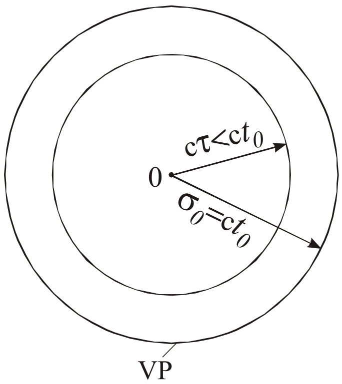
NAŠE VESOLJE KOT VELIKA ČRNA LUKNJA.

Beno Pehani, Ljubljana, Vidmarjeva 8 / beno.pehani@fe.uni-lj.si

UVOD: Naše vidno Vesolje predstavljajo nebesna telesa iz vidne mase, ki jih vidimo na različnih razdaljah $\sigma = \sigma_i$, ko se zazremo v nebo. Kot opazovalec Vesolja, vidimo to Vesolje kot prostornino krogle (oziroma polkrogle), ki se razprostira okoli nas, oziroma nad nami. V to kroglo lahko postavimo krogelni koordinatni sistem s koordinatami σ, φ, θ (= polmer, azimut in elevacija) s središčem pri opazovalcu O. Presek vidnega Vesolja (VDV) skozi to središče O pri θ = konst kaže slika 1. Na oddaljenosti (polmeru) $\sigma = \sigma_o > \sigma_i$ omejuje VDV neprozorna krogelna površina iz katere prihaja do nas t.i. kozmološko mikrovalovno sevanje CMR (cosmic microvawe radiation) Nehomogenost tega sevanja je # 10^{-5}.



Slika 1: Prerez skozi opazovalcu O vidni del Vesolja ob $t = t_o$, θ = konst.

Domnevajo pa, da obstaja v Vesolju poleg vidne mase tudi nevidna masa. To je masa, ki ima vse lastnosti vidne mase (težo in vstrajnost), le da ne seva in ne odbija svetlobe. V nekem smislu je to za zunanjega opazovalca tudi masa črne luknje.

Toda vrnimo se k nebesnim telesom iz vidne mase. Ko ta telesa opazujemo v trenutku $t = t_o$ se ne nahajajo več tam, kjer jih vidimo. Tam, kjer jih vidimo, so se nahajala v času $\tau_i = \sigma_i /c = t_o - t_i$, pred trenutkom t_o . Pogled v nebo je zato **pogled v zgodovino** Vesolja in to tem bolj daljno, čim večja je oddaljenost σ_i nebesnih teles od nas. Pri tem pa sta oddaljenost σ_i in čas t_i med seboj tesno povezana konstanto c, ki predstavlja svetlobno hitrost. Ta konstanta pa ne predstavlja samo hitrosti svetlobe, ki je povezana s prenosom energije. Zasledimo jo tudi v Maxwellovih enačbah in na splošno predstavlja hitrost s katero se prostor pri opazovalcu O prilagaja v vseh pogledih, tudi gravitacijsko, na stalno prerazporejanje energije v Vesolju.

Po Einsteinu, očetu relativnostne teorije, je svetlobna hitrost hitrost elektromagnetnih energetskih sprememb v naravi. Hitreje od te hitrosti se ne more gibati tudi nobeno telo z mirovno maso m. c je stalnica energije, značilna za njo ne glede na to, kje se ta energija nahaja. Torej je **neodvisna od kraja in časa**.

Ker ima c končno vrednost ($c - 3.10^8$ m/s), je gibalna energija $K = mv^2/2$ mirovne mase m omejena na $mc^2/2$. Seštevanje hitrosti zato **ni linearno**, razen pri hitrostih v « c [1.)].

Glede na vse ugotovljeno se zastavlja opazovalcu O iz mirovne mase m_o zanimivo vprašanje: **kaj je zanj realnost** ? Je to, a.) kar v danem trenutku t_o vidi (= vidni del Vesolja iz mase: VDV), ali pa je to b.) razporeditev mase M v Vesolju (RMV), ki pojasnjuje to, kar v tem trenutku vidi? Če je to, kar vidi, tudi to kar občuti, je zanj nedvomno realna slika VDV, RMV pa je le model, ki mu pomaga to, kar vidi tudi razumeti. Poleg tega RMV pomaga tudi pri izračunih.

