

## IS HET NU 13,8 OF 26,7 MILJARD JAAR?

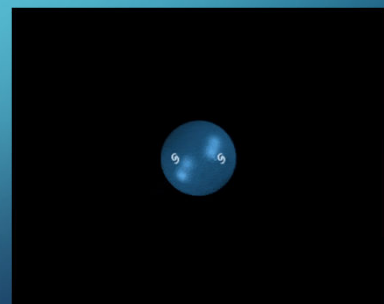
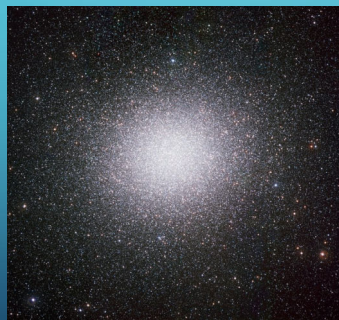
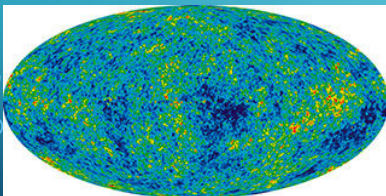
DE OUDERDOM VAN HET HEELAL

Zowat overal kom je voor de ouderdom van het heelal 13,8 miljard jaar tegen.

Dat weten we door waarnemingen van o.a. de kosmische achtergrondstraling en de leeftijd van de oudste sterren in bolvormige sterrenhopen.

Zo weten we dat de zon het als ster een 10 miljard jaar zal volhouden. Een ster met een massa 0,5 maal die de zon zeker een 20 miljard jaar, een rode dwerg met een massa  $0,4 M_{\odot}$  wel een 100 miljard jaar. In bolhopen zoekt men naar de oudste sterren.

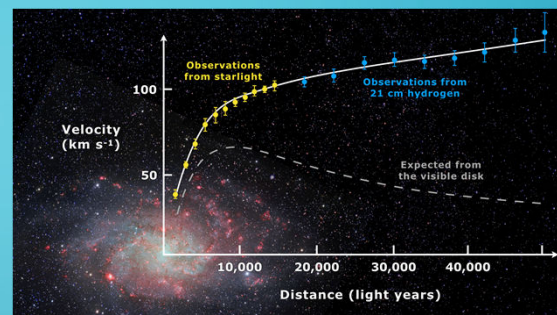
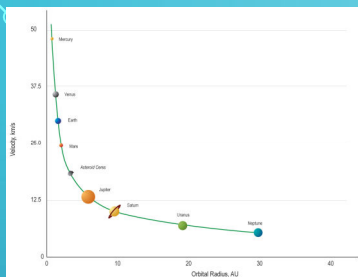
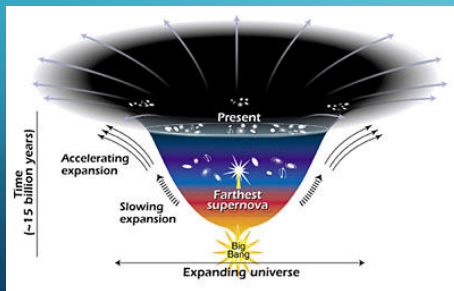
Door meting van de uitdijingsnelheid van de kosmos via afstandsbepaling en de radiale snelheden van melkwegstelsels.



Het huidige, meest aanvaarde, kosmologisch model is het zogenaamde  $\Lambda$ CDM-model.

$\Lambda$  staat voor kosmologische constante (donkere energie), **Cold Dark Matter** en verder is er gewone materie en straling.

Het verklaart o.a.: 1 het bestaan en de structuur van de kosmische achtergrondstraling;  
2 de grootschalige structuur in de verdeling van sterrenstelsels;  
3 de waargenomen abundanties van H, D, He en Li;  
4 de versnelde uitzetting van het heelal, waargenomen via het licht van ververwijderde stelsels en supernovae.



Er moet dus meer massa aanwezig zijn dan we zien (Vera Rubin - Cold Dark Matter (F. Zwicky)).

