

N.S.MƏMMƏDOV

**KAİNAT VƏ ONUN
TƏRKİB HİSSƏLƏRİ
OLAN ULDUZ VƏ
QALAKTİKALAR NECƏ
YARANMIŞDIR?**

Bakı - «Elm» - 2001

***Nəşr Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası
N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının
elmi şurasının qərarına əsasən çap olunur.***

UDK.539.12

+ 539
M 52

Rəyçi: f.-r.e.d. Ə.S.Quliyev

Məmmədov N.S. Kainat və onun tərkib hissələri olan ulduz və qalaktikalar necə yaranmışdır? (*elmi-kütləvi nəşr*)
Bakı: «Elm», 2001. - 36 s.

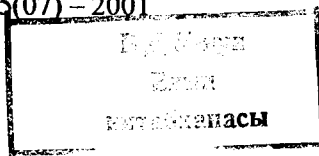
ISBN - 5-8066-1371-2

Elementar hissəciklər nəzəriyyəsi ilə kosmologiya elmi arasında sıx əlaqə getdikcə möhkəmlənir və bunun sayəsində də Kainatın yaranmasının ilk anlarında baş verən fiziki prosesləri şərh etmək mümkün olur.

Broşurada bu iki elm arasındakı əlaqənin əmələ gəlməsi səbəbləri, onun doğurduğu problemlər və onların həlli üsulları verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, Kainat öz doğuşunu zamanın 10^{45} san. ilə 10^{35} san. intervalında götürmüşdür.

Nəşr geniş oxucu kütləsi, elmi işçilər, tələbə, aspirantlar və ali məktəbdə mühazirə oxuyan müəllimlər üçün nəzərdə tutulmuşdur.

M 1605050000
655(07) – 2001



© «Elm» nəşriyyatı, 2001

REDAKTORDAN

İnsanlar qədim zamanlardan bu və ya digər şəkildə Kainatın yaranmasını anlayıb izah etməyə çalışmışlar. Kainatın yaranması istiqamətində mövcud olan fikir və mülahizələrə baxmayaraq məsələ bu gün də axıradək həll edilməmiş qalır.

N.S.Məmmədovun "Kainat və onun tərkib hissələri olan ulduz və qalaktikalar necə yaranmışdır?" adlı tədqiqatında toxunulan məsələ Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsi və elementar hissəciklərə aid son zamanlar əldə edilmiş nəticələrin köməyi ilə şərh edilir. Müəllif qarşısına qoyduğu məqsədə mövcud nəzəriyyələrdən köklü şəkildə fərqlənən üsulla nail olmuşdur. Məhz həmin üsulla Kainatın necə yarandığını, onun mərhələlərlə inkişafını, bu zaman orada baş verən fiziki proses və təkamülü, ulduz və qalaktikaların əmələ gəlməsini, Kainatın müasir dövründə ifrat yeni ulduzun partlama mexanizmini və bunun da yeni-yeni ulduzların əmələ gəlməsində rolunu və s. hadisələri izah etmək mümkün olur. Kitab geniş oxucu kütləsi üçün nəzərdə tutulur, amma ondan elementar hissəciklər və kosmologiya elmləri ilə məşğul olan elmi işçilər, ali məktəb müəllimləri, aspirant və tələbələr də faydalana bilər.

GİRİŞ

"Kainat və onun tərkib hissələri olan ulduz və qalaktikalar necə yaranmışdır?" mövzusu ətrafında çoxlu sayda fikir və mülahizələr, monoqrafiyalar, elmi məqalələr və s. mövcuddur. Lakin indiki dövrdə mövcud olan nəzəriyyə və fərziyyələrin heç biri Kainatın yaranma səbəblərini və onun sonrakı təkamülünü ayırd etməyə imkan vermir. Ümumiyyətlə, Kainatın əmələ gəlməsi və təkamülü mövzusunda aparılan tədqiqat işləri elə qurulmalıdır ki, onun vasitəsilə Kainatın orada mövcud olan bir-birindən asılı olmayan dörd qravitasiyanın, elektromaqnit, zəif və güclü qarşılıqlı təsir qüvvələrinin, ulduzların, onların topalarının, qalaktikaların, onların topalarının, dumanlıqlarının əmələ gəlməsini, təkamülünü və Kainatda baş verən digər fiziki prosesləri ziddiyyətsiz şəkildə izah edə bilsin. (Günəş sisteminin əmələ gəlməsi və dinamikası mövzusunda ayrıca kitab gələcəkdə çap ediləcək). Bu baxımdan ən aktual problemlərdən bir neçəsi aşağıdakılardan ibarətdir.

-nə üçün qalaktikalara 200 milyarddan çox ulduz daxildir?

-nə üçün 200 milyarddan çox qalaktika vardır və onlar bir-birindən uzaqlaşır?

-nə üçün qalaktikaların ölçüləri (uzununa 100000 işıq ili, eninə isə 6000 işıq ili) bu qədər böyükdür?

-nə üçün Kainatda çoxlu miqdarda maddə əmələ gəlmişdir?

-Kainatın sərbəstlik dərəcələrindən biri olan şüur və şüurlu (məs. İnsan) necə yaranmışdır?

Müəllif bu broşurada sadalanan suallara cavab tapmağa çalışmış və demək olar ki, ona nail olmuşdur.

Oxucunun diqqətini ona yönəltmək istərdim ki, Kainat zamanın 10^{45} can. anından bugünkü günədək (o vaxtdan indiyə qədər 18 milyard il keçmişdir) daima genişlənməkdədir. Həmin genişlənmə Kainatın doğulması 10^{35} san. anından indiyə qədər davam edən fiziki prosesdir. Buradan da alınır ki, Kainatda maddənin əmələ gəlmə səbəbi fəzanın genişlənməsinin məhsulu kimi meydana çıxmalıdır. Beləliklə, Kainat nədir? - sualı yaranır.

§1. Kainat nədir?

Biz gecə adi gözlə göy qübbəsinə baxdıqda orada saysız-hesabsız ulduzları müşahidə edirik. Həmin ulduzlar sistemi bizim qalaktika adlanır. Bizim qalaktikaya 200 milyarda yaxın ulduz daxildir. Güclü optik teleskoplarla, radio teleskoplarla və Yer ətrafına çıxarılmış teleskoplarla aparılan müşahidələr göstərir ki, Bizim qalaktikadan fərqli olan başqa qalaktikalar da mövcuddur. Təcrübə göstərir ki, kənar qalaktikaların sayı 200 milyarddan çoxdur və hər bir qalaktikaya 200 milyarda yaxın ulduz daxildir. Slayfer və Habbl tərəfindən aparılan müşahidələr göstərir ki, həmin qalaktikalar biri-birindən uzaqlaşır. Hal-hazırda müşahidə olunub ki, bizdən 15-18 milyard işıq ili məsafəsində (bir işıq ili-ışıq şüasının bir il ərzində getdiyi məsafə nəzərdə tutulur; işığın sürəti isə boşluqda bir saniyədə 300000 km-ə bərabərdir) məsafəsində yerləşən qalaktikalar və kvazarlar mövcuddur. Kvazar bizdən ən uzaq məsafədə yerləşən ulduzabənzər obyektlərə deyilir. Onların kütləsi və ölçüsünə bərabərdir. Məhz ona görə də kvazarlarda baş verən bəzi fiziki prosesləri nəzəri cəhətdən izah etmək hələlik mümkün olmamışdır. Kvazarlar daim bizim qalaktikadan uzaqlaşır.