Različni veliki možje v preteklosti so si predstavljali VDV zelo različno. Newton, za katerega je bila hitrost svetlobe še neskončno velika, Vesolje pa neomejeno s σ_o, si je predstavljal VDV kot neskončno gmoto, ki je v povprečju enakomerno napolnjeno z nebesnimi telesi. Ob tem pa si je zastavljal vprašanje, kaj nebesnim telesom preprečuje, da ne padejo v težišče te gmote, če težišče ta neskončna gmota sploh vsebuje. Einstein, oče relativnostne teorije, je bil s podobno kvazistatično podobo Vesoljske gmote tako obseden, da je v enačbo (e.3b), o kateri bomo govorili kasneje, vpeljal celo tako imenovano kozmološko konstanto Λ samo zato, ker ta omogoča za globalno radialno hitrost v_R

$$v_R = (2\Lambda c^2/m - 2GM/R)^{1/2},$$

s katero se širi VDV, pri poljubnem Λ krivinskem polmeru R, oziroma potencialni energiji $P = GM^2/R$, rešitev $v_R = 0$. Konstanta Λ določa maso M Vesolja, oziroma njegovo celotno gibalno energijo $K = Mc^2$. Vprimeru $v_R = 0$ je namreč Vesolje kvazi statično. Na žalost pa je kmalu sledilo spoznanje, da je ta rešitev labilna. To pa zelo zmanjšuje njeno realno vrednost.

Potem pa je Hubble leta 1920 neizpodbitno ugotovil, da se naše (vidno, masno) **Vesolje v globalu širi**, ne glede na to, da to širjenje motijo lokalna krčenja snovi/energije v Vesolju, ki je vzrok zaradi katerega so **nastali v Vesolju protoni, atomi, molekule, nebesna telesa, galaksije in jate galaksij**. Ko so znanstveniki razmišljali o posledicah globalnega širjenja Vesolja nazaj v preteklost, so prišli do zaključka, da se je naše Vesolje nekoč moralo roditi z Velikim pokom (VP). Danes verjame v takšno rojstvo našega Vesolja večina ljudi.

Kakšen je bil obseg $\sigma = \sigma_r$ našega Vesolja ob Velikem poku? Strokovnjaki menijo, da lahko sledimo, če je potrebno, temu obsegu do velikosti manjši od polmera vodikovega atoma, ki meri 0,5 10^{-11} m, oziroma do velikosti (močnega)[2.)] Planckovega kvanta, ki ima polmer protona.

Zelo verjetno pa minimalni obseg Vesolja ob VP, to je ob prehodu iz krčenja v ponovno širjenje, ni bil tako majhen. Zelo verjetno je bil njegov obseg $\sigma = \sigma_r$ tedaj določen z dokaj homogeno zapolnitvijo krogle s slike 1 z gostoto mase

$$\rho = \rho_{pr} = 3.1,672.10^{-27}(\mathrm{kg})/[4\pi(1,27.10^{-15})^3(\mathrm{m}^3)] = 0,194.10^{18}\ \mathrm{kg/m}^3,$$

ki ustreza gostoti mase v protonih. Homogenost mase v tej krogli je bila mnogo večja kakor je v Vesolju danes, ustrezala pa je homogenosti CMR, za katero smo rekli, da je reda 10^{-5} /1; 2: pogl.2, str. 17-37)

Pri tako veliki gostoti mase ob VP, kot je ρ_{pr} , je bilo naše Vesolje zanesljivo notranjost velike gravitacijske črne luknje (VČL). Če pa je bilo ČL takrat, je to tudi še danes, saj energija iz ČL ne more kar tako, na hitro pobegniti iz nje. Za pobeg bi morala namreč masa v njej imeti radialno ubežno hitrost v_u večjo od svetlobne hitrosti c, kar pa ni možno. Okoli točkaste mase M, s katero lahko nadomestimo maso nekega telesa v njegovem težišču, lahko namreč vedno določimo kroglo s polmerom $R = R_S$ zunaj katere šele je ubežna hitrost $v_u < c$. Ta polmer

$$R = R_S = 2GM/c^2 \quad \text{(e.1).}$$

je prvi določil Schwarzschild, ki je Einsteinovo relativnostno teorijo razširil do razsežnosti svetlobne hitrosti. Schwarzschildov polmer R_S predstavlja mejo med zunanjim in notranjim prostorom mase M, oziroma energije $W = Mc^2$. Ta meja je tudi meja ČL.

