

KOZMOLOŠKO ILI APSOLUTNO VRIJEME

Ladislav Babić
V.Nazora 2 Čakovec, Hrvatska
e-mail: *lord@net.hr*

Korak natrag može značiti i napredovanje.

SAŽETAK

Korak natrag, koji smo bili prisiljeni poduzeti (nikad ne reci nikad!) u odnosu na rad [4], vratio nas je djelomično na poziciju s koje nam se mnogo jasnije prikazao problem apsolutnog vremena. Kozmološko vrijeme povezujemo – ne kao ranije sa entropijom pozadinskog zračenja – već sa specifičnom entropijom (entropija po jedinici kozmološkog kvantnog broja) cijelog svemira. razmatra se i utjecaj *Hawkingovog zračenja* naše vasiona. Nadamo se da je pogled kojeg ovdje prezentiramo istovremeno potvrda naše koncepcije (plankonskog) svemira kao i kozmološkog vremena.

1. KOZMOLOŠKO VRIJEME I ENTROPIJA

U sedmom poglavlju rada [4] spomenuli smo kako nas termodinamička strijela vremena upućuje da pokušamo vrijeme povezati sa entropijom na način

$$t = \vartheta \cdot S = \vartheta \cdot k \ln W \quad (7.7/[4])$$

ali, da ćemo mi poći drugim putem. Naknadna analiza nas prisiljava da se vratimo korak unatrag. U radu [1] pokazali smo da se naš plankonski svemir, u stanju karakteriziranom kvantnim brojem N , sastoji iz ukupno N^2 čestica: N – plankona koji posjeduju masu mirovanja i $N^2 - N$ prijenosnika interakcija bez mase mirovanja. Logično je pretpostaviti da se sve čestice (njih N^2) doprinose entropiji svemira. Prema tome je

$$S \sim N^2 k \quad (1.1)$$

odnosno,
$$S = \text{const} \cdot N^2 k \quad (1.2)$$

gdje je *const* bezdimenzionalna konstanta reda veličine jedinice. Znajući da je

$$M(N) = N \cdot M_p \quad (22/[1])$$

i
$$M_p^2 = \frac{\hbar c}{G} \quad (1c/[1])$$

slijedi
$$S = const \cdot \frac{kGM(N)^2}{\hbar c} \quad (1.3)$$

što odgovara, uz

$$const = 4\pi \quad (1.4)$$

jednom obliku tzv. *Bekenstein-Hawkingove (B-H)* formule za entropiju crne rupe! Dakle, iz našeg modela proizlazi *B-H* relacija; ništa čudno, sjetimo li se da plankonski model svemira odgovara ekspanirajućoj *Schwarzschildovskoj* ($M > 0$, *angularni moment* = 0, $Q = 0$) crnoj rupi. Označit ćemo, oz vrijednost *const* dane sa (1.4), entropiju po jedinici kvantnog broja (*specifična entropija*)

$$s(N) = \frac{S}{N} = 4\pi kN. \quad (1.5)$$

U skladu sa našim razmatranjima iz ranijih radova, te na temelju relacije

$$t(N) = N \cdot t_p, \quad (21/[1])$$

pretpostavit ćemo da je

$$t = \vartheta \cdot s(N), \quad (1.6)$$

vrijeme proporcionalno specifičnoj entropiji $s(N)$. Usporedba prethodnog izraza pisanog u obliku

$$t = 4\pi\vartheta \cdot kN \quad (1.7)$$

$$\vartheta = \frac{t_p}{4\pi k}$$

sa (21/[1]) daje

$$[\vartheta] = \frac{K}{W} \quad (1.8)$$

$$\vartheta = 3.10 \cdot 10^{-22} \frac{K}{W}$$

Pomnoživši brojnik i nazivnik relacije (1.8) sa *Planckovom temperaturom* T_p' dobije se

$$\vartheta = \frac{T_p'}{4\pi \left(\frac{kT_p'}{t_p} \right)} = \frac{T_p'}{4\pi P} \quad (1.9)$$

gdje je izraz u zagradi nazivnika, prema (6.4/[3]) jednak snazi svemira:

$$\begin{aligned} P &= 3.65 \cdot 10^{52} W \quad (\text{snaga svemira}) \\ T_p' &= 1.42 \cdot 10^{32} K \quad (\text{Planckova temperatura}) \end{aligned} \quad (1.10)$$