Xüsusi olaraq qeyd etmək lazımdır ki, bizi yaşadan Günəş normal ulduzlar sistemində daxil olan milyardlarla ulduzlardan biridir. Günəşin kütləsi $2 \cdot 10^{33}$ q, radiusu 750000 km-ə bərabərdir. Onun ətrafında bizə məlum olan 9 planet, asteroidlər, komətlər, meteor, meteoritlər daim fırlanmaqdadır. Bu obyektlər Günəşin çox güclü qravitasiya-cazibə sahəsinə malik olmasına görə onun ətrafında fırlanırlar. Daha doğrusu, Günəş çox güclü qravitasiya cazibə sahəsinə malik olduğuna görə həmin obyektləri öz ətrafında fırlanmağa məcbur edir. Bütövlükdə Günəş sistemi bizim qalaktikanın nüvəsinin (diskinin) ətrafında saniyədə 250 km sürətlə fırlanır.

Qeyd etmək lazımdır ki, astronomiya müşahidələri ulduz və qalaktikaların topalarının mövcudluğunu da təsdiq edir.

Yuxarıda sadalananları nəzərə alsaq, ulduz və onların toparları, qalaktikalar və onların toparları, kvazarlar, dumanlıqlar və digər müşahidə oluna bilməyən (gizli kütlə adlanır) obyektlər birlikdə Kainatı təşkil edir.

Eynşteyn tərəfindən yaradılan ümumi nisbilik nəzəriyyəsi göstərir ki:

- a) Kainat daim genişlənməkdədir;
- b) Kainatın ölçüsü 10^{28} sm-dir;
- v) Kainatda olan maddənin orta sıxlığı 10^{-29} q/sm³ bərabərdir;
- s) Kainat təqribən 18 milyard il bundan əvvəl yaranmışdır;
- d) Kainatda olan maddənin miqdarı (yəni kütləsi) Günəş kütləsinin 10^{24} mislinə bərabərdir.

§2. Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsi haqda

Qeyd edək ki, klassik nəzəriyyə adlandırılan Nüton mexanikası, daha doğrusu, ümumdünya cazibə qanunu, Günəş sisteminə daxil olan planetlərin, asteroidlərin, komet və digər obyektlərin hərəkətlərini böyük dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir. Nütonun ümumdünya cazibə qanunu vasitəsi ilə qalaktikalara daxil olan ulduzların da hərəkətini öyrənmək mümkündür. Qalaktikaların (məsələn, Bizim qalaktikanın) diametrinin yüz min işıq ilinə bərabər olduğunu nəzərə alsaq, onda Nüton mexanikasının necə böyük nəzəriyyə olduğunu anlamaq çətin deyildir. Lakin bütün bu üstünlüklərə baxmayaraq, qeyd etmək lazımdır ki, Nüton mexanikası bir sıra çatışmazlıqlarla qarşılaşmışdır. Məsələn, Nüton mexanikasında mütləq fəza (mütləq koordinat sistemi) mütləq zaman anlayışlarını qəbul etmək lazım gəlib. İkinci çatışmayan cəhət odur ki, Nüton mexanikasına görə, qravitasiya-cazibə sahəsi sonsuz məsafələrə ani olaraq yayıla bilər, yəni qravitasiya-cazibə sahəsi sonsuz sürətlə yayılır. Işıq sürətinə yaxın sürətlə hərəkət edən obyektlərin hərəkətini Nüton mexanikası çərçivəsində öyrənmək mümkün olmur. Yuxarıda sadalananları nəzərə alsaq, belə bir qənaəət gəlirik ki, Nüton mexanikası daha da inkişaf etdirilməlidir və elə bir nəzəriyyə qurulmalıdır ki, o, Nüton mexanikasını həm özündə saxlasın, həm də yuxarıda sadalanan çatışmazlıqları aradan qaldırsın. Belə bir nəzəriyyə Eynşteyn tərəfindən yaradılmış xüsusi və ümumi nisbilik nəzəriyyəsidir.

Xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi Kainatda baş verən bütün fiziki proseslərin məkan və zaman xassələrini öyrənir. Bu nəzəriyyə aşağıdakı iki əsas prinsip üzərində qurulmuşdur.

Onlardan birinci Eynşteyn nisbilik prinsipi adlanır. Bu prinsipə əsasən bərabərsürətli və düzxətli hərəkət edən sistem onun daxilində baş verən fiziki proseslərə heç bir təsir göstərmir. Başqa sözlə desək, inersial koordinat sistemlərində təbiət qanunları eyni qaydada cərəyan edir.

Onlardan ikincisi isə qarşılıqlı təsirin yayılma sürəti müəyyən maksimal qiymətdən yuxarı ola bilməz prinsipi adlanır. Həmin maksimal sürət işığın boşluqdakı sürətinə bərabərdir. Xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinə görə, zaman müxtəlif inersial koordinat sistemlərində müxtəlif cür axma sürətinə malikdir və enerji cismin kütləsinin işıq sürətinin kvadratına vurulmasına bərabərdir. Yəni $E=mc^2$.

Beləliklə, biz görürük ki, xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi təbiət qanunlarını klassik mexanika baxımından köklü şəkildə fərqli olaraq izah edir.

Ümumi nisbilik nəzəriyyəsi 1905-1915-ci illərdə Eynşteyn tərəfindən kəşf olunmuşdur. Bu nəzəriyyənin əsasında ekvivalentlik prinsipi - təcilli hərəkətin qravitasiya sahəsindəki hərəkətlə eyniləşdirilə bilməsi prinsipi durur. Ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin tənlikləri məkan və zamanın həndəsi xassələri ilə orada paylanmış qravitasiya sahəsi yaradan maddə arasında əlaqə yaradır. Bu o deməkdir ki, maddənin müxtəlif şəkildə paylanması müxtəlif xassəli həndəsələr meydana çıxarır.

