

SVEMIR KAO CRNA RUPA? - (II)

*Babić Ladislav
Varaždin*

Promatrajući svemir kao crnu rupu (u stanju ekspanzije!) dolazimo do neobičnih zaključaka o svojstvima ovako zamišljene vasiona. Razmotrit ćemo detaljnije predloženi model, utočniti ga, proračunati niz parametara ovakvog univerzuma ne libeći se pritom polemika sa nekim prethodnim vlastitim razmišljanjima. Osnovne crte našeg modela su:

a)

Svemir konstantne energije (s nabojem i momentom impulsa jednakim nuli) predstavlja u svakom trenutku schwartschildovsku ekspandirajuću crnu jamu.

b)

Brzina svjetlosti u ovom svemiru ovisi o njegovu radiusu odnosno gustoći:

$$c(R) := \text{konst} \cdot R^{-0.25} \quad (1)$$

$$c(\rho) := \text{konst1} \cdot \rho(R)^{0.1} \quad (2)$$

c)

Masa vasiona ekspanzijom raste. Definiramo li faktor (I) kao omjer polumjera vasiona u dva stadija širenja,

$$I := \frac{R2}{R1} \quad (3)$$

možemo pisati:

$$M2 := M1 \cdot \sqrt{I} \quad (4)$$

d)

Posljedično, gustoća kozmosa ovisi o njegovu radiusu kao:

$$\rho(R) := \text{const} \cdot R^{-2.5} \quad (5)$$

$$\rho2 := \rho1 \cdot I^{-2.5} \quad (5a)$$

Na temelju ovih relacija možemo naći odnose bilo kojih fizikalnih veličina u dva razna stanja vasiona, karakterizirana svojim radiusom (u PRILOGU je dano pedesetak relacija za neke bitnije fizikalne veličine). Za sada ćemo smatrati da ovakvi odnosi važe općenito, iako ih u praksi ne možemo primijeniti na vezane sisteme (recimo, gravitaciono - poput galaksija ili zvijezda) koji mogu imati svoje, nezavisne od kozmologije, zakone evolucije. Tako ni ranija primjedba o kozmološkoj promjeni mase Sunca, vjerojatno ne stoji. Iz navedenih formula proizlaze neki zaključci:

1)

U "našoj" vasioni ne održava se impuls na kozmološkoj skali vremena (ali se, na pr., moment sile ne mijenja).

$$p_2 := p_1 \cdot l^{\frac{1}{4}} \quad (6)$$

2)

Sile među "česticama" slabe.

$$F_2 := F_1 \cdot l^{-1} \quad (7)$$

3)

Temperatura svemira se smanjuje.

$$T_2 := T_1 \cdot l^{-\frac{3}{4}} \quad (8)$$

4)

Entropija vasiona raste.

$$S_2 := S_1 \cdot l^{\frac{3}{4}} \quad (9)$$

5)

Frekvencija zračenja opada,

$$\tau_2 := \tau_1 \cdot l^{-\frac{5}{4}} \quad (10)$$

nasuprot našoj pretpostavci o njoj nepromjenljivosti. Relativna promjena (x_τ) frekvencije je,

$$x_\tau := \frac{d\tau}{\tau} \quad (11)$$

$$x_\tau := -\frac{5}{4} \cdot \frac{dR}{R} \quad (11a)$$

dok je relativna promjena valne duljine (x_λ) četiri puta veća od one iz prethodnog članka,

$$x_\lambda := \frac{d\lambda}{\lambda} \quad (12)$$

$$x_\lambda := \frac{dR}{R} \quad (12a)$$

što ništa bitno ne mijenja od tada rečenog.

6)
Električna svojstva vakuuma se ne mijenjaju,

$$\epsilon_2 := \epsilon_1 \quad (13)$$

za razliku od magnetskih:

$$\mu_2 := \mu_1 \cdot \sqrt{1} \quad (14)$$

7)
Ovo dovodi do slabljenja električnog

$$E_2 := E_1 \cdot 1^{-\frac{3}{2}} \quad (15)$$

8)
i magnetskog polja u vakuumu:

$$H_2 := H_1 \cdot 1^{-\frac{7}{4}} \quad (16)$$

9)
Električni naboj se ekspanzijom povećava po istom zakonu kao i masa

$$Q_2 := Q_1 \cdot \sqrt{1} \quad (17)$$

(doduše, ukupni naboj vasiona i dalje je nula),

10)
dok se ukupna energija elektromagnetskog polja održava, što nas tjera da tražimo drugčiji mehanizam promjene mase od pretpostavljenog (promjene energije elektromagnetskog polja vakuuma).