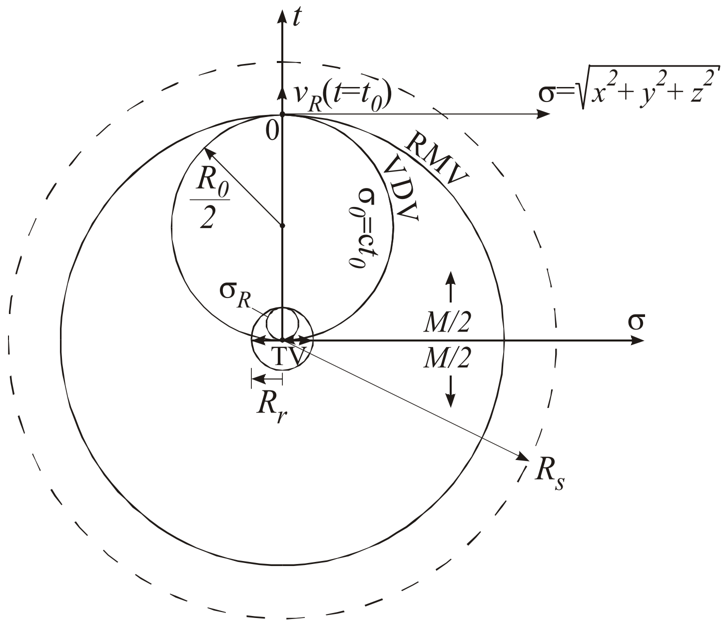
Ko smo že pri črnih luknjah, je zanimivo, kako v Vesolju (večje) gravitacijske črne luknje nastajajo? Nastanejo kot neizbežni zaključek zaviralnega procesu, če teži v neko težišče atomarna masa, ki je več kakor približno štirikrat večja od mase našega Sonca. Tako nastale ČL so manjša Vesolja v našem, večjem Vesolju.

Po številnih opisih črnih lukenj si črno luknjo z maso M večina zelo verjetno predstavlja kakor pošast, ki požre vse, kar pade v njo. Gostota mase ρ (energije) v njej je zato zelo velika, tako velika, da raztrga vse energetske strukture, tudi atome, še preden padejo ti v njo. Za marsikoga je zato vprašljivo, kako si lahko predstavljamo, da obstajajo lahko v VČL tako zapletene energetske strukture, kakor je na primer človeško telo. Za tako predstavo je potrebno torej našo predstavo o ČL najprej nekoliko popraviti. Popravili pa jo bomo tako, da izračunamo gostoto mase (energije) ρ v ČL, če njen polmer izenačimo z največjim polmerom, ki ga ČL lahko zavzame, to je s Schwarzschildovim polmerom. Gostota mase v ČL je tedaj

$$\rho = \rho_{min} = \rho_c = M/V = 3M/(4\pi R_S^3) = 3c^6/(32\pi G^3M^2) \quad \text{(e.2).}$$

Kot vidimo je obratno sorazmerna z M^2. Pri zelo veliki masi M je torej lahko tudi zelo majhna in celo manjša od sedanje povprečne gostote mase $\rho = \rho_o$ v našem Vesolju. Zaradi težnje energije h kopičenju v protone, atome in nebesna telesa, od katerih so nekatera tudi GČL, je gostota mase danes v Vesolju zelo neenakomerna, kljub temu pa jo lahko ocenimo da je v povprečju $\rho_o = (3,5 \pm 1,5).10^{-29}\ \mathrm{kg/m}^3$, oziroma okoli 0,1 H-atome/m^3 /3, str. 1292/.

Po vseh teh ugotovitvah se lahko sedaj upravičeno lotimo obravnave našega Vesolja s predpostavko, da to ni brezkončna kvazi statična homogena gmota, ampak da sta tako RMV, kot tudi VDV, **ukrivljeno nebesno telo, ki ima svoje težišče**, podobno kakor ga ima vsako nebesno telo, ki se nahaja v VDV, oziroma v RMV. Če pa pri tem obliko RMV in VDV točneje opredelimo, potem sta to, kot se bo kasneje izkazalo, 3D-površini dveh 4D-krogel, ki ju kaže v prerezu slika 2. Ta slika prikazuje dvodimenzionalni prerez RMV in VDV skozi njuno skupno težišče v točki TV. To točko vzamemo tudi za izhodišče koordinatnega sistema (σ, t), v katerem predstavlja koordinata σ prostorski vektor $\sigma = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$ iz slike 1. Ta je uperjen v 3D prostor okoli opazovalca O. Ta protor pa vidi kakor 3D-kroglo s polmerom σ_o . V točki O, v kateri se opazovalec O nahaja ob $t = t_o$, je vektor σ pravokoten na R = R(t). Krivinski polmer RMV, oziroma VDV, R_o in $R_o/2$, se s parametrom t periodično spreminjata v mejah R_r #R # R_S. V trenutku $t = t_o$, po VP se nahaja opazovalec O z mirovno maso m_o , glede na ostali vidni del Vesolja, na največji radialni oddaljenosti $R = R(t{=}t_o) = R_o$ od TV, oziroma $\sigma = \sigma_o = ct_o$, če merimo to oddaljenost s potjo, ki jo je opravila svetloba, da se je od od VP ob t = 0 razširila do opazovalca O ob $t = t_o$.