Ümumi nisbilik nəzəriyyəsi xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinə daha da inkişaf etdirmişdir. Belə ki, ümumi nisbilik nəzəriyyəsinə görə, məkan-zaman bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olmaqla bərabər, materiyanın varlıq formalarıdır. Buradan da alınır ki, ümumi nisbilik nəzəriyyəsinə görə, məkan-zaman və materiya bir yeganəlik təşkil edir. Ümumi nisbilik nəzəriyyəsində materiya olan yerdə məkan-zamanın əyilməsi məhz qravitasiya sahəsidir. Yer kürəsinin yaxın ətrafında cismlərin yerə düşməsinin səbəbi Yer in öz yaxın ətrafında Məkan və zamanı əyməsidir. Beləliklə, biz görürük ki, ümumi nisbilik nəzəriyyəsində materiyanın yaxın ətrafında cazibə qüvvəsini məkan və zamanın əyilməsi əvəz edir. Biz görürük ki, ümumi nisbilik nəzəriyyəsi Nüton mexanikasından köklü şəkildə fərqlənir. Qravitasiya sahəsini olduqca dolğun şəkildə xarakterizə edən ümumi nisbilik nəzəriyyəsi hələlik kvantlana bilməmişdir.

Eynşteyn 1915-ci ildə özünün ümumi nisbilik nəzəriyyəsi-ni yaradarkən Kainat haqqında biliklər belə idi ki, bütövlükdə Kainat sanki zamandan asılı olaraq heç bir dəyişikliyə məruz qalmır. Bunun səbəbi ulduzların qalaktikaların həmişə bir yer-də görünməsi və Günəş sisteminə daxil olan planetlərin dövrü hərəkətə malik olması idi. Ona görə də Eynşteyn öz tənlilikləri-ni bütövlükdə Kainatın quruluşunu öyrənməyə (Kainatın quru-luşunu və onun təkamülünü öyrənən elmə astronomiyada kos-mologiya deyilir) tətbiq edərkən həmin tənliliklərin statik (yəni zamana görə heç bir dəyişənliyə məruz qalmayan) həllini tap-maq məsələsini qarşısına qoymuşdur. Çox maraqlı haldır ki, tənliliklərdən statik həll alınmamışdır. Vəziyyətdən çıxış yolu-nu, Eynşteyn özünün tənliliklərinə kosmoloji sabit adlanan hədd əlavə etməkdə görmüşdür. (Kosmoloji sabit fiziki mənaca boş Kainatın quruluşunu və enerjisini xarakterizə edir). Bu sabitin ədədi qiyməti 10^{-56} sm^{-2} -na bərabərdir. Deməli, ümumi nisbilik nəzəriyyəsinə əsasən boşluq və yaxud vakum fəzanı əyir və onun əyrilik radiusu 10^{-56} sm^{-2} -dir. Bununla əlaqədar olaraq qeyd edək ki, klassik Nüton mexanikası çərçivəsində vakum dedikdə xalis boşluq və xarici aləmə heç bir təsir göstərməyən subyekt başa düşülür.

Eynşteyn yeni tənliliklərindən artıq statik həll alınmışdır. Bu statik həllə Eynşteyn modeli deyilir.

Digər tərəfdən leninqradlı alim Fridman 1921-ci ildə Eyn-şteynin il tənliliklərinin (yəni kosmoloji hədd daxil edilmədən) qeyri stasionar həllini tapa bilmişdi. Daha doğrusu, Fridman Kainatın elə bir modelini qurmuşdu ki, həmin modelə görə, Kainat zamandan asılı olaraq həm genişlənə, həm də sıxıla bi-lər.

Eynşteyn tənliliklərinin Fridman həlli ilə bağlı olan bir tari-xi hadisəni şərh etmək yerinə düşərdi: Fridman genişlənən Kainat modelini necə tapmışdır? Hələ 1910-cu ildən 20-ci illə-rin ortalarınaqədər Slayfer apardığı müşahidələrdən belə bir qə-naətə gəlmişdi ki, qalaktikaların əksəriyyəti bizdən uzaqlaşır-lar, lakin çox az miqdarda qalaktika isə bizə yaxınlaşır. Demə-li, Slayfer eksperimental olaraq göstərmişdir ki, Kainat ümu-miyyətlə genişlənməkdədir. Professor İvanenkonun yazdığına görə, Fridman 1924-cü ildə özünün axırıncı çıxışında (İ.D.İva-nenko həmin məşğələdə iştirak etmişdir) Slayferin aldığı nəti-

cələrə özünün genişlənən Kainat nəzəriyyəsinin doğrulduğunu təsdiq edən bir amil kimi baxa bilirdi. Bu baxımdan onu qeyd etmək lazımdır ki, Slayferin aldığı nəticələr Fridmanın Eynşteyn tənliklərinin qeyri-statik həllərini axtarmasına təkan vermişdir. (axıncı nəticə müəllifin fikridir). Sonralar isə Habb Slayferin tədqiqatlarını davam etdirərək, 1929-cu ildə qalaktikaların bir-birindən uzaqlaşdığını, daha doğrusu Kainatın genişləndiyini müşahidə etmişdir. O göstərmişdir ki, Kainatın genişlənmə sürəti uzaqlaşan obyektlərə qədər olan r -məsafəsi ilə düz mütənəsbdir. və $V=Nr$ düsturu ilə tapılır. Burada V - sürət, r - məsafə, N isə Habb sabiti adlanır. Beləliklə də Kainatın genişlənməsindən aydın olur ki, hazırda Kainatı təşkil edən kütlə təqribən 18 milyard il bundan əvvəl bir yerdə toplanmışdı və həmin kütlənin partlaması nəticəsində də müşahidə etdiyimiz Kainat əmələ gəlmişdir. Lakin ümumi nisbilik tənliklərinin Fridman həlləri göstərir ki, Kainatın başlanğıcında, yəni zamanın sıfır yaxın qiymətlərində ilk cism sonsuz sıxlığa, məkan-zaman isə sonsuz ayrılığa malik olmalıdır. Bu hadisə singulyarlıq adlanır. Buradan da təbii suallar meydana çıxır: Bəs singulyarlıq hadisəsinə qədər, yəni $t \leq 0$ olduqda, nə olmuşdur? Sonsuz sıxlıqlı maddənin partlama mexanizmi nədən ibarətdir? Bu tip sualları ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin özü yaratmışdır və ona görə də həmin nəzəriyyə çərçivəsində suallara cavab tapmaq mümkün olmadığı üçün, Kainatın əmələ gəlmə səbəbini başqa baxımdan araşdırmaq lazım gəlir. Qeyd edək ki, 1965-ci ildə Penzias və Vilson tərəfindən tapılmış Relikt şüalanması Kainatın əmələ gəlmə anlarında onun çox isti olmasından xəbər verir. Elə bir nəzəriyyə yoxdur ki, ona əsaslanıb Kainatdakı bütün kütlənin bir yerdə olduğunu və partlayıb Kainatı əmələ gətirdiyini sübut etmək mümkün olsun.