## VERSNELDE UITZETTING

Perlmutter, Schmidt en Riess ontdekten in 1998, via waarnemingen van type Ia supernovae, dat het heelal versneld aan het uitzetten was (2011 Nobel prijs).

Een type Ia is –nogal simpel gezegd– de ontploffing van een witte dwerg. Die kan maximaal  $1,4 M_{\odot}$  zwaar zijn dus we kennen zijn absolute magnitude en we meten de schijnbare magnitude. Bijgevolg kennen we de afstand  $d$ :  $m - M = 5 \log d/10$ .

Veraf gelegen supernovae bleken iets zwakker te zijn dan nabij gelegen type Ia supernovae. Wat dus betekent dat hun afstand groter was geworden dan het geval zou zijn in een constant uitzettend heelal. Waarnemingen van o.a. de kosmische achtergrondstraling hebben dit bevestigd.

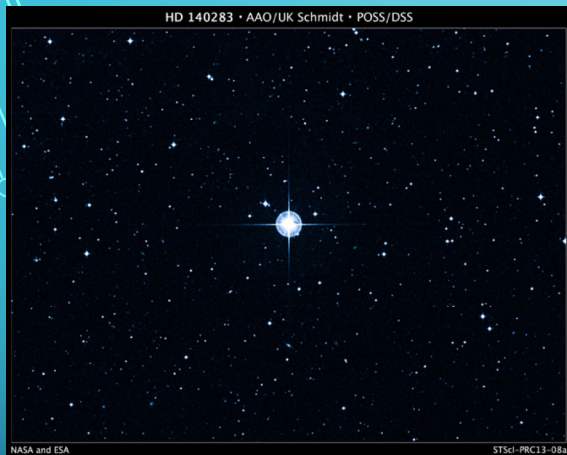
Er moet iets verantwoordelijk zijn hiervoor. Men weet niet wat  $\Lambda$  donkere energie.

Zijn er dan geen problemen hiermee?

Hiernaast zie je een foto van de JWST van galaxies zo'n 500 tot 800 miljoen jaar na de Big Bang. Die stelsels waren er na slechts een 5% van de leeftijd van het heelal en het zijn fors uit de kluiten gewassen systemen. Met de JWST verwachtte men, zo vlak na de BB, kleine en jonge babystelsels. Het recent gevonden stelsel "Maisie's galaxy" is een 13 miljard jaar oud. Bovendien bleken deze systemen jong en helder te zijn!

Recent onderzoek met de JWST heeft aangetoond dat deze hier afgebeelde stelsels niet té zwaar zijn en dat hun massa's wel binnen het  $\Lambda$ CDM-model passen. Er is wel verder onderzoek op langere IR-golflentlen nodig om uitsluitsel te geven.

Veel metingen van roodverschuiving gebeuren fotometrisch. Men vergelijkt brede delen van een spectrum met een bekend deel van een nabij gelegen object. Dit is een snelle methode, maar minder nauwkeurig. Spectroscopie is daarentegen veel nauwkeuriger maar veel trager. Hiermee heeft men nu kunnen aantonen dat een aantal fotometrische metingen sterk overdreven waren, wat leidde tot een reductie van de afstand.



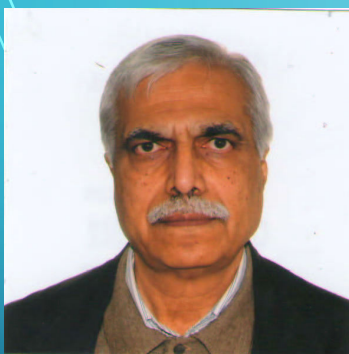
Een opname van de ster Methusalah die op een 190 lj in het sterrenbeeld Libra staat.

De ster bevat haast uitsluitend waterstof en helium en zéér weinig ijzer.

Een onderzoek geeft aan dat de ster ca. 14,46 miljard jaar oud is.

Dit zou echt een probleem kunnen zijn.

