

Univerzitet u Beogradu
Matematički fakultet

Seminarski rad

Tema : **Teorija Velikog praska**

Predmetni profesor
Olga Atanacković

Student
Ivana Kalinović

Sadržaj

Uvod.....	2
Kosmološki modeli.....	3
Model ciklične vasionne.....	6
Elementarne čestice.....	7
Vremenski tok događaja.....	8
Dokazi.....	11
Neobjašnjena pitanja.....	13
Zaključak.....	14
Literatura.....	15

UVOD

Teorija Velikog praska predstavlja naučnu teoriju o nastanku vasione. O problemu nastanka vasione vodile su se rasprave još od davnina. Prema judejskoj, hrišćanskoj i muslimanskoj religiji, vasiona je nastala u ne tako dalekoj prošlosti. Sveti Avgustin je u svojoj knjizi "O božjoj državi" istakao da čovek, a možda i sama vasiona, nisu morali da postoje odveć dugo, već da se stvaranje vasione dogodilo oko 5000 godina pre nove ere. U doba kada je većina ljudi verovala da je vasiona statična i nepromenljiva, pitanje da li ona ima početak i kraj pripadalo je, u stvari, metafizici ili teologiji. I danas, ljudi skloni religijskom pogledu na svet, smatraju da je morala postojati neka sila veća od svih ostalih. Aristotelu i većini ostalih grčkih filozofa ideja o stvaranju se nije dopala jer je zahtevala božanski uticaj. Oni su stoga smatrali da su ljudska rasa i svet oko nje postojali oduvek i da će postojati večno. Možda je kosmos oduvek postojao, u nekom nama još nerazumljivom stanju (kao multiverzum, na primer).

Prva naučna istraživanja početka vasione vršena su tek sa razvojem metoda detekcije zračenja i fizičkih teorija, kao što su: kvantna mehanika, teorija relativnosti i teorija elementarnih čestica.

KOSMOLOŠKI MODELI

Dugo je vladalo uverenje da je vasiona ili oduvek postojala u nepromenjenom obliku ili je nastala u nekom konačnom vremenu u prošlosti u manje ili više sličnom obliku u kome je mi danas vidimo. Naučnici su smatrali da je vasiona beskonačna i statična. Međutim, model beskonačne, statične vasiona sadrži jedan paradoks (Olbersov paradoks). Problem se ogleda u tome što bi se u beskrajnoj statičnoj vasioni, ravnomerno ispunjenoj zvezdama, gotovo svaki pravac vizure okončao na površini neke zvezde. Oдавde proishodi da bi celo nebo trebalo biti podjednako blistavo kao Sunce. Čak i noću. Olbersov protivargument glasio je da svetlost sa dalekih zvezda prigušuje apsorpcija materije koja se nalazi u međuzvezdanom prostoru. No, da je to u pitanju, ova materija bi se jednom zagrejala, postavši i sama podjednako sjajna kao i zvezde. Jedini način da se izbegne zaključak da bi celo noćno nebo trebalo po sjaju biti jednako Suncu bio je da se pretpostavi da zvezde nisu večno sijale, već da su se "upalile" u nekom konačnom vremenu u prošlosti. Olbersov paradoks ukazuje na konačnu starost svemira i sjaja svih izvora svetlosti u njemu. Ovi modeli temelje se na prećutnoj pretpostavci da se vreme pruža beskonačno unazad, bez obzira na to da li je vasiona oduvek postojala. Kao što ćemo videti, međutim, pojam vremena besmislen je pre početka vasiona.

Otkriće da se vasiona širi predstavljalo je jednu od velikih intelektualnih revolucija dvadesetog veka. Teško je razumeti zašto niko nije ranije pomislio na tu mogućnost, jer bi statična vasiona ubrzo počela da se sažima pod dejstvom gravitacije. Ponašanje vasiona moglo se predvideti na osnovu Njutnove teorije gravitacije bilo kada u devetnaestom, osamnaestom, pa čak i sedamnaestom veku. No, tako je snažno bilo verovanje u statičnu vasionu da se zadržalo sve do dvadesetog veka. Čak je i Ajnštajn, kada je formulisao opštu teoriju relativnosti 1915, bio u toj meri uveren da vasiona mora biti statična da je modifikovao svoju teoriju kako bi ovo omogućio, i uveo u jednačine takozvanu kosmološku konstantu (Λ). Ajnštajn je zamislio jednu novu silu, 'antigravitaciju' koja, za razliku od ostalih sila, nije poticala ni iz kakvog posebnog izvora, već je bila utkana u samo prostorvreme. Međutim, ono što je Ajnštajn prevideo bilo je to da je ovaj sistem nestabilan, jer i najmanja promena kosmološke konstante (kao i promena gustine materije ili zakrivljenosti prostora) dovodi do modela vasiona koja se ili ubrzano širi ili koja kolapsira u procesu Velikog sažimanja (videti str. 12). Samo su dva naučnika, izgleda, bila spremna da doslovno prihvate opštu teoriju relativnosti. Ruski fizičar i matematičar Aleksandar Fridman uspeo je da iz Ajnštajnovih jednačina dobije nestacionarni model, a nezavisno od njega i belgijski astronom Lemetr; kao odgovor na Olbersov paradoks, izveli su druge modele vasiona koji počinju *fazom širenja iz stanja beskonačne gustine, temperature i energije, a dalji razvoj zavisi od toga kolika je srednja gustina materije u vasioni u odnosu na kritičnu vrednost.*