Yuxarıda şərh edilənlərdən, qravitasiya sahəsinin cəzb etmə xassəsinə malik olmasından və aparılan hesablamalardan aydın olur ki, əgər Böyük partlayışın gücü Kainat yaranması üçün lazım olan gücdən (gələcəkdə bu güc bizə məlum olacaq) bir az artıq və ya az olmuş olsa idi, onda indiki Kainat mövcud ola bilməzdi.

Çünki birinci halda partlayışdan sonra atılan mühit dağılmalıdır ona görə ki, bu zaman ayrılan qravitasiya sahəsinin gücü böyük sürətlə hərəkət edən Kainat əmələ gətirə bilməzdi,

ikinci halda isə atılan mühit güclü qravitasiya cazibə sahəsinin hesabına yenidən birləşməli idi. Deməli, Böyük partlayış bir növ nizamlanmış, yəni yaşadığımız Kainatı yaratmaq üçün sanki sifarişlə baş vermişdir. Bu məqamı biz gələcəkdə geniş şəkkildə şərh edəcəyik. Beləliklə, belə bir sualla qarşılaşırıq. Böyük partlayış necə baş vermişdir? Yuxarıda qeyd etmişdik ki, Eynşteyn öz tənliklərinə kosmoloji hədd əlavə etməklə stasionar Kainat modelini ala bilmişdir. Əgər Kainatda olan cismləri götürsək, onda tənliklərin sağ tərəfində maddənin varlığını xarakterizə edən enerji impuls tenzoru sıfıra bərabər olduğundan təkcə kosmoloji sabit hədd qalacaq. Həmin tənliklər boş Kainat modelini qurmağa imkan verir. Maddəsiz boş Kainat modelini ilk dəfə 1916-cı ildə Vilhelm de-Sitter tapmışdır. de Sitter Kainat modelinin ən maraqlı xassəsi ondan ibarətdir ki, əgər boş Kainata hər hansı cismi daxil etsək, onun radial istiqamətdə hərəkətə gəldiyini müşahidə edərik. Deməli boşluq (vakum) itələmə qüvvəsinə malikdir. De Sitter Kainat modelindəki boşluğun itələmə qüvvəsi çox zəif olduğu üçün onu müşahidə etmək mümkün olmur. Buradan da təbii olaraq belə bir sual meydana çıxır: vakumun itələmə qüvvəsi Böyük partlayışa səbəb ola bilərmi? de Sitter Kainat modelindən alınır ki, yox. Bəs vakumun kvant baxımından xassələrinə görə həmin suala cavab tapmaq olarmı?

§3. Vakuu nədir?

Əgər hər hansı bir sistemdən bütün hissəcikləri, fiziki sahələrin kvantlarını götürmüş olsaq, onda klassik mexanika baxımından alınır ki, sistem tamamilə boşalmışdır. Lakin kvant mexanikası baxımından Heyzenberqin qeyri-müəyyənlik prinsipinə əsasən hər hansı bir Δt kiçik zaman intervalında $\Delta r \Delta t \geq \hbar/c$ enerjisi mövcud olmalıdır. Burada $\hbar$ Plank sabitidir. Həmin enerjinin hesabına da vakuumba virtual hissəcik və virtual hissəciklər tez bir zamanda bir-birinə qovuşub yox olurlar. Virtual hissəciklər bir-birindən aralanıb sərbəst hissəciklər kimi mövcud ola bilməzlər, onda belə çıxardı ki, virtual hissəciklər heç nədən yaranmışdır. Bu da enerjinin saxlanması qanununa zidd olardı. Boşluqda belə hissəciklər daim əmələ gəlir və yox olurlar. Buradan da alınır ki, boşluqda virtual hissəciklərin

əmələ gəlməsi və yox olması bir növ suyun qaynamasına bənzəyir. Boşluqdan həmin qaynama hadisəsini heç bir vasitə ilə yox etmək mümkün deyil. Çünki bu zaman Heyzenberq prinsipi pozulmuş olardı. Beləliklə alırıq ki, kvant boşluğu bütün sahələrin ən kiçik qiymətli enerji halıdır. Qeyd edək ki, güclü elektromaqnit sahəsinin vakumda yaranmış virtual elektron və pozitron hissəciklərini müxtəlif tərəfə dartıb aparması, onlara əlavə enerji verməsi və bu zaman virtual hissəciklərin real hissəciklərə çevrilməsi təcrübədə təsdiq edilmişdir. İzah olunanlardan belə bir nəticəyə gəlirik ki, kvant vakumu müəyyən enerjiyə malikdir. Bu enerjiyə sistemin minimum enerji səviyyəsi deyilir. Deməli hər-hansı bir sistemin enerji səviyyəsini azaldırıqsa, onun qiymətini minimum enerji səviyyəsinə qədər azalda bilərik. Əgər cəhd göstərib sistemin enerjisini minimum səviyyədən aşağı salmaq istəsək, onda həmin sistem əks təsir göstərəcək. Bu axırıncı nəticənin köməkliyi ilə biz ifrat nəhəng ulduzların necə partlayıb özünün üst örtüyünü atmasını izah etməyə çalışacağıq.

Elementar hissəciklər nəzəriyyəsi göstərir ki, vakuumun enerjisi bir qiymətli təyin edilmir. O həyacanlanmış vəziyyətlərdə, daha doğrusu müxtəlif enerji səviyyələrində ola bilər. Vakuumun enerjisi çox böyük qiymətə malik ola bilər və o bir enerji səviyyəsindən digərinə keçə bilər. Böyük birləşmə (elektromaqnit, zəif və güclü təsir sahələrinin birləşdirilməsi-nə-Böyük birləşmə nəzəriyyəsi deyilir) nəzəriyyəsində vakuumun ən kiçik enerji ilə ən böyük enerji səviyyəsi bir-birindən çox böyük qiymətlə fərqlənir. Bu məqamı əyani olaraq təsəvvür etmək üçün fərz edək ki, Günəş, günəş sisteminin ölçüsündən bir qədər kiçik olan qapalı örtüklə əhatə olunmuşdur və Günəşdən beş milyard il ərzində həmin qapalı fəzaya hər cür enerji daxil olmuşdur. Bu zaman həmin qapalı fəzada yığılan enerjinin miqdarı (enerji sıxlığının qiyməti) Böyük birləşmənin vakuumunun enerji sıxlığının qiymətinə bərabər olacaq.

Qeyd etmək lazımdır ki, kvant vakuumunun enerji sıxlığına malik olması eksperimental olaraq 1940-cı illərdə Kazimir tərəfindən qeydə alınmışdı. Kazimir sübut etmişdi ki, bir-birinə yaxın və vakumda yerləşdirilmiş iki paralel müstəvi platin-ka arasında baş verən kvant fluktuasiyalarının hesabına cəzb cəzbətmə qüvvəsi meydana çıxır, həmin qüvvənin qiyməti

$\frac{1,30 \times 10^{-18} \text{ din} \cdot \text{cm}^3}{d^4}$ -na bərabərdir, burada d-plastikalar arasındakı məsafədir. Bəs vakumun öz enerjisi sıxlığını necə olur ki, artırır?