Maar dat ouderdomsprobleem is helemaal nog niet opgelost. Ga je de literatuur hierover na, dan vindt je, van onderzoek tot onderzoek, afstanden variërend tussen 14,5 en 12 miljard lichtjaar.



Rajendra Gupta Adjunct Prof. Fysica  
Ottawa University

Op 7 juli 2023 verscheen in de "Monthly Notices of the Royal Astronomical Society" een artikel dat de ouderdom van het heelal op maar liefst 26,7 miljard jaar plaatste.

De auteur was prof. Rajendra Gupta. Hij aanvaardt de uitdijning van het heelal. Maar niet de ouderdom en hij steunt vooral op twee oude ideeën.

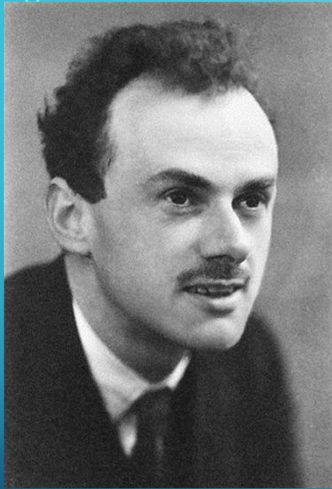
De auteur maakte hierin gebruik van de "tired light" theorie in 1929 gelanceerd door Fritz Zwicky die aanhanger was van een statisch universum. Volgens Zwicky verliezen fotonen in het heelal energie.

Bij het overbruggen van zeer grote afstanden zou dit verlies komen door interactie van fotonen met materie en andere fotonen of via een onbekend mechanisme.



Beweerde, met W. Baade, dat het eindstadium van een supernova een neutronenster kon zijn (enkele jaren na de ontdekking van het neutron).

Vond in de Comacluster te veel massa en sprak voor het eerst over donkere materie.



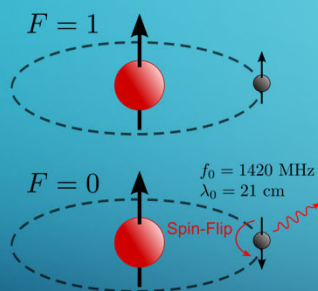
Een tweede suggestie van Gupta is een idee afkomstig van theoretisch fysicus Paul Dirac (1928- Nobelprijswinnaar met Schrödinger in 1933) die suggereert dat de koppelingsconstanten in de vergelijkingen kunnen veranderen in de tijd als gevolg van een andere voorheen onbekende constante.

Om de sterkte van de wisselwerkingen te vergelijken, gebruikt men dimensieloze koppelingsconstanten. De elektrische lading van een elektron is bv. een koppelingsconstante

Door te veranderen zou volgens Gupta het tijds kader kunnen vergroot worden van enkele miljoenen tot verschillende miljarden jaren.

Volgens Gupta is de kosmologische constante  $\Lambda$  gekoppeld aan de koppelingsconstanten in het  $\Lambda$ CDM model.

Tijd voor wat kritiek



- 1 In een waterstofatoom kan de spin van de kern en die van het elektron hetzelfde (50% kans) of tegengesteld (50% kans) zijn.

De nauwkeurigheid van de overgang (gelijkgerichte of tegengestelde spin) is beter gekend dan 1 per miljard en is niet veranderd over de vele decades dat dit bekend is.

Dit beperkt zeer sterk de mogelijke variaties in de koppelingsconstanten zoals bv. die van Planck, de lichtsnelheid, de massa van een elektron of hun combinatie.

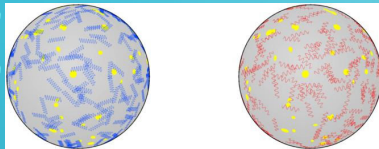


- 2 Oklo, een natuurlijke kernsplijtingsreactor, gelegen in Gabon. Hier hebben 1,5 miljard jaar geleden natuurlijke kernsplijtingsreacties plaatsgevonden. Gedurende die tijd is het radioactief afval door graniet ingesloten.

De snelheid van de splijtingsreacties en de bijproducten zijn afhankelijk van verschillende natuurconstanten. Hier kan men dus testen hoe snel en of deze veranderen in functie van de tijd.