11)
Gustoća energije zračenja izražena kao ekvivalentna gustoća mase (u kg/m³) mijenja se drugčije no gustoća tvari (materije).

$$\rho_z^2 := \rho_z^1 \cdot 1^{-\frac{7}{2}} \quad (18)$$

12)
Pokazuje se da u našem modelu svemira neke važne fizikalne konstante (Stefan-Boltzmanova, Planckova, Planckove fundamentalne konstante, Boltzmanova,...) ne opravdavaju to ime na kozmološkoj vremenskoj skali, za razliku od bezdimenzionalnih odnosa poput konstante fine strukture (a), omjera gravitacione i elektromagnetske sile za proton, odnosa masa protona i elektrona, ali i specifičnog naboja elektrona, ionizacionog potencijala vodika za $m_p = A$ (13.6 eV - što upućuje da se građa tvari ne mijenja širenjem svemira) i gravitacione konstante. Ovakvo vladanje konstante fine strukture u skladu je sa zaključcima koji su dobijeni proučavanjem fine strukture cijepanja spektralnih linija kvazara i radio galaksija (Bahcall, Sergent, Schmidt) te Dysonovom usporedbom b-raspada Renija 187 u prošlosti (po geološkim podacima) i danas. Dicke daje na temelju eksperimenata tipa Eotvosevog, dokaz o prostornoj nepromjenljivosti a.

Ovisi li gravitaciona konstanta o vremenu?

Poseban slučaj među fizikalnim konstantama predstavlja gravitaciona konstanta (G). Vodeći računa o kozmološkoj transformaciji sile (7), možemo ovako pisati Newtonov zakon gravitacije:

$$F_{\text{ww}} := -\frac{R1}{R2} \cdot G \frac{M1 \cdot m1}{r1^2} \quad (19)$$

Ovo nas može uputiti na slijedeću interpretaciju (unatoč toga što smo model sačinili uz pretpostavku vremenske neovisnosti G-a): mase i udaljenosti u vasioni se ne mijenjaju, ali je gravitaciona konstanta podložna vremenskoj promjeni:

$$G2 := G1 \cdot t^{-1} \quad (20)$$

Prvi je ideju o vremenskoj ovisnosti konstante gravitacije iskazao P.Dirac. Prema njemu, uz prethodnu oznaku

$$dG = \frac{dG}{dt} \cdot dt = \frac{dG}{G} \cdot dt$$

valja slijedeći izraz:

$$\delta G := -3 \cdot H \quad (21) \quad H - \text{Hubbleova konstanta}$$

Našu relaciju (20) možemo, za diferencijalnu promjenu radiusa svemira pisati:

$$\frac{G + dG}{G} = \frac{R}{R + dR} \quad (20a)$$

$$1 + \frac{dG}{G} = \frac{1}{1 + \frac{dR}{R}} \quad (20b)$$

Nakon razvoja desne strane u red po dR/R i diobom sa dt se dobije:

$$\delta G := -\frac{\left(\frac{d}{dt} R\right)}{R} \quad (20c)$$

Kako je širenje univerzuma podvrgnuto tzv. Hubbleovom zakonu,

$$v := R \cdot H \quad (22)$$

to smjena iz (22) u (20c) daje,

$$\delta G := -H \quad (20d)$$

daklem, tri puta manje od Diracove vrijednosti (što uz vrijednost Hubbleove konstante $H=75 \text{ km}/(\text{s} \cdot \text{Mpc})$ iznosi:

$$\delta G = -7.67 \times 10^{-11} \cdot \text{god}^{-1}$$

Napomenimo da radiolokaciona mjerenja orbita unutrašnjih planeta postavljaju na izmjenu gravitacione konstante ograničenje:

$$dG = (0 \pm 4) \cdot 10^{-10} \text{ god}^{-1} \quad (23)$$

Iz niza razloga međutim, ne prihvaćamo vremensku promjenu G-a. Navest ćemo tri:

1)

To bi uzrokovalo (u našoj teoriji) prebrzu promjenu brzine svjetlosti: $c_2 = c_1 / I^{0.5}$, valne duljine zračenja: $\lambda_2 = \lambda_1 \cdot I^2$ i mase svemira: $M_2 = M_1 \cdot I$, neusklađenu sa stvarnošću. (Promjene u našim formulama dobili bismo smjenom $R \rightarrow R/G$)

2)

Kako se sjaj Sunca (koji je proporcionalan sa $G^{7.8}$) nije - prema geološkim podacima - bitnije mijenjao u zadnje tri milijarde godina, to ukazuje da se ni G nije moglo znatnije mijenjati sa starošću svemira.

3)

Navedena radiolokaciona mjerenja ukazuju da se G ne mijenja.