Relacije (1.6). odnosno (1.7) tako na mnogo jednostavniji i prirodniji način prikazuju zavisnost kozmološkog vremena o entropiji (po jedinici kozmološkog kvantnog broja) *čitavog* svemira, odnosno, o kvantnom broju svemira N . Primjetimo da za cijelu povijest svemira (od *Big Banga* na dalje) vrijedi jedna jedina (a ne kao ranije) relacija. Minimalni vremenski interval (*kronon*) u razvoju vasione tako je

$$\Delta t = t(N + 1) - t(N) = 4\pi\vartheta \cdot k \equiv t_p \quad (1.11)$$

jednak plankovom vremenu u svakoj, pa i najranijoj fazi u razvoju vasione što ranije (u [4]) nije bilo egzaktno ispunjeno (posebno za male N -ove).

2. TERMODINAMIČKA VJEROJATNOST SVEMIRA

Kako je $S = k \ln W$, (2.1)

to usporedba ove relacije sa (1.2) daje neposredno

$$W = e^{4\pi N^2}. \quad (2.2)$$

uzevši u obzir $W = g^N$, (5.2/[4])

slijedi za *faktor degeneracije* g : $g = e^{4\pi N}$. (2.3)

Pišemo li $s(N) = \frac{S}{N} = \frac{k}{N} \cdot \ln g^N = k \cdot \ln (g^N)^{\frac{1}{N}}$, (2.4)

to za specifičnu entropiju $s(N)$ izlazi:

$$s(N) = k \ln g. \quad (2.5)$$

Relacija (1.6) sada poprima oblik

$$t = \vartheta \cdot k \ln g, \quad (2.6)$$

odakle dobijamo za vremenski interval

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \vartheta \cdot k \ln \frac{g_2}{g_1}. \quad (2.7)$$

Slijedeći odlomak gotovo doslovno prepisujemo iz rada [4]:

Sličnost između (2.7) i psihofizičke relacije

$$\Delta t = k' \cdot \ln P, \quad (7.6/[4])$$

gdje je

P – *podrazaj*

k' – *konstanta ovisna o vrsti osjetila*

nas tjera (sic!) da stavimo

$$\vartheta \cdot k = k' \quad (2.8)$$

$$\frac{g_2}{g_1} \equiv P = e^{4\pi \cdot \Delta N}$$

Slijedi kako bi fizikalni intenzitet (relativnog) podražaja P – ono što izaziva osjet vremena – trebalo identificirati sa relativnim termodinamičkim stupnjem degeneracije $\frac{g_2}{g_1}$; to jest, osjet vremenskog intervala bio bi izazvan promjenom relativnog odnosa dvaju stupnjeva degeneracije svemira (jasno, odgovarajući ΔN treba staviti u kontekst duljine ljudskog života ili možda, duljine biološke evolucije hominida na Zemlji).

Tako smo se, napravivši puni krug, *gotovo* vratili na rezultat koji smo u prethodnoj analizi napustili odabravši drugi put! Jasno da je sada

$$\Delta t = 4\pi k \cdot \Delta N = 4\pi \vartheta \cdot k \cdot \Delta N \quad (2.9)$$

odnosno,

$$k' = \frac{t_p}{4\pi} = 4.23 \cdot 10^{-45} \text{ s} . \quad (2.10)$$

Izračunavanje psihofizičke konstante k' može doprinjeti specificiranju konstante ϑ , povezujući na taj način subjektivni dojam vremena sa njegovim objektivnim (fizikalnim, kozmološkim) statusom, indicirajući tako dubinsku povezanost i jedinstvo čovjeka i kozmosa.

