselijk weefsel gelijk is aan die van water. Voor een duidelijke opname moet minstens 10% van de in de longen uitgezonden γ -fotonen uit het lichaam komen.

3p **15** □ Toon aan dat de energie van de γ -straling groot genoeg is om een duidelijke opname te verkrijgen. Maak hierbij gebruik van tabel 28E (vijfde druk) of 99D (vierde druk) van Binas.

Het krypton-81 is niet stabiel.

2p **16** □ Laat met een kernreactievergelijking zien welk isotoop ontstaat