Posmatranja Edvina Habla iz 1929. godine ukazala su na svemir koji se širi. Ajnštajn je

napustio ideju kosmološke konstante i nazvao to svojom najvećom greškom. Međutim, posmatranja supernovih tipa Ia 1998. godine, pokazala su da se vasiona širi ubrzano, pa se kosmološka konstanta ponovo uvodi u kosmološke modele. Kosmološka konstanta Λ koju je Ajnštajn uveo predstavlja gustinu energije praznog prostora.

Ajnštajnovе jednačine OTR koje opisuju ponašanje radijusa krivine $R(t)$, kada je $\Lambda = 0$, svode se na uslov održanja energije i uslov održanja mase :

$$\left(\frac{dR}{dt}\right)^2 \frac{1}{R^2} + k \frac{c^2}{R^2} = \frac{8\pi}{3} G\rho$$

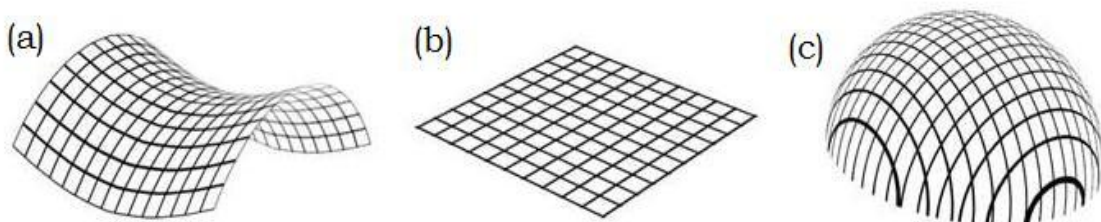
$$\rho R^3 = const$$

Ovde je ρ - srednja gustina svih oblika materije, c - brzina svetlosti, G – gravitaciona konstanta, k - indeks zakrivljenosti prostora ([1]). Modeli razvoja vasionе izvode se zavisno od vrednosti gustine materije u odnosu na kritičnu vrednost.

U sličaju da je kosmološka konstanta $\Lambda = 0$, imamo tri slučaja (tri Fridmanova modela):

- Ako je gustina materije manja od kritične, vasiona će se neprekidno širiti, sve dok se sve zvezde ne ugase i ostane samo beskrajno razređena sredina. Prostor je beskonačan (slika 1(a)), zakrivljenost $k = -1$
- Ako je gustina materije jednaka kritičnoj, dobija se ravan euklidski model (slika 1(b)). Prostor je ravan ($k = 0$) i beskonačan.
- Ako je gustina materije veća od neke kritične vrednosti, onda će se širenje vasionе odvijati sve sporije, u jednom trenutku će prestati i počće proces sažimanja. Krajnji rezultat je ponovno vraćanje u tačku beskonačne gravitacije, njena eksplozija i ponovljen proces širenja. Ovo je zatvoreni model; prostor je zatvoren i konačan (slika 1(c)), zakrivljenost prostora je $k=1$, ima konačnu zapreminu

Ajnštajnov ravan model vasionе podrazumevao je statičnu vasionu. Postoji i De Sitterov model vasionе koja se širi, model koji je takođe ravan ali je bez prisustva materije. Dakle, Ajnštajnov model predstavlja vasionu koja podrazumeva materiju ali ne i kretanje (npr. širenje vasionе), dok De Sitterov model podrazumeva kretanje, ali ne i prisustvo materije.



Slika 1: Modeli vasionе u zavisnosti od zakrivljenosti prostora – a) otvoren, b) ravan i c) zatvoreni model

Ukoliko je $\Lambda \neq 0$, imamo slučaj ubrzanog širenja vasiona. Danas smatramo da je upravo to slučaj, da se vasiona širi ubrzano, a da je uzrok tome za sada nepoznata (tamna) energija.