Parametri modela "crna rupa"

Vraćamo se razradi našeg kozmološkog modela. Od bitnih parametara koji karakteriziraju kozmološke teorije, moramo odrediti tzv. parametar usporenja (R_{tt} - druga derivacija radiusa po vremenu):

$$q := -\frac{R_{tt}}{R \cdot H^2} \quad (24)$$

i parametar gustoće (omjer srednje gustoće svemira prema kritičnoj gustoći):

$$\Omega := \frac{\rho(R)}{\rho_H} \quad (25)$$

Iz relacije za kozmološku brzinu,

$$v^2 := v_1 \cdot I^{-\frac{1}{4}} \quad (26)$$

prilagodimo li je za diferencijalnu promjenu polumjera svemira, te nakon razvoja u red po dR/R dobijamo:

$$v_t := -\frac{1}{4} \cdot \frac{R_t}{R} \cdot v \quad (27) \quad v_t, R_t - \text{derivacije po vremenu}$$

Korišćenjem Hubbleovog zakona (22) to se svodi na:

$$R_{tt} := -\frac{1}{4} \cdot R \cdot H^2 \quad (28)$$

Usporedbom (28) sa (24) izlazi parametar usporenja za kozmološki model "crna rupa":

$$q := \frac{1}{4} \quad (29)$$

Korišćenjem formula (5) (za gustoću materije) i (7) prethodnog članka, uz relaciju $c=R \cdot H$, dobijamo parametar gustoće:

$$\Omega := \frac{4 \cdot \pi}{3 \cdot k \cdot q} \quad (30)$$

$$\Omega = 0.849 \quad (30a) \quad \text{hipersferni model}$$

za hipersferni ($k=2p^2$) model svemira (kakav smo pretpostavili), odnosno za sferni model ($k=4p/3$),

$$\Omega = 4 > 1 \quad (30b) \quad \text{sferni model}$$

što očito ne odgovara posmatračkim podacima. Kako je u oba slučaja W različito od q slijedi da Einsteinov kozmološki, tzv. Λ -član ("moja najveća pogreška u životu") za naš model nije jednak nuli ($\Lambda = 3 \cdot H^2 \cdot (W - q) / c^2 > 0$), što odgovara postojanju hipotetičnih, odbojnih sila proporcionalnih rastojanju među interreagirajućim tijelima. U oba slučaja radi se o "zatvorenoj vasioni pozitivne zakrivljenosti koja se vječno širi - što je već sadržano u našoj ishodišnoj pretpostavci šireće "crne rupe". Današnja gustoća svemirske materije morala bi prema tome, nakon konkretizacije gornjih parametara, biti:

$$\rho(R) = 8.985 \cdot 10^{-27} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad (31)$$

Vremenska promjena Hubbleove konstante

Kao što je poznato, Hubbleova konstanta se u stvari sporo mijenja sa vremenom. Kako to izgleda za "našu" vasionu? Derivacijom Hubbleova zakona (22) po vremenu,

$$R_{tt} = R_t \cdot H + R \cdot H_t \quad R_{tt}, R_t, H_t - \text{derivacije po vremenu}$$

uz korišćenje izraza (24), slijedi:

$$H_t := -(q + 1) \cdot H^2 \quad (32)$$

odnosno,

$$H_t := -\frac{5}{4} \cdot H^2 \quad (32a)$$

ili

$$H_t = -7.19 \cdot 10^{-9} \cdot \left(\frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}} \right) \left(\frac{\text{god}}{\text{god}} \right)$$

Kako H ovisi o starosti vasione? Integriranjem relacije dobijene iz (32)

$$\frac{dH}{H^2} = -(q+1) \cdot dt \quad (32b)$$

dobijamo,

$$T1 - T2 = \left(\frac{1}{q+1} \right) \cdot \left(\frac{1}{H1} - \frac{1}{H2} \right) \quad (32c)$$

odakle slijedi za starost univerzuma:

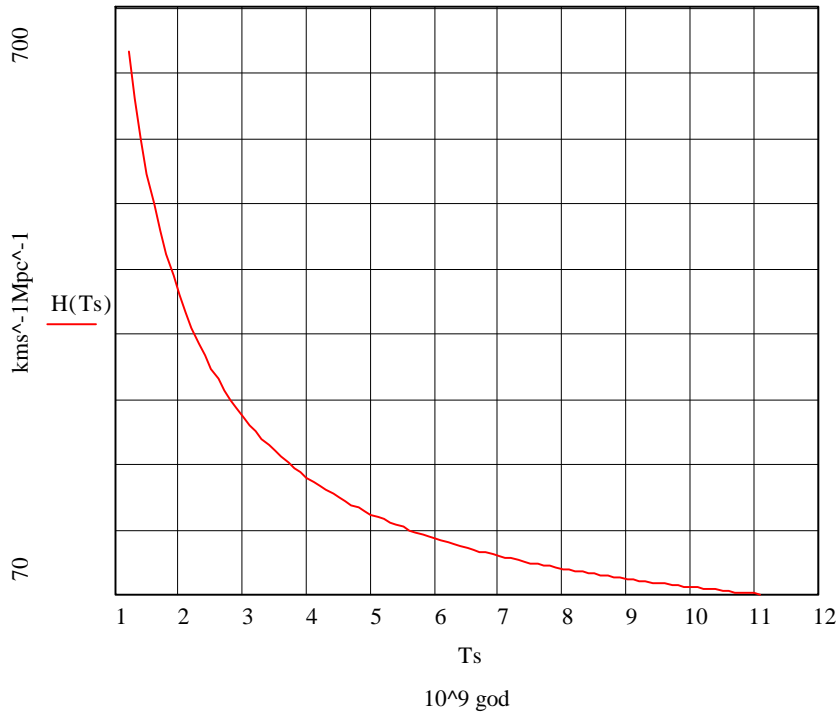
$$T_s := \frac{1}{q+1} \cdot \frac{1}{H} \quad (33) \quad T_H := \frac{1}{H} \quad \text{Hubbleovsko vrijeme}$$