Slika 1: Časovni prerez RMV in VDV skozi njuno težišče TV.

Na oddaljenosti $R = R_o$ poseduje masa m_o opazovalca O globalno gledano gravitacijsko potencialno energijo

$$P = Gm_oM/R = Gm_okR_S^3\rho_c/R = Gm_oM(R/R_S)^3/R = (m_oc^2/2)(R/R_S)^2 \quad \text{(e.3a)}.$$

Pri tem predstavlja $M = V\rho_c = kR_S^3\rho_c$ » m_o vso maso našega Vesolja, $V = kR_S^3$ maksimalno prostornino RMV ob obratu njenega radialnega gibanja in $\rho_c = M/kR_S^3$ minimalno gostoto mase v Vesolju v tem trenutku. Polovica celotne mase M se nahaja pri tem v nebesnih telesih VDV, druga polovica mase M, ki je razporejena v nebesnih telesih spodnje polovice RMV, pa se kaže po relativnostni teoriji opazovalcu O kot masa na oddaljenosti $\sigma = \sigma_o$, ki seva CMR. Učinek vse nanj učinkujoče mase pa lahko nadomestimo s točkasto maso M v točki TV.

Če napravimo sedaj kratek povzetek, potem lahko ugotovimo sledeče: razlika med Vesoljem, kot nebesnim telesom in nebesnimi telesi, ki se nahajajo v njem, je naslednja:

a.) Vesolje je **večje** nebesno telo, kakor so nebesna telesa, galaksije in jate galaksij, ki ga sestavljajo.

b.) Masa M v Vesolju je razporejena tem bolj ostro v 3D površini 4D-vesoljske krogle, čim bolj se se njen krivinski polmer te krogle približuje svoji največji Schwarzschildovi vrednosti $R = R_S$, pri kateri se pretvori vsa globalna gibalna energija Vesolja v potencialno energijo. Masa nebesnih teles pa je razporejena v prostornini 3D-krogel.

c.) Ljudje kot opazovalci, opazujemo Vesolje kot telo **od znotraj**, neprozorna nebesna telesa v Vesolju pa opazujemo **od zunaj**.

d.) Nebesna telesa, ki sestavljajo Vesolje, se lahko v njem radialno lahko **prosto gibljejo** (brez trkov). Do trkov pride lahko zaradi privlačnosti med nebesnimi telesi, ki so posledica lokalne privlačnosti. Za elementarne delce (molekule in atome), ki sestavljajo nebesna telesa pa kaj takega ne moremo trditi, saj so ne glede na agregatno stanje snovi (mase) v teh telesih izpostavljeni pogostim medsebojnim trkom. Če bi hoteli zagotoviti tudi v sestavnim delcem prosto gibljivost podobno kakor v Vesolju, si moramo zamisliti zavrtane skozi težišča nevrtečih nebesnih teles ozke predore v katerih bi se ti delci lahko prosto gibali. Samo s takim miselnim postopkom lahko pridobimo do odgovorov na vprašanja, do katerih se sicer brez njih ne moremo dokopati.

V Vesolju tečeta hkrati dva nasprotujoča si procesa. Po prvem se Vesolje s časom t zaradi naraščanja R = R(t) širi. Po drugem pa se masa v njem krči in zaradi kopiči v nebesnih telesih. Zaradi prvega procesa se potencialna energija P Vesolja povečuje in zmanjšuje njegovo gibalno energijo K, drugi proces pa učinek prvega procesa zmanjšuje.