Sahələrin kvant nəzəriyyəsi göstərir ki, kvant vakuumu-nun tam enerji sıxlığı aşağıdakı üç faktorun cəminin hesabına əmələ gəlir.

Birinci tip faktor - yalnız və yalnız qravitasiya sahəsi (digər sahələr nəzərə alınmır) nəzərə alınarsa, kosmoloji sabit ədədinin qiymətindən verilən enerji sıxlığıdır.

İkinci tip faktor - kvant fluktuasiyalarının hesabına verilən enerji sıxlığıdır. Həmin kvant fluktuasiyalarının hesabına da yuxarıda qeyd etdiyimiz virtual hissəciklər əmələ gəlir və tez bir zamanda yox olurlar. Virtual hissəciklər fiziki proseslərə (məsələn, qara çuxurun şüalanmasına səbəb ola bilər) öz təsirini göstərməklə bərabər vakuumun enerji sıxlığını artırır. Vakuumun enerji sıxlığını artıran ikinci tip faktor həm də Xiqs sahəsindən (bu haqda sonralar söhbət aparılacaq) ibarətdir.

Üçüncü tip faktor - hissəciklərdən, onların qarşılıqlı təsiri nəticəsində, vakuumun enerji sıxlığına verilən enerji nəzərdə tutulur.

Vakumun müxtəlif enerji səviyyələrinə müxtəlif təzyiq səviyyələri uyğun gəlir. Maraqlıdır ki, həmin təzyiq səviyyələrə mənfi qiymətə malikdir. Daha doğrusu vakumun enerjisi onun təzyiqinin mənfi qiymətinə bərabərdir. ($\epsilon = -p$). İlk baxışda axırıncı bərabərlik çox ecazkar (ekzotik) təəssürat bağışlayır. Əsl həqiqətdə isə əgər biz hər-hansı bir bərk cismi xarici qüvvənin hesabına dartmış olsaq, onda mənfi təzyiqin meydana çıxdığını təsdiq edə bilərik. Mənfi təzyiqin fiziki mənası antiqravitasiya kimi başa düşülməlidir.

Axırıncı ($\epsilon = -p$) bərabərliyi, yəni kvant vakumu özünü Eynşteynin öz tənliklərinə əlavə etdiyi kosmoloji sabit kimi aparır. Daha doğrusu kvant vakuumu itələmə qüvvəsinə malikdir.

Lakin kvant vakuumu-nun itələmə qüvvəsi Eynşteynin qəbul etdiyi itələmə qüvvəsindən 10^{120} dəfə çoxdur. (Bu problemin izahı elementar hissəciklər nəzəriyyəsində böhran adlanır).

Yuxarıda sadalananları nəzərə alsaq, Böyük partlayışın baş vermə səbəbini aşağıdakı kimi izah edə bilərik.

Kainatın əvvəli (başlanğıcı) kvant vakuumunun həyacanlanmış halı kimi olmuşdur. Belə bir vəziyyətdə vakuum tutduğu fəzanı itələmə qüvvəsinin hesabına genişləndirməyə başlamışdır. Bu fəza yuxarıdan göründüyü kimi Kainatın de Sitter mərhələsinə uyğun gəlir. Lakin fərq ondadır ki, Kainatın de Sitter mərhələsində fəzanın genişlənməsi çox yavaş sürətlə gedirsə, kvant vakuumu halında genişlənmə çox böyük sürətlə gedir. Belə ki, kvant vakuumu özünün tutduğu fəzanın həcmi hər 10^{-34} san. ərzində iki dəfə böyüdür.

Fəzanın belə ifrat dərəcədə genişlənməsinin bir sıra xarakterik cəhətləri vardır. Sonralar isə iki dəfə böyümə prosesi həndəsi silsilə şəklində davam edir. Kvant vakuumunun fəzanı belə ifrat şəkildə genişləndirməsi 1980-cı ildə Afrika alimi Alan Quş tərəfindən öyrənilmiş və inflyasiya Kainat kosmologiyası adını almışdır. Nəticə etibarilə Kainatın bütün hissələri kəsilməz şəkildə (yəni bomba partlayışı zamanı qəlpələrin atılmasından fərqli) çox böyük sürətlə hərəkət etməyə başlamışdır. Kainatın bu dövrü Böyük partlayış adlanır. Lakin gec-tez inflyasiya (yəni kvant vakuumunun fəzanı genişləndirmə prosesi) dövrü qurtarmalıdır, çünki kvant sistemlərində olduğu kimi kvant vakuumu da dayanıqsızdır. (Bunun səbəbini gələcəkdə ətraflı araşdıracağıq), ona görə də o dağılmalıdır. Inflyasiya dövrü qurtaran kimi Kainatda qravitasiya, yəni cəzb etmə dövrü hökm sürməyə başlayır (nə üçün qravitasiya dövrü əmələ gəlir? - sualını gələcəkdə ətraflı izah edəcəyik). Kainat isə qravitasiya cəzbətmə qüvvəsinin əmələ gəlməsinə baxmayaraq, Böyük partlayışdan sonra aldığı təkanın hesabına genişlənməkdə davam edir.

Qravitasiya cəzbətmə qüvvəsinin hesabına Kainatın genişlənmə sürətinin yavaşması onun yaranışı dövründən, yəni inflaysiya dövrünün qurtardığı ondan bizə miras qalan yeganə hadisədir.

Yuxarıda izah edilənləri nəzərə alıqda belə qənaətə gəlik ki, Kainat özünün başlanğıcını içərisində heç bir maddə və ya şüalanma olmayan kvant vakuumundan götürmüşdür. Əgər vakuumda belə bir maddə və ya şüalanma olsa idi onlar Kainatın inflyasiya dövründə böyük sürətlə genişlənmənin hesabına

silinməli idilər. Deməli inflyasiya dövrünün axırlarında Kainat kvant vakumunun xassəsinə görə boş və soyuq olmuşdur. Lakin inflyasiya dövrü qurtaran kimi Kainat birdən-birə çox yüksək dərəcədə istiləşmişdir. Birdən-birə və yaxud ani anda belə istiliyin əmələ gəlməsi (onun temperaturu 10^{27} Kelvin olmuşdur) və Kosmosu işıqlandırması vakumda yığılan enerjinin hesabına mümkün olmuşdur. Vakuum dağılan kimi onun enerjisi şüalanma şəklində meydana çıxmışdır. Məhz ona görə də Kainat 10^{27} K isinmişdir. 10^{27} K (dərəcə) istilik Böyük birləşmə hadisəsinin baş verməsi üçün kifayət edir. Həmin andan da Kainat Böyük partlayışdan sonra ayrılan istiliyin hesabına inkişaf etməyə başlamışdır. Sonralar Kainatdakı istiliyin azalması hesabına indi müşahidə etdiyimiz və Mendeleyevin elementlər sisteminə daxil olan elementlər və anti elementlər, maddə və anti maddələr əmələ gəlmişdir.