$$T_s := \frac{4}{5} \cdot T_H \quad (33a)$$

Sada možemo poboljšati našu (približnu) početnu pretpostavku o starosti kozmosa. Uz nama korišćenu vrijednost Hubbleove konstante ona iznosi:

$$T_s = 1.043 \times 10^{10} \cdot \text{god} \quad (33b)$$

Vremensku zavisnost "konstante" H možemo grafički prikazati:



Zavisnost Hubbleove konstante o starosti svemira

Odsječak apscise predstavlja milijardu godina.

SLIKA 1

Na primjer, 400 milijuna godina nakon velikog praska vrijednost Hubbleove konstante iznosila je,

$$H(0.4) = 1.956 \times 10^3 \cdot \text{km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$$

dok će za milijardu godina biti:

$$H(11.4) = 68.619 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$$

Zavisnost radiusa svemira o njegovoj starosti

Relacije (5) i (18) koje prikazuju zavisnost gustoće tvari, odnosno ekvivalentne gustoće zračenja, možemo zamijeniti jednom:

$$\begin{aligned} n &:= 5 && \text{prevladava tvar} \\ n &:= 7 && \text{prevladava zračenje} \\ \rho(R) &:= \text{const} \cdot R^{-\frac{n}{2}} \end{aligned} \quad (34)$$

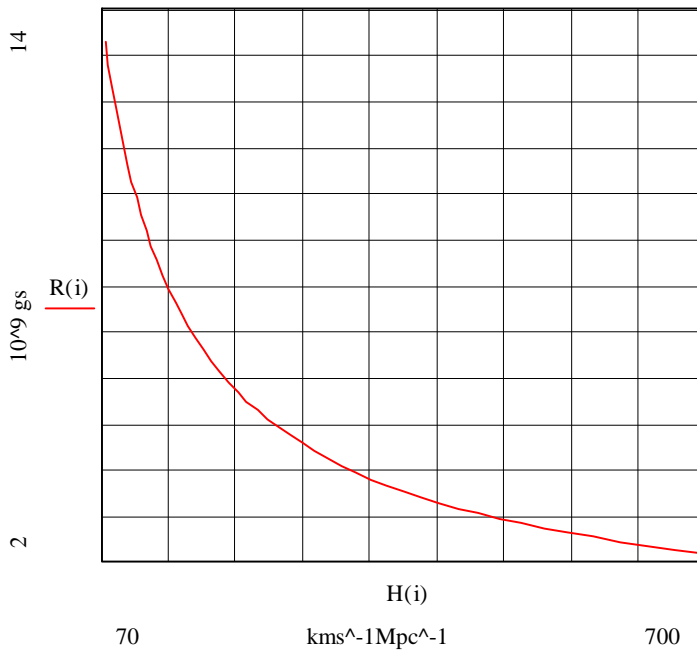
Ukupna srednja gustoća vasione je inače $r = r_t + r_z$. Kako formulu (5) iz prvog članka možemo još pisati,

$$\rho(H) := \frac{H^2}{2 \cdot k \cdot G} \quad (35)$$

to izjednačavanje (34) i (35) daje:

$$R(H) := \text{konst} \cdot H^{\frac{4}{n}} \quad (36)$$

Grafički, zavisnost radiusa svemira o Hubbleovoj konstanti izgleda (kad prevladava tvar):