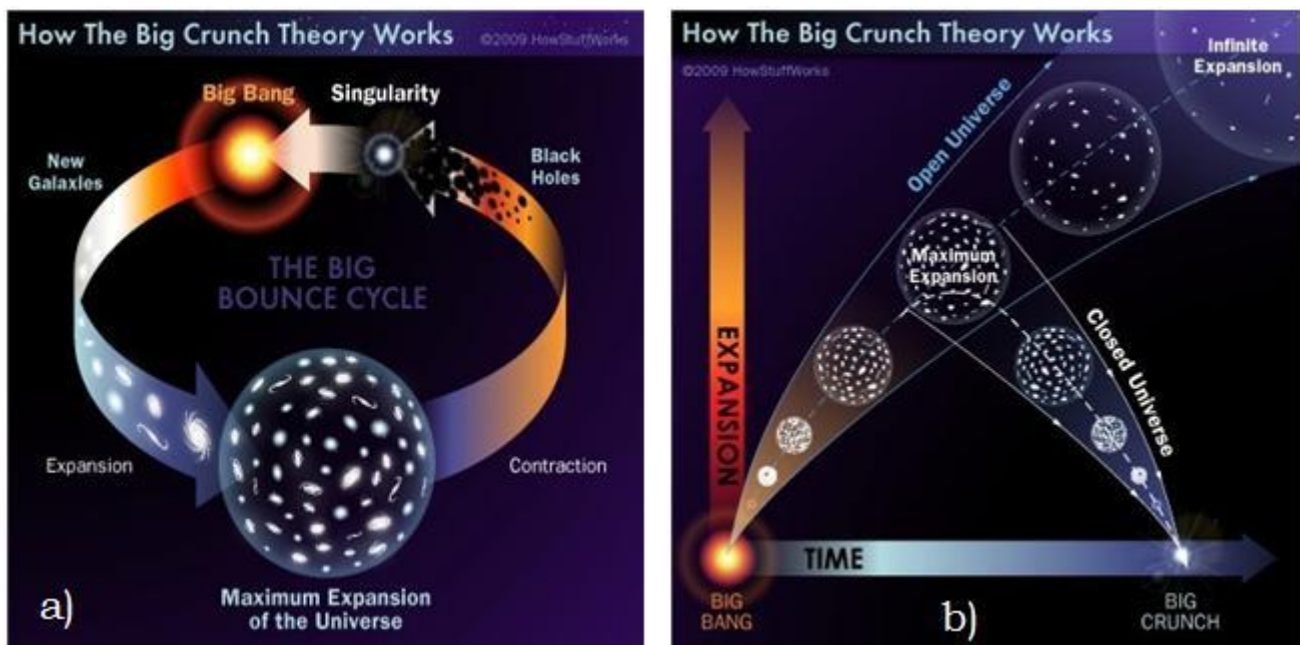
Bez obzira na konačnu sudbinu vasiona, naučnici se slažu u jednom – da je ona nastala u Velikom prasku. Smatra se da su vreme, prostor, energija i materija nastali pre 13,7 milijardi godina u tom događaju. To, dakle, nije bila eksplozija u prostoru, već *ekspanzija samog prostora i vremena*. Događaji pre Velikog praska nisu mogli biti od uticaja na kasnije događaje, pa bi trebalo da uzmemo da *vreme počinje Velikim praskom*.

Sliku vrelog ranog razdoblja vasiona prvi je izložio naučnik Džordž Gamov u znamenitom radu koji je 1948. objavio u koautorstvu sa svojim studentom Ralfom Alferom. Gamov je imao smisla za humor - ubedio je nuklearnog fizičara Hansa Betea da se takođe potpiše na ovaj rad, kako bi njegovi autori bili Alfer, Bete i Gamov, kao prva tri slova grčkog alfabeta, alfa, beta i gama: više nego prikladno za rad o početku vasiona!

Interesantno je da sam naziv “Veliki prasak” potiče od Freda Hojla (engleskog astronoma koji je favorizovao stacionarni model), koji je u toku jedne radio-emisije na BBC-u marta 1949. spontano upotrebio izraz “...ova ideja Velikog praska...” (“this Big Bang idea”), javno ismevajudi tezu o postojanju singulariteta i crnih rupa, pa samim tim i singularitet u samom Velikom prasku.

MODEL CIKLIČNE VASIONE

Iako danas znamo da se vasiona ubrzano širi i da će, po svemu sudeći, nastaviti da se ubrzano širi, još uvek postoje istraživanja tzv. modela ciklične (pulsirajuće) vasionne. Postoji dodatak ideji jednog od Fridmanovih modela, u slučaju kada je gustina vasionne veća od kritične koja je potrebna da se zaustavi širenje ([5],[8]). Svaki ciklus čine Veliki prasak, zatim sažimanje vasionne i njen kolaps - "Big Crunch" (ukupni period od oko 10^{12} godina). Sva materija bi se približavala do kolapsa u crne rupe iz kojih bi se formirala jedna unificirana crna rupa Velikog praska. Na ovaj način svemir se vraća u prvobitno stanje opisano u teoriji Velikog praska, a zatim se nastavlja u ponovnom procesu Velikog praska (slika 4). Ovaj ciklus neizmeničnog smenjivanja Velikog praska i Velikog sažimanja naziva se Veliko odbijanje ("Big bounce").