Beləliklə, Böyük partlayış necə baş vermişdir? - sualına inflyasiya kvant kosmologiyası nəzəriyyəsi aşağıdakı kimi cavab verir. Kvant vakuumunun itələmə qüvvəsinə malik olması xassəsinə əsasən, o fəzanı genişləndirmiş və partlamışdır. Onda belə bir təbii sual meydana çıxır: Böyük partlayışa səbəb olan sonralar maddəni və şüalanmanı əmələ gətirən böyük miqdarda enerji necə əmələ gəlmişdir? Inflyasiya nəzəriyyəsinə əsasən belə bir enerji kvant vakuumunun malik olduğu enerji hesabına əmələ gəlmişdir. Bəs onda kvant vakuumu bu enerjini nəyin hesabına yığmışdır? Yuxarıda biz gördük ki, kvant vakuumu mənfi təzyiqə malikdir, ona görə də o itələmə qüvvəsi yaradır. Bu itələmə qüvvəsinin hesabına da fəzanın genişlənməsi baş verir. Digər tərəfdən yenə həmin mənfi təzyiqin hesabına da kvant vakuumu fəzanı genişləndirməsi prosesində öz-özünə enerji ehtiyatı toplayır.

§4. Qarşılıqlı təsir qüvvələri

Yuxarıda biz əsasən Böyük partlayışın baş vermə mexanizmini izah etdik. Bu baxımdan onu qeyd etmək lazımdır ki, Böyük partlayışın baş verməsi bizim müşahidə Kainatın əmələ gəlməsi üçün zəruridir, lakin kafi kifayət deyildir. Bu baxımdan qarşımıza belə bir sual çıxır, Böyük partlayışın gücü nə qədər olmalıdır ki, bizim yaşadığımız Kainat əmələ gələ bilsin?

Bu suala cavab tapmaq məqsədi ilə Kainatda mövcud olan dörd bir-birindən asılı olmayan qravitasiya, elektromaqnit, zəif və güclü qarşılıqlı təsir qüvvələrinin xassələrini şərh etmək zərurəti meydana çıxır (qeyri Nüton qüvvəsi adlanan beşinci qarşılıqlı təsir qüvvəsinin varlığı nəzəri olaraq sübut olunub, lakin hələlik təcrübə ilə təsdiq edilməyib).

Qravitasiya elektromaqnetizm: Biz yuxarıda qeyd etmişdik ki, qravitasiya sahəsi ümumi nisbilik nəzəriyyəsi ilə xarakterizə edilir. Hətta onun bəzi cəhətlərini də izah etmişdik. Bu izah edilənlərə əlavə olaraq ümumi nisbilik nəzəriyyəsi haqda aşağıdakıları əlavə etmək məqsədə uyğun olardı.

Qravitasiya sahəsinin kvantlanan olması bir sıra çətinliklərlə bağlıdır. Birincisi odur ki, qravitasiya sahəsinə xarakterizə edən Eynşteyn tənlikləri, elektromaqnit sahəsinə xarakterizə edən Maksvell tənliklərinə nəzərən çox mürəkkəbdir, həm də qeyri xəttidir. Ona görə də Eynşteyn tənlikləri üçün superpozisiya prinsipi ödənilmir. İkinci çətinlik ondan ibarətdir ki, Eynşteyn nəzəriyyəsinə görə qravitasiya sahəsi məkan və zamanın əyilməsi kimi mövcud olduğu halda, elektromaqnit sahəsi məkan və zaman daxilində özünü bir aktyor kimi aparır. Deməli ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin kvantlanması məkan və zamanın kvantlanması deməkdir. Bunun mənası nədir? Üçüncü çətinlik praktiki problemlərin meydana çıxması ilə bağlıdır. Belə ki, Maksvell tənlikləri elektromaqnit şüalanmasının varlığını (elektromaqnit şüalanmasının ilk dəfə Terjs müşahidə etmişdir) göstərir. Başqa sözlə desək elektromaqnit sahəsinin kvantlanması ayrı-ayrı fotonları müşahidə etmək deməkdir. Bununla əlaqədar olaraq qeyd etmək lazımdır ki, Eynşteyn tənlikləri də qravitasiyanın şüalanmasını göstərir. Deməli qravitasiya şüalanması da ayrı-ayrı qravitonlardan ibarət olmalıdır. Bütün səylərə baxmayaraq hələlik qravitasiyanın şüalanması eksperimentdə qeydə alınmayıb. Bunun da əsas səbəbi qravitasiya sahəsinin çox zəif olmasıdır. Qravitasiya sahəsinin zəifliyinə görə elementar hissəciklər nəzəriyyəsi istiqamətində işləyənlər onu nəzərə almırlar. Lakin bu sahədə son zamanlar ciddi dəyişikliklər var.

Güclü qarşılıqlı təsir qüvvəsi dedikdə nüvə qüvvəsi nəzərdə tutulur. Burada əsas məsələ nüvə qüvvəsinin sahə vasitəsi ilə izah edilə bilməsindən ibarətdir. Yapon alimi Yukava

göstərmişdir ki, nüvədə protonlarla neytronlar arasında baş verən və güclü qarşılıqlı təsir qüvvəsi sahənin xassəsi kimi izah edilə bilər. Lakin həmin sahənin kvantının (fotondan fərqli olaraq) kütləsi sıfırdan fərqli olmalıdır. Bu da onunla bağlıdır ki, nüvədə baş verən güclü qarşılıqlı təsir qüvvəsi sonlu təsir dairəsinə malikdir.

Sonralar Yukava nəzəriyyəsi daha da inkişaf etdirilmiş və kvarklar nəzəriyyəsi yaradılmışdır.