KAKO LJUDJE ZAZNAVAMO VESOLJE: Običajno govorimo, da je Vesolje površina 4D-krogle, torej okroglo 4D- telo, nebesna telesa pa da so 3D-krogle. V čem je pri tem razlika. Razlike pravzaprav ni. Tako Vesolje, kot nebesna telesa v njem, so namreč 4D, saj se nahajajo vsa v prostoru s štirimi medsebojno neodvisnimi, druga na drugi pravokotni prostorski razsežnosti (dimenziji). To so kartezijeve x, y, z, ali polarne σ, φ, θ razsežnosti, ki jih označujemo tudi kot prostorske in četrto t, ki jo označujemo kot časovno razsežnost. Naši možgani ob dani časovni razsežnosti Vesolja (to je v trenutku t) zaznavajo mikroenergetske spremembe v Vesolju, katere predstavlja elmg. sevanje v določenem, vidnem frekvenčnem območju (svetloba), na katero so občutljive naše oči. Vidimo torej tista **telesa iz mase, ki sevajo svetlobo ali to odbijajo v naše oči**. Te morajo svetlobo nekaj časa integrirati, da jih zaznajo. Zato delujejo sorazmerno počasi in posledica tega je, da vidimo le spremembe, ki se dogajajo sorazmerno počasi. Leta topovske granate, ki leti s hitrostjo 700m/s zato ne vidimo. Ne vidimo pa tudi fotonov, ki se gibljejo s hitrostjo $c = 3.10^8$ m/s, razen tiste, ki neposredno trčijo ob naše oko. Fotonov, ki ne trčijo z našim očesom, pa ne vidimo tudi zato, ker ne sevajo in ne odbijajo elmg. valovanja. Fotoni sevajo samo v smeri svojega gibanja energijo $W = W_f = hf = p_f 8c8$, pri tem čemer je $p_f = hf/c = m_f c$ njihova gibalna količina, $m_f = hf/c^2$ pa njihova ekvivalentna masa, ne pa tudi njihova mirovna masa. Te namreč nimajo, saj so to delci, ki relativno glede na telesa iz mirovne mase ne morejo mirovati, tako kakor lahko to delci z mirovno maso. Relativna hitrost $v_r = v_1 - v_2$ fotonov glede na opazovalca O iz mirovne mase m_o je lahko samo c.

Tako, kakor ne opazimo zelo hitrih sprememb, pa ne opazimo tudi zelo počasnih. Počasi spreminjajoče se slike se nalagajo v okrnjeni obliki v naš spomin. Tako postane spomin nekakšno merilo za zaznavanje časovnih sprememb (razsežnosti) v prostoru. Pomembno pri tem pa je, da je časovna razsežnost pravokotna na 3D prostor, in da v tej razsežnosti praktično **ni teles iz mase**. Zato v tej razsežnosti tudi ni sprememb. Spremembe s časom nastajajo le v 3D-površini. Te pa vidimo **trodimenzionalno** le v naši neposredni bližini. Na večjih, vsemirskih razdaljah pa jih vidimo le **dvodimenzionalno**. Ker je četrta, časovno razsežnosti, v katero se naše 3D-Vesolje širi, prazna je **ne vidimo**. Vidimo le spremembe v 3D-Vesolju, ki se ob tem dogajajo. Te pa pomnimo.

Če merimo čas t s sekundami, ki so (1/86400)-tinka periode vrtenja naše Zemlje, potem polmer 4D-vesoljske krogle R s tako merjenim časom t **ne narašča linearno**, ampak nelinearno po zakonu (e.8), kot bomo to ugotovili kasneje v (e.8). Velikost polmera R = R(t) lahko torej jemljemo tudi kot nelinearno merilo časa t.

Če rečemo torej, da je neko telo 4D, poudarjeno mislimo na njegovo časovno spreminjanje. Ko pa rečemo, da je neko telo 3D imamo v mislih predvsem njegovo časovno bolj ali manj stalno obliko, čeprav se s časom tudi ta spreminja. Ker med tem, ko se Vesolje širi, ostajajo nebesna telesa bolj ali manj enako okrogla, torej o njih govorimo kot da so to 3D-krogle, Vesolje, ki se med tem širi pa si predstavljamo kot 4D-kroglo, v katere 3D-površini domujemo tudi mi v točki O. V tej točki O se stikata 3D-površini 4D-DRV in 4D-VDV krogle. Slednja od njih predstavlja **vidni** del masnega dela našega Vesolja.

Na dogajanja v posamezni razsežnosti Vesoljskega prostora lahko človek zelo malo vpliva. Zelo veliko je že to, če ta dogajanja razume in lahko že v naprej predvideva kaj se bo v bodočnosti dogajalo.

Z VESOLJEM POVEZANI IZRAČUNI: Kaj počne energija, ki je zaradi težnosti ujeta (zaprta) v težiščnem območju nebesnega telesa, oziroma črne luknje omejene s Schwarzschildovim polmerom $R = R_S = 2GM/c^2$?