Promjenu entropije svemira po jedinici promjene njegova kvantnog broja možemo (u aproksimaciji kontinuuma; $N \gg \Delta N$) sa $s(N)$:

$$\frac{dS}{dN} = \frac{k}{W} \cdot \frac{dW}{dN} \quad (2.11)$$

tj.
$$\frac{dS}{dN} = 4\pi k N = s(N) . \quad (2.12)$$

Tako relaciju (1.6) možemo pisati u obliku:

$$t = \vartheta \cdot \frac{dS}{dN} = \vartheta \cdot \frac{k}{W} \cdot \frac{dW}{dN} . \quad (2.13)$$

U našem modelu svemira, nastanak mase (tvari + energije) jednake plankonskoj (plankona) mijenja termodinamičku vjerojatnost svemira a time i njegovu entropiju, što dovodi do porasta starosti svemira za jedan kronon:

$$\Delta t \equiv t_p = 5.38 \cdot 10^{-44} \text{ s} . \quad (2.14)$$

Možemo ponoviti gotovo sve (modificirane) zaključke iz [4].

Vrijeme (u okviru plankonskog modela) je dakle:

- a) Progresivno ili jednosmjerno (raste jer raste i W svemira).
- b) Linearno
- c) Homogeno
- d) Pozitivno definitno.
- e) Ukoliko je termodinamička vjerojatnost svemira W podložna fluktuacijama (na pr. trenutnom smanjenju a ne rastu) vrijeme može teći unazad ali je to neizmjereno malo vjerojatno.
- f) Ovo – *kozmoško vrijeme* – bilo bi (samo donekle) apsolutno, tzv. *Newtonovo vrijeme* („*Apsolutno, istinito i matematičko vrijeme, po sebi i svojoj vlastitoj naravi, teče jednoliko bez odnosa spram ičega vanjskog, i drugim se imenom zove trajanje.*“) Kako je ono, u *Einsteinovskom* smislu, organski vezano za materiju (iščezavanjem ove iščezlo bi i vrijeme) – ono je tek donekle *Newtonovo vrijeme*.
- g) Apsolutnost ovog vremena proističe i iz njegove povezanosti sa entropijom – ona je naime invarijantna na relativističke, *Lorentzove* transformacije,

$$dS = dS_0, \quad (7.38/[4])$$

ista u sistemu koji je vezan za neko tijelo i u sustavu koji se kreće jednoliko translatorno u odnosu na njega, dakle jednako u čitavom svemiru (univerzalno) bez obzira na stanje kretanja njegovih dijelova.

- h) Ono je definirano u odnosu (pomoću) na specifičnu entropiju čitavog svemira.

Zamijetimo da su ovi zaključci sasvim u skladu sa *Općom teorijom relativnosti* koja opisuje vladanje satova opažača koji, približavajući se crnoj jami, prelazi događajni obzor (*Schwarzschildovu granicu*) – za njega se ništa posebno ne dešava! Svi stanovnici i satovi ovog svemira ionako, po pretpostavci, žive unutar događajnog obzora vlastite crne jame-svemira.

Napomena

Neke termodinamičke karakteristike svemira u početnoj ($N=1$) i sadašnjoj ($N = 1.18 \cdot 10^{61}$) fazi razvoja vidi u **TABLICI 1.**

3. HAWKINGOVO ZRAČENJE

Kako svakoj crnoj rupi odgovara neka temperatura

$$T_H = \frac{\hbar c^3}{8\pi kGM}, \quad (3.1)$$

to postoji odgovarajuće zračenje crne jame čiji je spektar jednak onom toplinskog zračenja. Crne jame dakle „isparavaju“ tijekom vremena. Ako je Mc^2 vlastita energija crne jame, a ukupna snaga zračenja sa čitave „površine“ crne jame

$$\begin{aligned} P_H &= \sigma T_H^4 A \\ \sigma &= \frac{\pi^2 k^4}{60\hbar^3 c^2} = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4} \end{aligned} \quad (3.2)$$

gdje su σ - *Stefan-Boltzmanova konstanta*, dok je

$$A = \frac{16\pi^2 G^2 M^2}{c^4} \quad (3.3)$$

površina (oplošje) događajnog obzora crne jame, tada možemo pisati:

$$P_H = -\frac{d}{dt}(Mc^2). \quad (3.4)$$

Rješavanjem ove diferencijalne jednadžbe (uz P_H izraženo masom crne jame preko veličina T_H i A) dobijamo vrijeme evaporacije crne jame

$$t_e = \frac{Mc^2}{3\sigma T_H^4 A} \quad (3.5)$$

odnosno,

$$t_e = \frac{5120\pi G^2 M^3}{\hbar c^4}. \quad (3.6)$$

Ovo vrijeme, izraženo u jedinicama starosti svemira, možemo pisati

$$\frac{t_e}{t(N)} = \frac{Mc^2}{3\sigma T_H^4 A \cdot t(N)} = \frac{P(\text{svemira})}{3P_H}. \quad (3.7)$$