Dördüncü nüvədə baş verən zəif qarşılıqlı təsir qüvvəsi adlanır və betta (β) dağılmanın əsas səbəblərindən biridir. İtalyan alimi Enriko Ferminin qurduğu nəzəriyyəyə görə zəif qarşılıqlı təsir qüvvəsi sahə kimi deyil nöqtəvi təsir göstərir. Fermi nəzəriyyəsi bir neçə il özünün doğruluğunu göstərsə də sonralardan onu normallaşdırıla bilmədiyinə görə (normallaşdırma dedikdə baxılan nəzəriyyə çərçivəsində meydana çıxan sonsuz kəmiyyətlərdən məs. sonsuz qiymətə malik olan inteqrallardan azad olunma mümkünlüyü nəzərdə tutulur) ona yenidən baxılması meydana çıxmış və nəticə etibarı ilə 1960-cı illərdə Qleşou, Veynberq və Salam tərəfindən yeni elektro-zəif nəzəriyyəsi yaradılmışdır. Bu birləşmə nəzəriyyəsinə görə, zəif sahənin aldığı $W^{\pm}$ və Z-bozonlar adlanan kvantların kütləsi protonun kütləsindən 80 dəfə ağırdır. Elektrik zəif birləşmə nəzəriyyəsinin başlıca cəhətləri haqda sonralar ətraflı söhbət açmaqla bərabər digər sahələrin yeganəliyi məsələlərinə də toxunacağıq. Lakin onu qeyd etmək yerinə düşərdi ki, Eynşteynin arzusu elektromagnit və qravitasiya qarşılıqlı təsir qüvvələrini birləşdirməkdən ibarət olmuşdur. O bu məsələ ilə 1917-ci ildən ömrünün axırınadək, yəni 1955-ci ilədək məşğul olsa da həmin nəzəriyyənin qurulmasını başa çatdırı bilməmişdir. O bunun səbəbini belə izah etmişdir ki, həmin məsələni həll etmək üçün mövcud olan riyazi üsulların gücü kifayət deyil. Ona görə də yeni riyazi aparat qurub həmin məsələni həll etmək lazımdır. İndi isə simmetriya haqda ətraflı məlumat tələb olunur.

§5. Simmetriya haqda

Müasir nəzəri fizika sahəsində simmetriya anlayışı ön əsas yerlərdən birini tutur. Məhz simmetriyanın köməkliyi ilə ətraf mühitdə baş verən hadisələrin izahı çox sadələşir. Simmetriya-

ya misal olaraq biz kəpənəyi, futbol kosunu, gecə və gündüzün bir-birini əvəz etməsini və s. göstərə bilərik. Lakin elə simmetriyalar var ki, onlar adi gözlə görünmür. Bunlara gizli simmetriya deyilir. Fizika elminin əsas məqsədlərindən biri də həmin gizli simmetriyanı üzə çıxarmaqdan ibarətdir. Məsələn, müəyyən çevirmələrdən sonra əgər tənliklərin şəkli invariant (dəyişməz) qalarsa, buna da simmetriya kimi baxmaq olar. Futbol kosu necə fırlanmasından asılı olmayaraq, o həmişə invariant qalır və s. İndi belə bir təbii sual meydana çıxır. Yuxarıda baxdığımız qarşılıqlı təsir qüvvələri ilə simmetriya arasında əlaqə varmı? Əsl həqiqətdə isə qüvvə və simmetriya anlayışları bir-birinin əksinədir. Çünki, qüvvə hər hansı bir cismə təsir edən və yaxud hər hansı bir hissəciyin təbiətini dəyişdirən faktor kimi başa düşüldüyü halda, simmetriya müəyyən harmoniyanın, müəyyən formanın ölçülərinin saxlanmasını tələb edir. Buradan da belə bir qənaətə gəlirik ki, hər cür simmetriyanın saxlanması üçün müəyyən qüvvə sərf olunmalıdır. Yuxarıda saxladığımız və sadaladığımız dörd qarşılıqlı təsir qüvvələrinin özlərində belə müəyyən simmetriya mövcuddur, məsələn, fotonun əmələ gəlməsi elektrik sahəsinin daima maqnit sahəsinə və tərsinə maqnit sahəsinin elektrik sahəsinə çevrilməsinin nəticəsinin təzahürüdür. Burada baş verən çevrilmələrin özü müəyyən simmetriyadır. Güclü qarşılıqlı təsir qüvvəsində protonun neytrona və tərsinə neytronun protona çevrilməsi nəticəsi müəyyən simmetriya təşkil edir. Bu hal izotopikskin adını almışdır. Digər tərəfdən əgər biz qarşılıqlı təsir qüvvələrini birləşdirə bilsək, yəni onların yeganəlik nəzəriyyəsini qura bilsək, onda yeni növ simmetriyanın meydana çıxmasını müşahidə edə bilərik, həm də bu zaman görürük ki, sahələrin birləşdirilməsindən sonra alınan simmetriyanı saxlamaq üçün daha çox enerji və yaxud yüksək temperatur tələb olunur.

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, yuxarıda göstərdiyimiz dörd qarşılıqlı təsir qüvvələrinin hamısını birləşdirsək, yəni onların yeganəlik nəzəriyyəsini qurmuş olsaq, onda burada müəyyən simmetriya mövcud olmalıdır və həmin simmetriyanı saxlamaq üçün 10^{19} QeV (Q - milyard deməkdir) qədər enerji və yaxud 10^{32} K (Kelvin) qədər temperatur lazım gələr.

Əgər biz elektromaqnit, zəif və güclü qarşılıqlı təsir qüvvələrini birləşdirmiş olsaq, onda burada meydana çıxan sim-

БДУ-нун

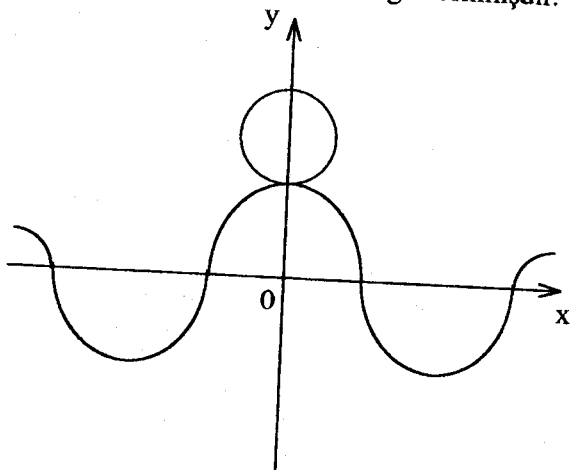
17 Кили

китобханасы

metriyanı saxlamaq üçün lazım olan enerji 10^{15} QeV-ta və yaxud da 10^{27} K-temperaturu gərəkdir. Elektromaqnit sahəsi ilə zəif təsir sahəsini birləşdirdikdə meydana çıxan simmetriyanı saxlamaq üçün 10^2 QeV və yaxud 10^{12} K temperaturu lazım gəlir.

Qeyd etmək lazımdır ki, hələlik laboratoriya şəraitində yalnız 10^2 QeV enerjisini yarada bilən temperatur almaq mümkün olmuşdur. Bu enerjinin hesabına da Salam-Veynberq nəzəriyyəsi eksperimental olaraq təsdiq edilmişdir. Digər Böyük birləşmə və tam birləşmə üçün lazım olan enerjini laboratoriyaya şəraitində almaq mümkün olmamışdır. Laboratoriya şəraitində bu enerji 21-ci əsrin axırlarınadək alınə bilsə olduqca böyük elmi nailiyyət olardı.