Odgovor na to vprašanje je odgovor tudi na vprašanje kaj počne energija, ki je ujeta v Vesoljski črni luknji (VČL). To pa lahko opazujemo, če se v njej nahajamo. Ker je temeljna lastnost energije, da ne more mirovati, se energija tudi v ČL neprestano spreminja iz ene svoje oblike v drugo: iz električne v magnetno in obratno, oziroma, če je nakopičena v mirovni masi, iz gibalne K v potencialno P in obratno. Pri tem pa se to spreminjanje podreja enemu od najelementarnejših ohranitvenenih zakonov med vsemi ohranitvenimi zakoni v naravi, to je **zakonu o ohranjanju energije (ZOE)**. Po ZOE je: $P + K = Mc^2$.

Na tej osnovi si je zamislil že leta 1922 ruski znanstvenik Friedmann za hitrost $v_R = dR/dt$, s katero se v RMV v sliki 2 radialno premika masa m_o naslednjo diferencialno enačbo

$$m_o v_R^2/2 + Gm_oM/R = \Lambda c^2 \quad \text{(e.3b)}.$$

Po njem nosi ta enačba tudi svoje ime. V primeru $\Lambda = m_o/2$ ima (e.3b) obliko: $(v_R/c)^2 + (R_S/R) = 1$ (e.3c). Po relativnostni teoriji, ki se je potrdila v astronomiji pri izračunu uklona svetlobe ob Sončevi površini in pri gibanju Merkurja pa velja enačba (e.3b), oziroma (e.3c) samo za $R\ \$R_S$. Če je bilo ob VP torej Vesolje skrčeno na $R < R_S$ bi morala biti hitrost v_R po (e.3b): $v_R > c$. To pa je v nasprotju z Einsteinovo relativnostno teorijo. **Enačba (e.3b) torej ni skladna z Einsteinovo relativnotno teorijo pri pri $R < R_S$.** To na žalost ni bilo nikoli jasno in glasno ugotovljeno in povedano.

Drugače pa je s Friedmannovo enačbo v modelu Vesolja v ČL, v katerem je $R \# R_S$. Glede na (e.3a) se enačba

$$K + P = Mc^2,$$

ki je v prejšnjem primeru vodila v (e.3b), v tem primeru glasi

$$\mathbf{(v_R/c)^2 + (R/R_S)^2 = 1 \quad (e.4)}^{3.)}.$$

Ko zapišemo to enačbo v obliki $v = dR(t)/dt = c[1 + R(t)^2/R_S^2]^{1/2}$, oziroma v obliki

$$dt = dR/[(c/R_S)(R_S^2 + R^2)^{1/2}] \quad \text{(e.5)}$$

ter njeno levo stran integriramo po t, desno pa po R, dobimo med t in R naslednjo zvezo

$$t = (R_S/c)\arcsin(R/R_S) \quad \text{(e.6)}.$$

Iz te zveze sledi:

a.) če v njo vstavimo $t = \sigma/c$, da je pot σ svetlobe v Vesolju dolžina loka v VDV, kot vidimo to tudi iz slike 2,

b.) da je čas $t = t_m$, v katerem polmer R doseže vrednost $R = R_S$ enak

$$t_m = \pi R_S/(2c) = \pi GM/c^3 \quad \text{(e.7)},$$

c.) da je inverzna odvisnost R od t

$$R = R(t) = R_S \sin[(\pi t/(2t_m)] < ct = \sigma \quad \text{(e.8) in},$$

d.) da je

$$v_R = v_R(t) = dR/dt = R_S\,(2t_m/\pi)\cos[\pi t/(2t_m)] = c.\cos[\pi t/(2t_m)] \quad \text{(e.9)}.$$

Na tem mestu je potrebno še enkrat poudariti, da Friedmannova enačba v obliki (e.4), **izpolnjuje** pogoj Einsteinove relativnostne teorije, po katerem mora biti