Slika 4: a) ciklus Velikog odbijanja, b) model otvorene naspram modela zatvorene vasionne

Kakav god scenario bio, moramo se složiti da je svemir „zaboravan“, da su sve informacije koje su postojale pre Velikog praska nepovratno izbrisane, te i nemaju nikakvog značaja za buduće događaje. Čak i da je bilo događaja pre Velikog praska, pomoću njih se ne može odrediti šta će se posle toga dogoditi, zato što bi predvidljivost otkazala u trenutku Velikog praska (u singularitetu). Slično tome, ako - kao što je zaista slučaj - znamo jedino ono što se zbivalo posle Velikog Praska, ne bismo mogli da odredimo šta se odigravalo pre njega.

ELEMENTARNE ČESTICE

Da bismo mogli razumeti prve trenutke Velikog praska, moramo dobro poznavati elementarne čestice. Elementarne čestice su, zapravo, one čestice koje nemaju podstrukturu; to su najmanji gradivni elementi od kojih su sačinjene sve ostale čestice.

Prema Standardnom modelu, elementarne čestice dele se u dve grupe (zavisno od spina) :

- Fermioni – Nosioi mase, polucelobrojan spin, ima ih 12 i podeljeni su u dve grupe:
 - Kvarkovi (up, down, charm, strange, top, bottom) sa naelektrisanjem $2/3$ ili $-1/3$, interaguju jakom silom

Kvarkovi se udružuju gradeći *hadrone* (protoni, neutroni)

- Barioni – 3 kvarka
- Antibarioni – 3 antikvarka
- Mezoni – kvark-antikvark

- Leptoni, ne interaguju jakom silom (e- elektron, μ -mion, τ -tauon, ν - neutrino (tau, mionski i elektronski))

- Bozoni – Nosioi sile
 - Gluoni (nosioci jake nuklearne sile)
 - W i Z bozoni (nosioci slabe nuklearne sile)
 - Fotoni (nosioci elektromagnetne sile)
 - (Higsov bozon i graviton)

Three generations of matter (fermions)

	I	II	III	
mass	2.4 MeV/c ²	1.27 GeV/c ²	171.2 GeV/c ²	0
charge	$2/3$	$2/3$	$2/3$	0
spin	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1
name	u up	c charm	t top	γ photon
Quarks	4.8 MeV/c ²	104 MeV/c ²	4.2 GeV/c ²	0
	$-1/3$	$-1/3$	$-1/3$	0
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1
	d down	s strange	b bottom	g gluon
Leptons	<2.2 eV/c ²	<0.17 MeV/c ²	<13.5 MeV/c ²	91.2 GeV/c ²
	0	0	0	0
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z⁰ Z boson
Gauge bosons	0.511 MeV/c ²	105.7 MeV/c ²	1.777 GeV/c ²	80.4 GeV/c ²
	-1	-1	-1	± 1
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1
	e electron	μ muon	τ tau	W[±] W boson

Slika 2: Standardni model elementarnih čestica

Pritom za svaku elementarnu česticu postoji antičestica. Ima ih, dakle 12. Na primer, antielektron (pozitron) e^+ je antičestica elektrona, sa naelektrisanjem $+1$.

VREMENSKI TOK DOGAĐAJA

Sam Veliki prasak može se opisati kao proces sačinjen od nekoliko epoha, koje su se dogodile u najmanjem deliću sekunde (slika 3). U periodu od prve mikrosekunde pa do 300 000 godina nakon Velikog praska, temperatura vasiona se spustila sa 10^{13} K do 3000K, dok se njen prečnik povećao sa 10^{10} km na 10^{25} km. No, krenimo od početka ([7]).

Plankovo vreme ($t=0$ s) - period samog početka vremena, u prvom trenutku nakon Velikog praska, tj. u vremenu 10^{-43} s nakon same Velike eksplozije ni jedna fizička teorija ne može objasniti. Prostor je beskonačno mali, gustina beskonačno velika, postoji samo singularitet. Smatra se da u ovom periodu nisu postojale, kao zasebne, osnovne sile prirode, već je postojala samo jedna sila, tzv. *velika sila unifikacije*.