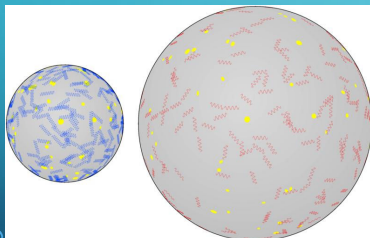
Onderzoek hiervan toonde aan dat bv. de fijnstructuurconstante ( $1/137,035\dots$ ) die de sterkte van de elektromagnetische kracht bepaalt, niet meer kan veranderen dan met maximaal 0,3 delen in  $10^{16}$  /jaar. Dit komt helemaal niet overeen met Gupta's idee.

Ook op het gebied van tired light is niet alles in orde (arXiv.astro-ph/0104382).



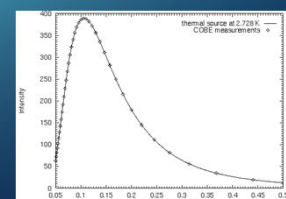
1 Dit model kan van de kosmische achtergrondstraling geen zwartlichaam spectrum produceren (zie afbeelding hiernaast). Galaxies worden voorgesteld door gele punten. De energie van de fotonen vermindert wel (zie kleur van de fotonen). Echter niet de dichtheid van het koelere zwartlichaam. Het tired licht-model produceert geen zwartlichaam spectrum.

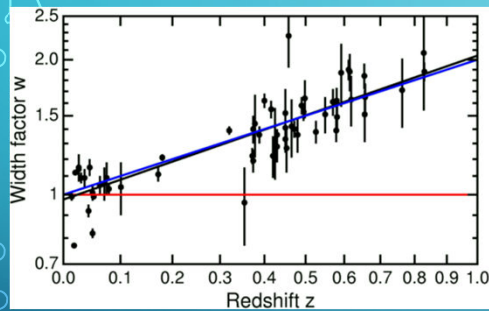
Van een zwartlichaam is uitgezonden golflengte alleen afhankelijk van de temperatuur



Het  $\Lambda$ CDM-model kan dit wel. De stelsels worden niet groter, wel de afstand ertussen. En tevens verschuiven de fotonen van kortere naar langere golflengte en produceert dit model een zwartlichaam spectrum.

De kosmische achtergrondstraling produceert een perfect zwartlichaam temperatuur van 2,7 K.





2 Verder is er geen interactie bekend die de energie ( $E = hc/\lambda$ ) van fotonen doet afnemen zonder het moment ( $p = h/\lambda$ ) ervan te veranderen ( wat wel gebeurt in het tired lightmodel). Dit leidt tot het wazig worden van objecten op grote afstanden wat echter niet wordt waargenomen.

3 Het tired lightmodel voorspelt ook niet de waargenomen tijdsdilatatie van supernovae met hoge  $z$ -waarde.

Als  $\Delta t_0$  het tijdsverloop van een waarnemer in rust is en  $\Delta t$  dat van een bewegende waarnemer dan is

$$\Delta t = \Delta t_0 / (1 - v^2/c^2)^{1/2} .$$

In dit model blijft de lichtcurve onafhankelijk van de roodverschuiving (rode lijn).

Van de waargenomen supernovae neemt de breedte van de lichtcurve toe met een factor  $1/(1+z)$  in functie van  $z$  volgens de zwart-blaauwe lijn.

#### Besluit

Laten we niet vergeten dat met een groot aantal onderzoeken en waarnemingen zowat een consensus bereikt is over de ouderdom van het heelal: ca. 13,8 miljard jaar.

- Enkele voorbeelden:
- 1 de abundantie van de lichte elementen in het vroege heelal.
  - 2 de groei en evolutie van clusters van galaxies, filamenten en leegtes in het kosmische web.
  - 3 de isotropie van de CMB en de kleine fluctuaties in temperatuur die hierin voorkomen.

Wat natuurlijk niet wil zeggen dat alles rotsvast verankerd is.