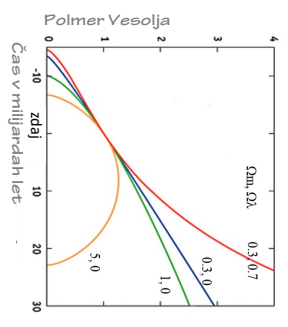


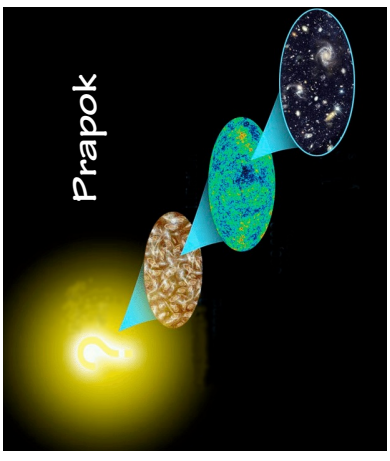
Razvoj polimera Vesolja po raznih kozmoloških modelih za različne vrednosti parametrov Ω_M , gostote snovi, in Ω_Λ , gostote energije Vesolja. Razvoj Vesolja je povezan z vrednostjo $\Omega = \Omega_M + \Omega_\Lambda$.

Če je $\Omega = 5$, se bo Vesolje ponovno zbralo v Velikem stisku (rumsna krivulja). Če ima Vesolje ničelno ($\Omega = 1$) ali negativno ($\Omega = 0,3$) ukrivljenost, se bo širjenje nadaljevalo neskončno (zelena in modra krivulji).

Trenutna opazovanja vodijo do rdeče krivulje. Ukrivljenost je enaka ničli in širjenje se pospešuje.



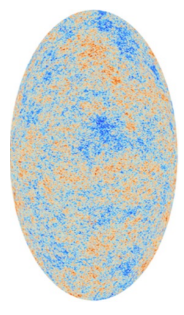
Vesolje v mojem žepu



Françoise Combes
Pariski observatorij

Kozmološka konstanta

Leta 1915 je Albert Einstein objavil enačbe splošne teorije relativnosti, ki povezujejo geometrijo Vesolja s količino snovi in energije, ki ju vsebuje. Da bi se Vesolje obržalo statično (kar se je takrat verjelo), je dodal člen, imenovan kozmološka konstanta, Λ . Ko je leta 1929 postalo jasno, da se Vesolje širi, je Einstein izjavil, da je uvedba Λ največja napaka njegovega življenja. Večji del 20. stoletja je bil Λ zanemarjen. Toda leta 1998 sta dve skupini opazovalcev z uporabo supernov tipa Ia, ki so boljši kazalniki razdalj kot kefeide, odkrili, da se širjenje Vesolja pospešuje. Leta 2011 so prejeli Nobelovo nagrado.



Kviz



Katera od teh slik prikazuje fluktuacije kozmičnega ozadja?



Odgovor na naslednji strani

Obzorje vidnega Vesolja. Vsi opazovalci so v središču krogle, ki predstavlja njihovo vidno Vesolje. Ne morejo opazovati dlje kot to obzorje. Galaksije, ki morda obstajajo onkraj tega obzorja, še niso imele časa komunicirati z opazovalci, ker njihovi fotoni, ki potujejo s svetlobno hitrostjo, niso imeli dovolj časa, da bi dosegli opazovalce.



Vi ste tukaj, v središču vidnega Vesolja

Obzorje Vesolja

Danes lahko sledimo celotni zgodovini Vesolja, od prapoka naprej (glej str. 10). Številna opazovanja potrjujejo ta kozmološki model, astronomi pa so raziskali velik del vidnega Vesolja. Seveda ne morejo opazovati dlje od določene razdalje, saj signali, ki prispejo na Zemljo, ne morejo potovati hitreje od svetlobe, katera hitrost je 299.792 km/s. Tako je opazovanje oddaljenih teles kot potovanje nazaj v čas. Fotoni, ki jih danes prejemamo iz primarnih galaksij, so bili oddani pred 12 ali 13 milijardami let. Tako te galaksije vidimo, kakršne so bile v svoji mladosti. Ko opazujemo fotone iz kozmičnega ozadja, gledamo 13,8 milijard let nazaj v čas (glej nasprotno stran).

Prasevanje

Zaradi širjenja se Vesolje ohlaja. Danes je njegova temperatura le 3 stopinje nad absolutno ničlo (3 K ali -270 °C). Vesolje je obliko z sevanjem te temperature, ki je ostanek prapoka. To sevanje sta leta 1965 po naključju odkrila radioastronom Arnold Penzias in Bob Wilson, ki sta delala na mikrovvalovnih sprejemnikih. Zainteresirana za šibek signal, ki je prihajal iz vseh smeri, sta se posvetovala z astrofizikom Robertom Dickejem in njegovimi kolegi, ki so predlagali, da gre za fosilno sevanje prapoka. Za to odkritje sta Penzias in Wilson leta 1978 prejela Nobelovo nagrado.



Penzias & Wilson

Veliki pok



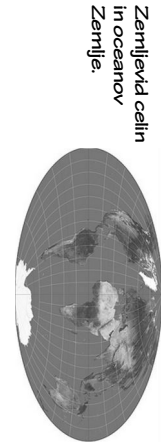
Fred Hoyle

Če se Vesolje širi, je nujno, da je bilo v začetku zelo gosto in zelo vroče. Astronom Fred Hoyle ni maral tega kozmološkega modela. Da bi se norčeval iz njega, ga je leta 1949 v oddaji BBC poimenoval Veliki pok (ali prapok). In to je ime, ki se je obdržalo!