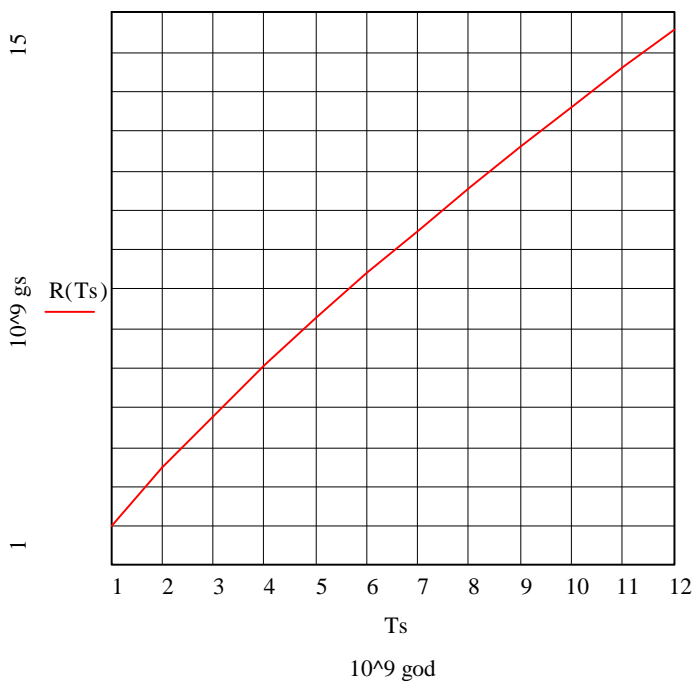
Zavisnost radiusa vasione o Hubbleovoj konstanti

SLIKA 2

Korišćenjem formula (33) i (36) dobija se:

$$R(T_s) := [(q + 1) \cdot \text{konst}]^{\frac{4}{n}} \cdot T_s^{\frac{4}{n}} \quad (37)$$

što grafički izgleda (kad prevladava tvar):



Zavisnost radiusa svemira od njegove starosti

Odsječak apscise predstavlja milijardu godina.

SLIKA 3

Slijedeća tablica ilustrira istu stvar:

Ts =	$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}$	$R(Ts) \cdot 10^{-9} \cdot \text{gs}^{-1} =$	$\begin{pmatrix} 1.997 \\ 3.477 \\ 4.809 \\ 6.053 \\ 7.237 \\ 8.373 \\ 9.472 \\ 10.54 \\ 11.581 \\ 12.6 \\ 13.598 \\ 14.578 \end{pmatrix}$
------	---	--	--

Zavisnost radiusa svemira od njegove starosti

TABLICA

Iz odnosa (37) sada lako izlazi:

$$Ts(R) := [(q + 1) \cdot \text{konst}]^{-1} \cdot R^{\frac{n}{4}} \quad (38)$$

Reliktno zračenje

Kada se prilikom širenja svemira, kod T=4000K zračenje odvaja od materije (kraj toplinske ravnoteže zračenja i tvari), vasiona je postala praktički prozračna za ovo Planckovsko, reliktno zračenje, koje se širenjem kozmosa ohladilo na današnjih 2.7K. Kada je došlo do kraja toplinske ravnoteže? Prijelaz u relaciji (8) (i u svim relacijama PRILOGA) sa radiusa na starost svemira ostvaruje se smjenom

$$ts := \frac{T_{s2}}{T_{s1}} \quad | \rightarrow ts^{(4/n)}$$

Prema tome,

$$T_2 := T_1 \cdot ts^{-\frac{3}{n}} \quad (39) \quad T_1, T_2 - \text{temperature}$$

Daklem pojednostavljeno, za n=5 (iako su sada gustoće zračenja i tvari istog reda) Ts2=54000 godina, što se slaže sa proračunima Dickea i drugova (Ts= reda 10^5 godina). Pitanje možemo i ovako formulirati: u kojem trenutku historije vasiona je gustoća tvari postala jednaka ekvivalentnoj gustoći zračenja (r=rz)? Uz današnje vrijednosti (približno),

$$\rho_m := 10^{-27} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \rho_z := 10^{-30} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

te pojednostavljenu pretpostavku $n=(5+7)/2=6$ dobija se $T_{s2}=3.29 \cdot 10^5$ godina, što je jednako geometrijskoj sredini starosti svemira za $n=5$ ($1.85 \cdot 10^6$ godina) i $n=7$ ($5.85 \cdot 10^4$ godina).

Gustoća svemira u ranoj fazi razvoja

Polazeći od procjene današnje srednje gustoće vasiona (31), sada možemo mnogo točnije no prije procijeniti njenu gustoću, recimo 1 sekundu nakon početka "velikog vatrometa". Vodeći računa kako je tada prevladavalo zračenje a danas materija, slijedi (uz zadane vrijednosti),

$$\rho_1 := 2.25 \cdot 10^{-27} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \qquad T_{s1} := 10.4 \cdot 10^9 \cdot \text{god} \qquad T_{s2} := 1 \cdot \text{s}$$

$$\rho_2 := \rho_1 \cdot \left(\frac{T_{s1}}{T_{s2}} \right)^2 \qquad (40)$$

$$\rho_2 = 2.424 \times 10^8 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \qquad (40a)$$

sasvim u skladu sa predviđanjima "standardnog modela".