Era inflacije ($T=10^{27}$ K, $t=10^{-35}$ s, $R=10^{-26}$ m) – na kraju Plankove ere izdvaja se gravitaciona sila i stiče nezavisan identitet koji današnji zakoni mogu dobro opisati. Dešava se iznenadna *eksponencijalna* ekspanzija vasiona materije, i tada se vasiona povećala za faktor 10^{50} . Nakon toga, dolazi do izdvajanja elektroslabe sile i jake nuklearne sile. Smatra se da je u ovom periodu vasiona ličila na “supu” elementarnih čestica i antičestica koje su se neprekidno stvarale iz energije kao parovi čestica-antičestica, ponovo se sretale, uništavale i pretvarale u energiju. Neke od čestica koje su nastale u ovom periodu postoje i danas kao gradivni elementi materije (kvarkovi i antikvarkovi, pa se ova etapa u kojoj dolazi do formiranja kvarkova može nazvati i *era kvarkova*) ili kao nosioci sile (bozoni). Pretpostavlja se da je u ovom periodu došlo do asimetričnog raspada čestica i antičestica - na svakih milijardu antičestica nastaje milijardu i jedna čestica, te je ovaj asimetrični raspad, kako se smatra, vremenom doveo do nadmoći materije u odnosu na antimateriju. *Tako se objašnjava dominacija materije u današnjoj vasioni*. Ova mala nadmoć materije u odnosu na antimateriju pokazala se kao dovoljna da mi danas postojimo. Nakon toga, čestice i antičestice se sudaraju i pretvaraju u energiju (fotone). Krajem ere kvarkova (10^{-12} s), elektroslaba sila se razdvaja na elektromagnetnu silu i slabu nuklearnu silu; od ovog trenutka prirodne sile i fizički zakoni dobijaju oblik koji mi danas poznajemo.

Kako se vasiona širila i hladila, količina energije potrebna za spontano stvaranje čestica je opadala. U jednom periodu, ta energija je opala ispod praga neophodnog za stvaranje parova čestica i antičestica; svakih milijardu potiranja ostavilo je za sobom milijardu fotona, a “zamrznuti” kvarkovi i antikvarkovi nisu propali, već su počeli da se udružuju i stvaraju teže čestice.

Era bariogeneze ($t=1s$, $R=10^{10}km$) – U ovoj eri počelo je grupisanje kvarkova i antikvarkova u parove i trojke. Takozvani “gore”(up) kvarkovi i “dole” (down) kvarkovi su se udruživali sa gluonima i stvarali protone i neutrone (proton = 1down+2up ; neutron = 1up + 2down). Ubrzo nakon formiranja prvih protona i neutrona došlo je i do formiranja i ostalih hadrona - bariona, antibariona i mezona. Protoni i neutroni mogu da prelaze jedni u druge u reakcijama tipa:



gde je p – proton, n – neutron, ${}^0_{-1}e$ - elektron, 0_1e - pozitron, ν – neutrino, $\bar{\nu}$ – antineutrino.

U ovom periodu su leptoni (elektroni, neutrini i njihove antičestice) bili veoma brojni i anihilirali su se. Nakon prve sekunde, ono što se prethodno desilo sa hadronima, sada se dešava sa elektronima i pozitronima : međusobno se potiru, a samo jedan elektron na milijardu je preživeo.

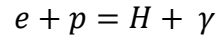
Era nukleosinteze ($T=10^{10}K$, $t=200s$) – Pošto se okončala era međusobnog potiranja elektrona i pozitrona, u kosmosu je na svaki proton dolazio po jedan elektron. Sa nastavkom hlađenja, odnosno nakon što je temperatura pala ispod 10 milijardi stepeni, protoni su se počeli povezivati sa drugim protonima i neutronima obrazujući atomska jezgra. Formirana su u najvećem broju jezgra helijuma He^4 (primordijalni helijum) dok su ostala jezgra, kao što je He^3 (2p,1n), jezgro litijuma (3p,4n), deuteron (1p,1n), bila manje zastupljena. Ove reakcije, nazvane reakcije nukleosinteze Velikog praska, trajale su dva-tri minuta, a za to vreme je formirano 98% današnjeg helijuma. U ovim reakcijama završili su i svi preostali slobodni neutroni, ostali su samo elektroni i protoni.

Nakon ere nukleosinteze došlo je do tzv. ‘neprozračnosti’ vasiona. Narednih 300 000 godina vasiona se samo širila i hladila, ali je i dalje bila previše vrela da bi se formirali prvi atomi. Slobodni elektroni su bili u procesu stalnog sudaranja sa fotonima, pa su, čim bi se elektron približio jezgru helijuma ili protonima, bili razdvajani pod uticajem fotona. Zbog ovakvog stalnog sudaranja sa elektronima, fotoni se nisu kretali pravolinijski već su im putanje bile vrlo krivudave; kada bi neki posmarač mogao da vidi vasionu u tom periodu, ona bi ličila na gustu maglu. Krajem neprozračne ere bilo je mnogo više slobodnih protona nego jezgara helijuma ili jezgara drugih atoma. Sve je bilo spremno za nastanak prvih atoma, pripremljeni su uslovi za budući kosmos.

Ere u kojima je temperatura $T > 10^4 K$ nazivaju se jednim imenom *ere zračenja*.