Kako je za crnu jamu sunčeve mase ($M = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$) odgovarajuća temperatura $T_H = 6.2 \cdot 10^{-8} \text{ K}$ a ploština događajnog obzora $A = 1.1 \cdot 10^8 \text{ m}^2$, to iz (3.7) izlazi

$$\frac{t_e}{t(N)} = 1 \cdot 10^{57} \quad (3.8)$$

za crnu jamu sunčeve mase. *Hawkingovo zračenje* crne jame sunčeve mase trajalo bi oko 10^{57} puta duže od današnje starosti svemira!

Kako u plankonskom modelu svemira vrijedi:

$$\begin{aligned} M &\sim N \\ t(N) &\sim N, \\ A &\sim N^2 \\ T_H &\sim N^{-1} \end{aligned} \quad (3.9) \quad (\text{vidi } *)$$

tada je

$$\frac{t_e}{t(N)} \sim N^2. \quad (3.10)$$

U granici, za $N \rightarrow \infty$ je dakle:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{t_e}{t(N)} = \infty. \quad (3.11)$$

Za naš svemir, iako zrači u okolni univerzum, očito nema opasnosti da ikada „ispari“ uslijed ovog *Hawkingovog zračenja*. Trenutačna ($N = 1.18 \cdot 10^{61}$) temperatura *Hawkingovog zračenja* našeg svemira iznosi

$$T_H = 4.8 \cdot 10^{-31} K. \quad (3.12)$$

Jasno da je, s obzirom na temperaturu međugalaktičkog prostora od $2.7 K$, ova temperatura „djelatna“ prema van – nju bi registrirao, kad bi postojao, opažač izvan *Schwarzschildove površine* crne jame; njemu bi se naš svemir pokazivao kao šireća crna rupa temperature jednake *Hawkingovoj*. Ovaj primjer, s obzirom na poznatu raznolikost koja vlada našim svemirom, pokazuje da ni u svim crnim rupama ne mora baš sve biti crno!

Pod pretpostavkom sferne simetrije ($A = 4\pi r_{Sch}^2$) iz (3.3) dobijamo poznatu formulu za *Schwarzschildov radius*

$$r_{Sch} = \frac{2MG}{c^2} = \frac{2(NM_p G)}{c^2} = 2N\tilde{\lambda}_p = 2r(N) \quad (3.13)$$

crne rupe. Za naš svemir

$$r_{Sch} = 40.3 \cdot 10^9 g.s. \quad (3.14)$$

što je dvaput veće od radiusa vidljivog svemira. *Schwarzschildov radius* se, u plankonskom modelu svemira, od samog početka nalazi izvan opažačeva (a to smo mi) horizonta. *Hawkingov mehanizam*, čak i kad ne bi bio sasvim zanemariv, odvijajući se na toj udaljenosti, ostaje dakle za nas nevidljiv. U ranim fazama povijesti plankonskog svemira (mala masa svemira-crne jame) *Hawkingovo zračenje* imalo je nešto veći (**TABLICA 2.**) mada, čini se, zanemariv utjecaj na njegov razvoj. Ipak, pruža li možda *Hawkingovo zračenje* svemira odgovor na pitanje postavljeno u [3]: Kako, beskonačna sredina ogromne gustoće, u kojoj se dešava ekspanzija našeg svemira, uspijeva pratiti smanjenje gustoće šireće fluktuacije? Ili, kako se stanje gustoće reda 10^{96} kgm^{-3} (i više) pretvara u stanje gustoće vrlo malog reda veličine (vakuum)?

***Napomena**

Lako je pokazati da je temperatura T_H povezana sa *Planckovom temperaturom* T_P' na način

$$T_H = \frac{T_P'}{8\pi N} \quad (3.15)$$

Ovaj odnos, jasno, vrijedi samo za plankonski svemir kao cjelinu.