G. Gamow

Eden prvih argumentov v prid prapoku je leta 1948 predlagal George Gamow s svojim študentom Ralfom Alpherjem. Pokazala sta, da se lahko helij devterij in litij tvorijo le pod ekstremnimi gostotnimi in temperaturnimi pogoji prapoka, v količinah, ki jih zdaj opazujemo v Vesolju.



Zemljevid celin in oceanov Zemlje.

Odgovori



Optična slika galaksije Andromede M31



Fluktuacije kozmičnega ozadja

Prevodi: Ulařine Novak
TULIMP Creative Commons



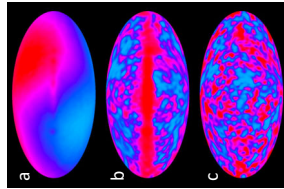
Če želite izvedeti več o tej seriji in temah, predstavljanih v tej knjizi, obiščite <http://www.tulimp.org>



Širjenje Vesolja

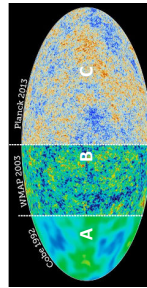
Kako so nastale galaksije? Pred sto leti se je o tem malo vedelo, niti to ali obstajajo galaksije poleg naše, Rimske ceste. Leta 1909 je Henrietta Leavitt dokazala, da je pri kefeidah – vrsti zvezd s spreminjivim izsevom – časovni interval med dvema zaporednima maksimumoma povezan z izsevom. Ko je leta 1925 Edwin Hubble identificiral kefeide v **spiralnih meglicah**, je zato lahko ocenil njihove razdalje in dokazal, da so zunaj Rimske ceste. Spiralne meglice se od takrat imenujejo **galaksije**.

Leta 1927 je Georges Lemaitre razumel, da je »beg« galaksijski posledica širjenja prostora. Leta 1929 je Hubble vzpostavil razmerje med razdaljo in hitrostjo oddaljitve galaksijski. To ključno razmerje, ki se je sprva imenovalo Hubbleov zakon, je bilo leta 2018 preimenovano v zakon Hubble-Lemaitre.

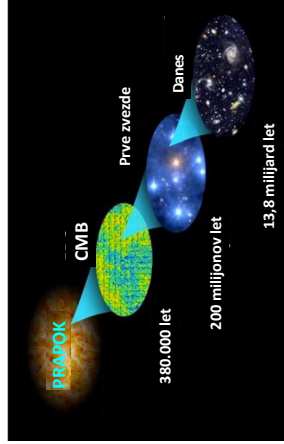


Zemljevid mikrovalovnega sevanja, pridobljen s satelitom COBE (a), po odštevanju notnega dela kozmičnega mikrovalovnega ozadja (CMB) (b); po korekciji celotnega učinka zaradi gibanja naše Galaksije glede na CMB, c; po odstranitvi

sevanja Rimske ceste in bližnjih galaksijski končno odkrijemo majhne fluktuacije CMB (1/100.000 amplitudne vrednosti). Torej stanje Vesolja med rekombinacijo. Mikrovalovno ozadje, ki ga je COBE opazil leta 1992 (A), WMAP leta 2003 (B) in satelit Planck, ki sta ga lansirala NASA in ESA leta 2013 (C).



Vsak satelit razkriva več podrobnosti.



Poenostavljena zgodovina Vesolja:

- V prvih minutah; prapok ter nastanek osnovnih delcev in sevanja.
- Po 380.000 letih; rekombinacija protonov in elektronov v vodikove atome.
- Po 200 milijonih let; nastanek prvih zvezd v prvih galaksijah in postopna reionizacija Vesolja.
- Končno, do danes; preobrazba galaksijskega spajanjem manjših galaksijskih

Primarne fluktuacije

Prasevanje iz prapoka, ki se je zaradi širjenja ohladilo na 3 Kelvine, je bilo oddano, koje bilo Vesolje še gosto in vroče, 380.000 let po prapoku. Takrat so Vesolje prečkali valovi, ki so pustili svoj pečat na kozmičnem mikrovalovnem ozadju. To so **primarne fluktuacije** – semena galaksijskega (glej stran 6).

Koje temperatura Vesolja padla pod 3000 K, so se protoni rekombinirali z elektroni in tvorili atome vodika. Statistični študij fluktuacij kažejo, da Vesolje vsebuje 5 % bariónov (snov, kot jo poznamo), 25 % **temne snovi** in 70 % **temne energije**. Prav tako kažejo, da Vesolje geometrijsko ni ukrivljeno in da je od prapoka minilo 13,8 milijard let.

* Glej TULIMP 10.

Vesolje je nekoliko podobno površini napihujočega se balona, na katerem bi bile narisane galaksije. Vsak opazovalec v kateri koli galaksiji ima vtis, da se vse druge galaksije oddaljujejo s hitrostjo, sorazmerno z njihovo oddaljenostjo. Leta 1915 je Vesto Slipher preučeval spektre spiralnih meglic in odkril, da večina izmed njih kaže rdeče premaknjene spektralne črte, kar kaže na to, da se oddaljujejo od Zemlje. * To je bil prvi dokaz – takrat še ne priznan – širjenja Vesolja (glej naeprotno stran).