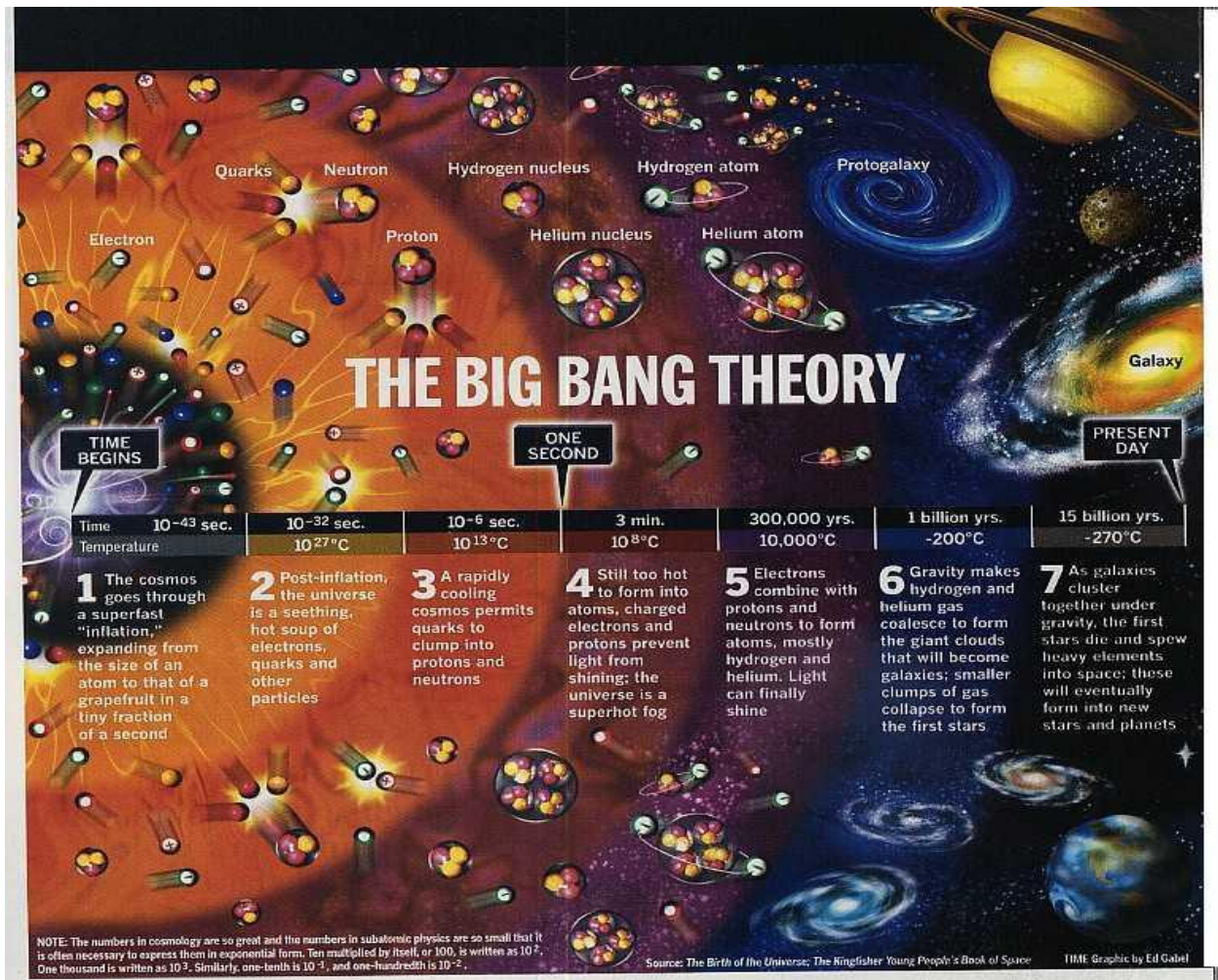
Era materije (rekombinacije) ($T=3000K$, $t=300\ 000$ god, $R=10^{25}km$) - Kada se temperatura vasiona spustila do oko 3000K, elektroni su počeli da zauzimaju mesta na orbitama oko jezgara.

Na ovoj temperaturi stvoreni su uslovi za formiranje neutralnih vodonikovih atoma rekombinacijom elektrona i protona uz oslobađanje zračenja koje se potom prostiralo slobodno.



Dakle, tek kada su elektroni postali deo atoma, fotoni su postali slobodni. Fotoni su mogli slobodno da se kreću pa je vasiona postala prozračna. Upravo u ovom periodu nastalo je pozadinsko mikrotalasno zračenje. Što se tiče lakih elemenata, kada su se formirali, odnos atoma vodonika i helijuma bio je 9:1. U manjoj količini, stvoreni su i atomi litijuma i deuterijuma (teškog vodonika). Elektroni su ostali vezani oko jezgara atoma sve do formiranja zvezda.

Zvezdana era ($T=10^8$ god) - Vasiona kao celina nastavila je da se širi i hladi, ali u područjima koja su bila malo gušća od proseka to širenje bilo je usporeno gravitacionim privlačenjem. U ovom periodu počinju da sijaju prve zvezde.