Asimetrija materija - antimaterija

Početni udio viška materije nad antimaterijom u sastavu svemira, u našem se modelu relativno brzo povećava. Dok je u početku (recimo, 1 sekundu nakon nastanka) pola-pola antimaterije i materije (s blagom prevagom posljednje), danas možemo sadržaj antimaterije, uslijed proteklih anihilacija, smatrati ništavnim. Do danas ($T_s=10.4 \cdot 10^9$ godina) taj se "višak" materije povećao

$$\frac{M_1}{dM} = (T_{s1}/T_{s2})^{0.4} = 10^7 \text{ puta}$$

i čini osnovni građevni element univerzuma.

Zaključak

Prema našem modelu "ekspandirajuće crne rupe", svemir predstavlja schwartschildovsku (ukupni naboj i moment impulsa = 0) šireću crnu jamu. Radi se o "zatvorenom svemiru" pozitivne zakrivljenosti (s $q=0.25$ i $W=0.85$) i pozitivne kozmološke konstante, koji se vječno širi. Ovakvi modeli (s l različito od nula - poput statičkog de Sitterovog ili Lemaitreovog) danas nisu popularni - djelomično zbog Einsteinovog zahtjeva "elegančnosti i logičke jednostavnosti teorije" a djelimice zbog toga što nudeći neke odgovore otvaraju možda još više pitanja. Također, nesumnjivi su uspjesi "standardnog" i inflacionog modela. Posebnu teškoću predstavlja problem kozmološkog neočuvanja impulsa kao i pitanje: odakle se uzima energija potrebna za povećanje mase svemira (iz golemog rezervoara energije vakuuma)? To je nesumnjivo povezano s pitanjem postojanja odbojnih sila koje sugerira kozmološki član. Predstavlja li možda naš svemir "bijelu rupu" koja reciklirajući "odpatke" sa kozmičkog "smetlišta" - s nama povezanom kolapsirajućom vasionom "crnom rupom" - iste pretvara u građevni materijal ovog univerzuma? Ili, poetičnije: jeli majka Gea rodila svoju djecu oplodena Uranom s "onog" svijeta?

LITERATURA:

Babić L. - "Svemir kao crna rupa?" - (I)

Ivanović M. Dragiša - "O teoriji relativnosti"

Lang R. Keneth - "Astrophysical formulae" (ruski prijevod)

Misner C.W., Thorne K.S., Wheeler J.A. - "Gravitation" (ruski prijevod)

Grupa autora (pod redakcijom S.B Pikeljnera) - "Fizika kozmosa" (rusko izdanje)

Weinberg S. - "Prve tri minute" (ruski prijevod)

PRILOG

"Svemir kao crna rupa?" - (I):

$$l_2 := \frac{R_2}{R_1} \quad (1)$$

$$c_2(R) := \text{konst} \cdot R^{-0.25} \quad (2) \quad c_2 := c_1 \cdot l^{-0.25}$$

$$\rho_2(R) := \text{const} \cdot R^{-2.5} \quad (3) \quad \rho_2 := \rho_1 \cdot l^{-2.5}$$

$$m_2 := m_1 \cdot \sqrt{l} \quad (4)$$

$$c_2(R) := \text{konst}_1 \cdot \rho(R)^{0.1} \quad (5)$$

"Svemir kao crna rupa?" - (II)

Niže je dana kozmološka transformacija nekih najznačajnijih fizikalnih izraza. Pored nekih izraza navedene su i formule koje se mogu koristiti za izvođenje odgovarajuće transformacije.

Mehanika:

$$r_2 := r_1 \cdot l \quad (6) \quad \text{duljina} \quad E_{p1}(\text{grav}) = E_{p2}(\text{grav})$$

$$T_2 := T_1 \cdot l^{\frac{5}{4}} \quad (7) \quad \text{vrijeme} \quad c = l/T$$

$$\tau_2 := \tau_1 \cdot l^{-\frac{5}{4}} \quad (8) \quad \text{frekvencija} \quad t = 1/T$$

$$p_2 := p_1 \cdot l^{\frac{1}{4}} \quad (9) \quad \text{impuls} \quad p = E/c$$

$$a_2 := a_1 \cdot l^{-\frac{3}{2}} \quad (10) \quad \text{akceleracija} \quad v = a \cdot t$$

$$F_2 := F_1 \cdot l^{-1} \quad (11) \quad \text{sila}$$

$$L_2 := L_1 \cdot l^{\frac{5}{4}} \quad (12) \quad \text{moment impulsa}$$

$$M_2 := M_1 \quad (13) \quad \text{moment sile}$$

$$p_2 := p_1 \cdot l^{-3} \quad (14) \text{ tlak}$$

$$P_2 := P_1 \cdot l^{-\frac{5}{4}} \quad (15) \text{ snaga}$$

$$E_2 := E_1 \quad (16) \text{ energija}$$

$$w_2 := w_1 \cdot l^{-3} \quad (17) \text{ gustoća energije}$$

Elektricitet i magnetizam:

$$Q_2 := Q_1 \cdot \sqrt{l} \quad (18) \text{ el. naboj iz Bohrova radiusa}$$

$$E_2 := E_1 \cdot l^{-\frac{3}{2}} \quad (19) \text{ jakost el. polja } E=F/Q$$

$$I_2 := I_1 \cdot l^{-\frac{3}{4}} \quad (20) \text{ jakost struje } I=Q/t$$

$$U_2 := U_1 \cdot l^{-\frac{1}{2}} \quad (21) \text{ el. napon i potencijal } U=W/Q$$

$$\epsilon_0 := \epsilon_0 \quad (22) \text{ diel. konst. vakuuma } F=Q^2/(4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r^2)$$

$$\mu_0 := \mu_0 \cdot \sqrt{l} \quad (23) \text{ mag. permeabilnost vakuuma } c^2 \cdot \epsilon_0 \cdot \mu_0 = 1$$

$$H_2 := H_1 \cdot l^{-\frac{7}{4}} \quad (24) \text{ jakost mag. polja } \mu_0 \cdot H^2 = \epsilon_0 \cdot E^2$$

$$B_2 := B_1 \cdot l^{-\frac{5}{4}} \quad (25) \text{ mag. indukcija } B=m \cdot H$$

$$\varphi_2 := \varphi_1 \cdot l^{-\frac{1}{4}} \quad (26) \text{ mag. tok } f=B \cdot S$$

$$\mu_2 := \mu_1 \cdot l^{-\frac{5}{4}} \quad (27) \text{ mag. moment iz Bohrova magnetona}$$

Zračenje i fotometrija:

$$Sp_2 := Sp_1 \cdot l^{-\frac{13}{4}} \quad (28) \quad \text{Poyntingov vektor} \quad S=E \cdot H$$

$$\varphi_{s2} := \varphi_{s1} \cdot l^{-\frac{5}{4}} \quad (29) \quad \text{svjetlosni tok}$$

$$Is_2 := Is_1 \cdot l^{-\frac{5}{4}} \quad (30) \quad \text{jakost izvora svj.} \quad I=f/W$$

$$Er_2 := Er_1 \cdot l^{-\frac{13}{4}} \quad (31) \quad \text{rasvjeta} \quad E=f/S$$

$$Re_2 := Re_1 \cdot l^{-\frac{13}{4}} \quad (32) \quad \text{emitancija} \quad R=f/S$$

$$B_2 := B_1 \cdot l^{-\frac{13}{4}} \quad (33) \quad \text{bljesak} \quad B=I/S$$

$$L_2 := L_1 \cdot l^{-\frac{5}{4}} \quad (34) \quad \text{sjaj} \quad L=E/t$$

$$\rho_{z2} := \rho_{z1} \cdot l^{-\frac{7}{2}} \quad (35) \quad \text{gust.en.zračenja} - u \text{ kg/m}^3$$

Termodinamika:

$$T_2 := T_1 \cdot l^{-\frac{3}{4}} \quad (36) \quad \text{temperatura} \quad L=4 \cdot p \cdot R^2 \cdot s \cdot T^4 \quad i \quad [L]=[J/s]$$

$$S_2 := S_1 \cdot l^{\frac{3}{4}} \quad (37) \quad \text{entropija} \quad dS=dQ/T$$

Fizikalne konstante i "konstante":

$$\sigma_2 := \sigma_1 \cdot l^{-\frac{1}{4}} \quad (38) \quad \text{Stefan-Boltzmanova konstanta}$$

$$k_B_2 := k_B_1 \cdot l^{\frac{3}{4}} \quad (39) \quad \text{Boltzmanova konstanta} \quad E=k \cdot T$$

$$h_p_2 := h_p_1 \cdot l^{\frac{5}{4}} \quad (40) \quad \text{Planckova konstanta}$$

$$G_2 := G_1 \quad \text{gravitaciona konstanta}$$

$$\alpha_2 := \alpha_1 \quad \text{konstanta fine strukture}$$

$$R_Y_2 := R_Y \quad \text{ionizacioni potencijal vodika pri } m_p=A_e \quad (41)$$

$$\beta_2 := \beta_1 \quad \text{odnos mase elektrona i mase protona}$$

$$\Gamma_2 := \Gamma_1 \quad \text{odnos grav. i el-mag. sila za proton}$$

$$\delta_2 := \delta_1 \quad \text{specifični naboj elektrona}$$

Fundamentalne Planckove konstante L_p, T_p, M_p i r_M mijenjaju se poput odgovarajućih fizikalnih veličina.