$$v_R \# c \quad \text{(e.10)},$$

medtem ko ga Friedmanova enačba v obliki (e.3) ne, saj je v tem primeru za $R < R_S$: $v_R > c$. Če pa hitrosti v_R ne omejuje več konstanta c, tudi produkt $W = mc^2$ ni več konstanten, kar pomeni, da v primeru $R < R_S$ tudi ZOE ne drži več. Neizpolnitev pogoja (e.10) pa nas vodi poleg tega še v kopico drugih problemov, katere vse povzroča neskladje modela Vesolja po (e.3b) z na osnovi opazovanja prirode že privzetimi načeli. Nabor teh problemov je, če jih povzamemo po /4, str. 544/: problem ukrivljenosti, problem homogenosti, problem inflacije, problem obzorja, problem manjkajočih magnetnih monopolov, problem manjkajoče mase in podobno. Na tem mestu pa se nam s temi problemi ni potrebno ukvarjati, saj se v modelu Vesolja v ČL, ti problemi ne obstajajo. Model Vesolja v ČL nam daje poleg tega tudi jasen odgovor na dilemo, kaj se bo z našim Vesoljem dogajalo v bodočnosti, se bo to širilo v nedogled, ali pa se bo pričelo ponovno krčiti, na katerega nam Friedmannovi modeli v primeru $R > R_S$ ne dajo jasnega odgovora. Torej ima Friedmannov model Vesolja v ČL (z $R < R_S$) precej prednosti pred modeli temelječimi na (e.3b).

ŠTEVILČNE RAZSEŽNOSTI NAŠEGA VESOLJA: S pomočjo izpeljanih enačb hočemo oceniti za zaključek še številčne razsežnosti našega Vesolja po modelu ČL. Te ocene temeljijo na opazovanjih in ugotovitvi dveh temeljnih količin: H_o in ρ_o . Prva je povezana z radialno hitrostjo $v_R = c.\cos[\pi t/(2t_m)] = H(t)\sigma$, za katero so ugotovili /5, stran 33/, da ima količnik $v_R(t)/\sigma$ v sedanjem trenutku ob $t = t_o$ vrednost

$$v_R(t)/\sigma = v_R(t{=}t_o)/(1\text{ pc}) = H(t{=}t_o) = H_o = (70 \pm 10)\ (\text{km/s})/\text{pc} =$$
$$= 70\ (\text{km/s})/[3{,}09.10^{19}\ (\text{km})] = 22{,}65.10^{-19}\ (\text{s}^{-1})\ \text{(e.12)}$$

Iz tega količnika sledi, če upoštevamo, da je $v_R(t{=}t_o)/c = \cos[\pi t_o/(2t_m)]$, oziroma

$$t_o = (2t_m/\pi).\text{arc}\cos(H_o\sigma/c) = (2t_m/\pi).\text{arc}\cos(70/300000) \bullet$$
$$\bullet\ (2t_m/\pi).[\pi/2 - H_o\sigma/c] = t_m[1 - 2H_o\sigma/(\pi c)] = t_m(1 - 1{,}49.10^{-4})\ \text{(e.13)}$$

Na temelju (e.13) lahko sedaj ugotovimo, da je

$$\rho_c = \rho_o(R_o/R_S)^3 = \sin^3[\pi t/(2t_m)] \bullet \rho_o[\pi t/(2t_m)]^3 \bullet \rho_o\ \ \text{(e.14)},$$

nakar sledi iz (e.2), da ima naše Vesolje maso

$$M = \{3(3.10^8)^6/[32\pi.(6{,}67.10^{-11})^3.3{,}5.10^{-29}]\}^{1/2} = 1{,}4.10^{54}\ \text{kg}\ \ \text{(e.14)}$$

in po (e.7) periodo širjenja

$$t_m = \pi.6{,}67.10^{-11}.1{,}4.10^{54}/(27.10^{24}) = 1{,}09.10^{19}\ \text{s} =$$
$$= 1{,}09.10^{19}/3{,}15.10^7 = 34.10^9\ \text{let}\ \ \text{(e.15)}.$$

Pri $t = t_m$ sta potencialna energija P in entropija (urejenost) v Vesolju največji. To pa pogojuje tudi **nastanek tako urejenih teles, kakor so to rastlinska, živalska in človeško telo**. Ta povzroča tudi gibanja, ki brez njega ne bi nikoli dogodila (na primer gibanje motornih vozil). Ko pa bo $t > t_m$, bosta P in entropija v Vesolju pričela zopet padati, v njem pa bo naraščala nevezana gibalna energija K. Posledica tega bo tudi izginotje človeka. Svoj minimum bosta P in entropija dosegli ob ponovnem VP.