Slika 3 : Vremenski tok događaja po modelu Velikog praska

DOKAZI

Hablov zakon

Godine 1929. Edvin Habl je, na osnovu merenja crvenog pomaka linija u spektru galaksija, došao do zaključka da se udaljene galaksije, ma kuda pogledali, brzo udaljuju od nas, pri čemu je brzina srazmerna njihovom rastojanju (što su dalje, brže se udaljavaju):

$$v = H_0 D$$

gde je v - brzina, D – udaljenost, H_0 – Hablova konstanta.

Kako položaj Zemlje u vasioni nije ni po čemu specifičan, to znači da se sve galaksije međusobno udaljavaju. Drugim rečima, *vasiona se širi*. Ovo znači da su u ranijim vremenima nebeska tela bila međusobno bliža. U stvari, postojao je, kako izgleda, trenutak kada se sva materija nalazila na istom mestu i kada je gustina vasiona bila beskonačna. Ovo otkriće konačno je uvelo pitanje početka vasiona na područje nauke.

Kasnije je posmatranje supernovih tipa Ia (objavljeno 1998. godine), kao najdaljih posmatranih pojedinačnih objekata, dalo konačan odgovor da se vasiona zaista širi i to ubrzano, i da će verovatno tako i ostati.

Zastupljenost hemijskih elemenata

Upravo je teorija primordijalne (prvobitne) nukleosinteze (druga, zvezdana nukleosinteza, dešava se i danas u zvezdama) bila jedna od onih koje su teoriji Velikog praska dale čvrstu osnovu. Ova teorija daje određena predviđanja o količini elemenata koje bi trebalo da vidimo. Pošto su posmatranja svakog elementa nezavisna, kada bi se posmatranja svih elemenata potpuno slagala sa predviđanjima osim jednog, teoriju bi trebalo odbaciti. Međutim, teorija Velikog praska tačno predviđa odnos elemenata danas vidljivih u vasioni.

Mikrotalasno pozadinsko zračenje

Kao potvrdu teorije Velikog praska, astronomi su detektovali pozadinsko mikrotalasno zračenje koje je predvideo Džordž Gamov, a koje je nastalo u eri materije. Ono je detektovano kao zračenje apsolutno crnog tela na temperaturi od oko 3K, i koje ravnomerno ispunjava vasionu. Godine 1965, dva američka fizičara iz 'Bell Telephone Laboratories' u Nju Džerziju, Arno Penzijas i Robert Vilson, isprobavala su jedan veoma osetljiv mikrotalasni detektor. Penzijas i Vilson su se zabrinuli kada su ustanovili da im detektor beleži izrazitiji šum nego što je trebalo. Izgledalo je da taj šum ne potiče ni iz jednog posebnog pravca. Pokazalo se da je višak šuma nepromenjen ma u kom pravcu bio okrenut detektor, što je značilo da mora da potiče negde izvan atmosfere. Šum je uz to ostajao isti danju i noću, kao i preko cele godine. Ovo je značilo da zračenje mora da dolazi odnekud izvan Sunčevog sistema, pa čak i izvan Galaksije, budući da bi inače variralo kada bi se detektor upravljao u različitim pravcima. Danas znamo da je ovo zračenje na putu do nas moralo da prevali celu vidljivu vasionu, a kako izgleda da je ono isto u svim pravcima, onda i vasiona mora biti ista u svim pravcima, makar i samo u velikim razmerama. To zračenje Penzijas i Vilson otkrili su kao visok radio-sjaj neba na talasnoj dužini 7.35cm. Intenzitet zračenja koji su detektovali odgovarao je zračenju apsolutno crnog tela na temperaturi od oko 3K. Sa Zemlje je detektovano zračenje u centimetarskom opsegu, ali maksimum krive je ležao u milimetarskom opsegu. Godine 1989. lansiran je i satelit COBE (**C**osmic **B**ackground **E**xplorer **S**atelite) koji je potvrdio dobijene rezultate, dobivši spektar mikrotalasnog zračenja sa maksimumom na 1mm čija se raspodela savršeno poklapa sa raspodelom zračenja crnog tela temperature $T=2.735K$. Takođe je 2001. godine lansirana letelica WMAP (**W**ilkinson **M**icrowave **A**nisotropy **P**robe) koja je mapirala mikrotalasno pozadinsko zračenje. Sada nam je poznato da, bez obzira na pravac iz koga potiče, ovo zračenje varira tek na petoj decimali, te su tako Penzijas i Vilson došli do izuzetno tačne potvrde pretpostavke Džordža Gamova o Velikom prasku.