Kozmologija:

$$H_2 := H_1 \cdot l^{-\frac{5}{4}} \quad (42) \quad \text{Hubbleova konstanta}$$

$$q_2 := q_1 \quad (43) \quad \text{parametar usporenja}$$

$$\Omega_2 := \Omega_1 \quad (44) \quad \text{parametar gustoće}$$

Definicije jedinica i konstanti:

$$\begin{aligned}
 s &\equiv 1T & m &\equiv 1L & kg &\equiv 1M & C &\equiv 1Q & K &\equiv 1T \\
 km &\equiv 1000m & A &\equiv \frac{C}{s} \\
 \text{Farad} &\equiv \frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^2} & \text{god} &\equiv 3.156 \cdot 10^7 \cdot s & N &\equiv kg \cdot m \cdot s^{-2} & J &\equiv kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} \\
 \text{Henri} &\equiv \frac{s^2}{\text{Farad}} & W &\equiv J \cdot s^{-1} & eV &\equiv 1.6019 \cdot 10^{-19} \cdot J & gs &\equiv 9.467 \cdot 10^{15} \cdot m \\
 Mgs &\equiv 10^6 \cdot gs & Mpc &\equiv 3.086 \cdot 10^{22} \cdot m & Msun &\equiv 2 \cdot 10^{30} \cdot kg & c &\equiv 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{m}{s} \\
 \epsilon_0 &\equiv 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{\text{Farad}}{m} & \mu_0 &\equiv 1.26 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\text{Henri}}{m} & G &\equiv 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot N \cdot m^2 \cdot kg^{-2} \\
 \sigma &\equiv 5.6696 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{W}{m^2 \cdot K^4} & kB &\equiv 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{J}{K} & \alpha &\equiv 0.0729735 \\
 M &:= 8.303 \cdot 10^{52} \cdot kg & E &:= 7.473 \cdot 10^{69} \cdot J & R_{\odot} &:= 13 \cdot 10^9 \cdot gs \\
 \text{konst} &:= (2 \cdot G \cdot E)^{0.25} & \text{konst1} &:= (16 \cdot \pi^2 \cdot E^2 \cdot G^3)^{0.1} & \rho_H &:= 1.057 \cdot 10^{-26} \cdot \frac{kg}{m^3} \\
 k &:= 2 \cdot \pi^2 & \Gamma_1 &\equiv 8.1 \cdot 10^{-37} & \beta &\equiv 5.4463 \cdot 10^{-4} & hp &\equiv 6.626 \cdot 10^{-24} \cdot J \cdot s \\
 a_1 &:= 1 & \rho_1 &:= 1 & F_1 &:= 1 & H_{m1} &:= 1 & B_1 &:= 1 & h &:= 1 & \epsilon_{01} &:= \epsilon_0 \\
 \tau_1 &:= 1 & H_{\odot} &:= 75 \cdot km \cdot s^{-1} \cdot Mpc^{-1} & p_1 &:= 1 & L_1 &:= 1 & M_1 &:= M & H_{11} &:= H \\
 pt_1 &:= 1 & P_1 &:= 1 & E_1 &:= E & w_1 &:= 1 & Q_1 &:= 1 & I_{11} &:= 1 & U_1 &:= 1 \\
 \mu_{01} &:= \mu_0 & \alpha_1 &:= \alpha & \beta_1 &:= \beta & hp_1 &:= 1 & Te_1 &:= 1 & v_1 &:= 1 \cdot m \cdot s^{-1} \\
 Ee_1 &:= 1 & \mu_1 &\equiv 9.274 \cdot 10^{-24} \cdot A \cdot m & q_1 &:= 0.25 & \Omega_1 &:= 0.25 & G_1 &:= G \\
 S_1 &:= 1 & \delta_1 &\equiv 1.7588 \cdot 10^{11} \cdot C \cdot kg^{-1} & RY &\equiv 13.6 \cdot eV & R_{tt} &:= 1 \cdot m \cdot s^{-2} & R_t &:= 1 \cdot m \cdot s^{-1} \\
 H_2 &:= H & Ts_1 &:= 10.4 \cdot 10^9 \cdot god & T_2 &:= Ts_1 & Ts_2 &:= Ts_1 & T_1 &:= Ts_1 \\
 r_1 &:= R & R_1 &:= R & R_2 &:= R & h' &\equiv \frac{hp}{2 \cdot \pi} & m_1 &:= M & c_1 &:= c \\
 \text{const} &:= \frac{\text{konst}^2}{2 \cdot k \cdot G} & \phi_1 &:= 1 & Sp_1 &:= 1 & \phi s_1 &:= 1 & Is_1 &:= 1 & Er_1 &:= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{Re1} := 1 & \text{Bm1} := 1 & \sigma1 := \sigma & \text{kB1} := \text{kB} & \text{RY1} := \text{RY} & & \\
 \lambda := 1 & \tau := 1 & \text{d}\lambda := 1 & \text{d}\tau := 1 & \text{d}t := 1 & \text{t} := 1 & \text{dR} := 1 \\
 \rho z1 := 10^{-30} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} & & \rho z2 := \rho z1 & & & &
 \end{array}$$

UNIVERSE AS A BLACK HOLE

Universe is considered as an expanding black hole with growing mass and with the set of changing physical "constants", including the speed of light. Work was written in the year 1996 in program MathCad 2.50.