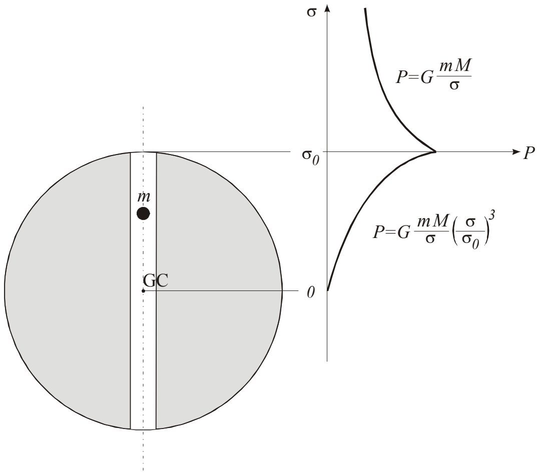
Če poznamo maso M Vesolja, lahko izračunamo tudi obseg $\sigma = \sigma_r = [3M/(4\pi\rho_{pr})]^{1/3} = [3.1{,}45.10^{54}/(4\pi.0{,}194.10^{18})]^{1/3} = 0{,}193.10^{12}$ m, oziroma $R = R_m = \sigma_r/(2\pi) = 0{,}193.10^{12}$ m ob VP. Če izrazimo ta obseg s časom $t = \sigma_r/c = 4000$ sek., vidimo, da je razlika ali merimo čas t od R = 0 ali od $R = R_m$ danes zanemarljiva.

Čeprav se vsa masa M Vesolja ne nahaja v VDV, učinkuje na opazovalca ves čas tako, kot da je koncentrirana vsa v težišču TV Vesolja.

[1.)] Iz tega sledi: a.) da gibalna energija $K = mv^2/[2(1 - v^2/c^2)^{1/2}]$ mirovne mase m ne narašča linearno z njeno hitrostjo v in b.) da je totalna gibalna energija ujeta v mirovni masi: $K = 2(mc^2/2) + mv^2/2 = mc^2[1 + (v^2/c^2)/(1 - v^2/c^2)^{1/2}]$ # $3m_P/2$. Nadaljno razmišljanje o tem nas privede do planetarnega modela protona brez središčne mase /6/.

[2.)] Maso $m_P = (hc/G_m)^{1/2} = 1{,}67.10^{-27}$ kg in polmer $r_P = (G_m h/c^3)^{1/2} = 1{,}27.10^{-15}$ m **močnega** Planckovega kvanta, določajo konstante h, c in $G_m = 10^{39}G$. Izkaže se, da sta m_P in r_P enaka masi in polmeru protona. Pri Planckovi frekvenci $f_P = (3/4)/t_P) = (3/4)c/r_P = 3m_Pc^2/(4h) = 3(hc/G_m)^{1/2}c^2/(4h) = 3(c^5/hG_m)^{1/2}/4$ imajo fotoni energijo W = hf, pri kateri se lahko tvorijo stabilni energetskih delci z mirovno maso m_P , ki imajo ob nastanku poleg tega radialno hitrost

$v_R = c$. Kvarki so pri tem le prehodni pojav.



Slika 3: Odvisnost gravitacijskega potenciala P od polmera σ okoli središča 3D-masne krogle s polmerom σ_S.

[3.)] Razlika med (e.3b) in (e.4) je v načinu naraščanju potencialne energije P = P(R), če se veča R. V (e.3b) se veča tako, kakor **zunaj** masne, homogene 3D-krogle s polmerom R_S , v (e.4) pa tako, kakor **znotraj** masne, homogene 3D-krogle s polmerom R_S . Razliko kaže slika 3.

ZAKLJUČEK: Friedmannov model Vesolja v ČL je mnogo bolj logičen in manj problematičen, kakor Friedmanovi modeli z $R > R_S$. Hkrati pa nam daje ta model tudi jasen odgovor na več vprašanj kakor modeli z $R > R_S$. Tvorba protonov in lahkih atomov se je zaključila, ko je temperatura (frekvenca) fotonov padla izpod meje pri kateri so izpolnjeni pogoji za njihovo vezavo v energetske delce z nirovno maso. Razvoj težjih atomov in nebesnih teles pa teče še danes.

NAVAJANA LITERATURA:

/1/ Igor Hvala: Ko je bilo sevanje gostejše od snovi, Spika, feb.2004 str. 64.
/2/ The Future of Theoretical Physics and Cosmology (100568), 2003.
/3/ B.W. Carroll, D.A. Ostlie: An Introduction toModern Astrophysics, Addison-Wesley 1996.
/4/ S.T. Thornton, A. Rex: Modern Physics for scientist and engineers, Saunders College Publishing, 2nd edition, 2000.
/5/ Donald Perkins: Particle Astrophysics, Oxford University Press 2003.
/6/ B. Pehani: Struktura energije v telesih in črnih luknjah, delo v pripravi.