4. ZAKLJUČAK

Uz gotovo ponovljeni zaključak rada [4], s nužnim izmjenama opisanim ovim tekstom, prisjetimo se one narodne: *Tripud mjeri – jednom sijeci!*

U Čakovcu, 1.10.2004.

Ladislav Babić

LITERATURA

- [1] L.Babić, „Prema kvantnoj kozmologiji“, 1999.(neobjavljeno),
Internet: <http://planckon.nav.to/>
- [2] L.Babić, „Ovisi li vrijeme raspada protona o starosti svemira?“, 1999.
(neobjavljeno), **Internet:** <http://planckon.nav.to/>
- [3] L.Babić, „Pogled preko Planckovog zida“, 2002.(neobjavljeno),
Internet: <http://planckon.nav.to/>
- [4] L.Babić, „Povratak apsolutnog vremena?“, 2004.(neobjavljeno),
Internet: <http://planckon.nav.to/>
- [5] S.Hawking, R.Penrose, „O prirodi prostora i vremena“, Sveučilišna knjižara,
Zagreb, 2002.
- [6] R.Penrose, „Carev novi um“, Izvori, Zagreb, 2004.

TABLICA 1.*Neke termodinamičke karakteristike ranog i današnjeg svemira*

	N	
	1	$1.18 \cdot 10^{61}$
$g(N)$	$2.87 \cdot 10^5$	$10^{6.4 \cdot 10^{61}}$
$W(N)$	$2.87 \cdot 10^5$	$10^{7.6 \cdot 10^{122}} \approx 10^{10^{123}}$
$S(N)/JK^{-1}$	$1.73 \cdot 10^{-22}$	$2.42 \cdot 10^{100}$
$S(N)/k$	4π	$1.75 \cdot 10^{123}$
$s(N)/JK^{-1}$	$1.73 \cdot 10^{-22}$	$2.05 \cdot 10^{39}$
$s(N)/k$	4π	$1.5 \cdot 10^{62}$
$s_g / JK^{-1}m^{-3}$	$9.90 \cdot 10^{81}$	$1.79 \cdot 10^{44}$
s_g / k	$7.17 \cdot 10^{104}$	$1.30 \cdot 10^{67}$

*Napomena: s_g - gustoća entropije***TABLICA 2.***Hawkingovo zračenje svemira*

$N = t(N)/t_p$	T_H / K	P_H / W	$P(N)/W$	$t_e / t(N)$
1	$5.6 \cdot 10^{30}$	$7.3 \cdot 10^{47}$	$3.6 \cdot 10^{52}$	$1.6 \cdot 10^4$
5	$1.1 \cdot 10^{30}$	$2.7 \cdot 10^{46}$	$3.6 \cdot 10^{52}$	$4.3 \cdot 10^5$
10	$5.6 \cdot 10^{29}$	$7.3 \cdot 10^{45}$	$3.6 \cdot 10^{52}$	$1.6 \cdot 10^6$
100	$5.6 \cdot 10^{28}$	$7.3 \cdot 10^{43}$	$3.6 \cdot 10^{52}$	$1.6 \cdot 10^8$
$1.18 \cdot 10^{61}$	$4.8 \cdot 10^{-31}$	$5.5 \cdot 10^{-75}$	$3.6 \cdot 10^{52}$	$2.3 \cdot 10^{126}$

SADRŽAJ

Sažetak	1
1. KOZMOLOŠKO VRIJEME I ENTROPIJA	1
2. TERMODINAMIČKA VJEROJATNOST SVEMIRA	3
3. HAWKINGOVO ZRAČENJE	6
4. ZAKLJUČAK	8
Literatura	9
Tablice	10
Sadržaj	11

COSMOLOGICAL OR ABSOLUTE TIME

Step back, which we were forced to make (never say never!) considering work [4], brought us to the point from which the problem of absolute time has presented itself to us much clearly. We connect cosmological time with specific entropy (entropy of the unit of cosmological quantum number) of whole Universe and not, like before, with entropy of the background radiation. Influence of the Hawking radiation of our Universe is also considered. We hope that view we are presenting here is at the same time confirmation of our concept of (planckonian) Universe as of cosmological time.