NEOBJAŠNJENA PITANJA

Ova slika vasiona koja je u početku bila veoma topla, da bi se prilikom kasnijeg širenja hladila, u saglasnosti je sa svim posmatračkim nalazima kojima danas raspolažemo. No, ona ipak ostavlja izvestan broj značajnih pitanja:

- Kako i iz čega je vasiona nastala?
- Zašto je rana vasiona bila tako topla?
- Zašto u njoj materija tako dominira nad antimaterijom?
- Zašto je vasiona u makrokosmičkim razmerama tako jednoobrazna? Zašto izgleda ista u svim tačkama prostora i u svim pravcima? A posebno zašto je temperatura mikrotalasnog pozadinskog zračenja ista u kom god pravcu pogledali? Prema teoriji relativnosti, ako svetlost ne može da stigne od jednog područja do drugog, onda za to nije kadra ni bilo koja druga informacija. Prema tome, nije bilo načina na koji su različita područja rane vasiona mogla steći istu temperaturu, osim ako iz nekog razloga to nije bio slučaj od samog početka.
- Problem nehomogenosti - Uprkos činjenici da je vasiona tako jednoobrazna i homogena u makrokosmičkim razmerama, ona sadrži lokalne nepravilnosti, kao što su zvezde i galaksije. Za njih se smatra da su nastale iz malih razlika u gustini pojedinih područja rane vasiona. Odakle potiču ove fluktuacije gustine?
- Šta je tamna materija koja čini oko 23% sastava vasiona? Šta je tamna energija? Ono što znamo je da, nasuprot gravitaciji koja deluje privlačno i teži da sažima, tamna energija (a pretpostavlja se da tamna energija čini oko 73% vasiona) teži da širi vasionu i dovede je u stanje beskonačne ekspanzije.
- Da li je vasiona od početka imala gotovo kritičnu stopu širenja, tako da se i sada, skoro četrnaest milijardi godina kasnije, ona još širi tom istom stopom?
- Koja je sudbina vasiona?

ZAKLJUČAK

Ajnštajnova opšta teorija relativnosti opisuje makrokosmičko ustrojstvo vasione. Ona spada u takozvane klasične teorije; drugim rečima, ona ne uzima u obzir načelo neodređenosti kvantne mehanike, kao što bi to trebalo, da bi bila saglasna sa ostalim teorijama. Razlog što ne dovodi do neslaganja sa nalazima posmatranja leži u tome što su sva gravitaciona polja koja mi uobičajeno posmatramo veoma slaba. Međutim, teoreme o singularnosti, o kojima je ranije bilo reči, ukazuju na to da bi gravitaciono polje trebalo da postane veoma snažno u bar dve situacije: kod crnih rupa i Velikog praska. Kod takvih snažnih polja efekti kvantne mehanike postaju važni. Prema tome, u izvesnom smislu, klasična opšta relativnost predviđa vlastito zakazivanje, nagoveštavajući postojanje tačaka beskrajne gustine, baš kao što i klasična (odnosno, nekvantna) mehanika predviđa sopstveno zakazivanje, govoreći o tome da će atomi kolabirati do beskrajne gustine. Mi još ne raspoložemo celovitom, koherentnom teorijom koja objedinjuje opštu relativnost i kvantnu mehaniku, ali nam je zato poznat izvestan broj svojstava koja ona treba da ima.

S obzirom na okolnost da su se delimične teorije kojima već raspoložemo pokazale dovoljne za dolaženje do tačnih predviđanja u svim okolnostima osim onih krajnjih, traganje za celovitom objedinjenom teorijom vasione teško da bi se moglo opravdati u praktičnom pogledu. Ali još od osvita civilizacije ljudi se nisu zadovoljavali time da vide događaje kao nepovezane i neobjašnjive. Umesto toga, trudili su se da proniknu u skriveni poredak sveta. Mi danas i dalje čeznemo da dokučimo zbog čega smo ovde i odakle potičemo. Najdublja žeđ čovečanstva za znanjem predstavlja dovoljno opravdanje za nastavak naših traganja. A cilj koji imamo pred sobom nije ništa manje do potpuno opisivanje vasione u kojoj živimo.

Literatura

- [1] Mirjana Vukićević-Karabin i Olga Atanacković-Vukmanović - Opšta astrofizika, zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004.
- [2] Nil de Gras Tajson i Donald Goldsmit - Nastanci : četrnaest milijardi godina kosmičke evolucije , Laguna, Beograd, 2005.
- [3] Milan M.Ćirković, Aleksandar Zorkić, Slobodan Spremo - Poslednjih 14 milijardi godina – astronomija u 609 pitanja i odgovora, Spremo, Novi Sad, 2006.
- [4] Stiven Hoking - Kratka povest vremena, Sfinga, 1988.
- [5] „Veliki prasak ili veliki odbitak?“ – časopis Planeta, Bellmedia d.o.o, januar/februar 2009.
- [6] Albrecht Unsöld - The new cosmos, Springer-Verlag, New York, 1969.
- [7] Vasiona– Mladinska knjiga, Beograd, 2008
- [8] <http://en.wikipedia.org/>
- [9] <http://scienceblogs.com>
- [10] <http://map.gsfc.nasa.gov/>
- [11] <http://static.astronomija.co.rs/>