Biz elə bir məqama gəlib çıxmışıq ki, artıq Kainatın hansı enerjinin dağılmasından alınə bilər sualına cavab tapmaq imkanı əldə etmişik. Doğurdan da son 25 il ərzində elementar hissəciklər nəzəriyyəsi sahəsində zəif, güclü və elektromaqnit qarşılıqlı təsir qüvvələrinin birləşdirilməsi mümkün olmuşdur. Simmetriyanın öz-özünə dağıla bilən olması ideyası əsasında Böyük Birləşmə nəzəriyyəsi yaradılmışdır. Simmetriyanın öz-özünə dağıla bilən olması onun ən əsas xassələrindən biridir və şəkil 1-də əyani olaraq bu hadisə göstərilmişdir.



Şəkil 1.

Aşkardır ki, maksimum nöqtəsində yerləşdirilmiş kürə U-oxuna nəzərən simmetrik vəziyyətdədir. Digər tərəfdən sistemin dayanaqlılığı nəzəriyyəsindən aydındır ki, belə vəziyyət sistemin dayanaqsızlıq halına uyğun gəlir. Ona görə də kvant fluktuasiyalarının hesabına kürə maksimum nöqtəsindən sağa və ya sola dəyirlənəcək, yəni simmetriya dağılacaq. Nobel mükafatı laureatı Pakistanlı alim Abdus Salam gətirdiyi misal simmetriyanın dağılmasını əyani olaraq göstərir.

Fərz edək ki, dairəvi stolun arxasında qonaqlar əyləşiblər. Əgər hər bir qonaq ya sağdakı, ya da soldakı salfetkanı götürməlidirsə, onda bu özü bir simmetriyadır. Aydındır ki, qonaqlardan biri digərlərindən bir az tez və ya gec salfetkanı götürmüş olsa bu baxdığımız simmetriyanın dağılmasına gətirib çıxaracaqdır. Bu baxımdan əgər qonaqlar acdırlarsa, onda mövcud olan digər simmetriya tezliklə dağılacaq. Elementar hissəciklər nəzəriyyəsində Böyük birləşmənin və digər birləşmələrin simmetriyasının dağılmasının fəzanın hər yerində skalyar sahənin əmələ gəlməsi ilə izah edirlər (buna Xiçs sahəsi də deyirlər). Skalyar sahənin meydana çıxması baxılan nəzəriyyənin normallaşdırıla bilən olması ilə bağlıdır. Başqa sözlə desək, əgər simmetriya dağılarkən meydana çıxan skalyar sahə olmasa, onda nəzəriyyə normallaşdırıla bilmir. Belə çıxır ki, əgər fəzada skalyar sahə yoxdursa, onda elektromaqnit, zəif və güclü qarşılıqlı təsir qüvvələri arasında heç bir fərq olmamalıdır. Yəni bu üç qüvvə birləşmiş halda olmalıdır və müəyyən simmetrik hal əmələ gətirməlidir. Bu vəziyyət başqa birləşmələr üçün də doğrudur.

Skalyar sahənin bütün fəzada öz-özünə əmələ gəlməsini (müəllif bu fikirlə tam razı deyil, bu haqda sonralar danışılacaq) kvant vakuumunun öz enerji halının dəyişməsi kimi izah edirlər. Kvant vakuumu öz enerji halını dəyişdikdə vektorial sahənin bir hissəsi böyük kütlə əldə edir. Böyük kütləli vektorial sahənin hesabına yaranan qarşılıqlı təsir qısa məsafəli təsir kimi meydana çıxır. Məhz bunun da hesabına qarşılıqlı təsir qüvvələrinin birləşməsindən alınan simmetriya dağılır. Biz yuxarıda qeyd etmişdik ki, qravitasiya, elektromaqnit, güclü və zəif qarşılıqlı təsir qüvvələrini birləşdirmək üçün 10^{19} QeV-qədər enerji gərəkdir. Buradan da aydın olur ki, sadalanan dörd qarşılıqlı təsir qüvvəsi hazırda Kainatda mövcud olduğundan,

kvant vakuumu öz enerjisini 10^{19} QeV-a çatdırdıqdan sonra o, tutduğu fəzanı genişləndirmiş və nəhayət dağılmışdır. Deməli, yuxarıda göstərilən dörd qarşılıqlı təsir qüvvəsi enerji sıxlığı 10^{19} QeV-a bərabər olan kvant vakuumunun daxilində əmələ gəlir və həmin vakuum Kainatın da Sitter fəzasına uyğun gəlməklə bərabər (10^{-44} san ilə 10^{-35} san) zaman intervalında mövcud olur. Daha doğrusu Kainat öz başlanğıcını zamanın 10^{-44} san. anından götürmüşdür. Zamanın 10^{-35} san. anında isə öz enerji sıxlığını 10^{19} QeV-a qədər artıran və müəyyən simmetriya əldə etmiş kvant vakuumu simmetriyanın öz-özünə dağılması xassəsinə əsasən dağılmışdır. Bu zaman dörd qarşılıqlı təsir qüvvəsindən biri, yəni qravitasiya təsir qüvvəsi o biri qüvvələrdən ayrılır. Bu 10^{-35} san. zaman anından etibarən Kainatın genişlənməsi ilk təkanın hesabına davam edir. Lakin qravitasiya qüvvəsi Kainatın genişlənməsini dayandıрмаğa çalışır. Kvant vakuumunun xassəsinə əsasən, Kainatın genişlənməsi biricinsli şəkildə baş verir. Kvant vakuumunun dağıldığı, yəni Kainatın yarandığı 10^{-35} san. anından sonra onun genişlənməsi prosesində X və Y ağır bozonları dağılaraq kavrək və antikvarklar əmələ gətirmişdir. Bu prosesdə Kainatda elektrik yüklərinin assimetriyası da əmələ gəlmişdir. Zamanın 10^{-35} san. ilə 10^{-6} san. intervalında Kainatda, demək olar ki, ciddi bir hadisə baş vermir və yalnız ($t=10^{-6}$ san. ilə 10^5 san.) intervalında kvarklar birləşərək, borionları (protonlar, neytronlar və s.), mezionları (pionlar, kaonlar və s.) əmələ gəlmişdir. Kainatın genişlənməsi nəticəsində sonralar aşağıdakı mərhələlər meydana çıxmışdır.

1. Adronlar mərhələsi ($10^{-6} < t < 10^{-4}$ san). Buna ağır hissəciklər və mezonlar dövrü də deyilir. Bu mərhələdə Kainatdakı kütlənin orta sıxlığı $\rho = 10^{14}$ q/sm³, onun temperaturu isə 10^{12} K bərabər olur və belə şəraitdə protonlar, antiprotonlar, fotonlar və neytronlar əmələ gəlir. Məlumdur ki, sadalanan hissəciklər müəyyən sinə də malikdir.

2. Leptonlar mərhələsində ($10^{-4} < t < 10$ san) Kainatın temperaturu $5 \cdot 10^9$ K, oradakı kütlənin orta sıxlığı isə 10^4 q/sm³ qiymətlərinə qədər azalır. Kainatın temperaturunun qiyməti 10^9 K düşdükdə isə mürəkkəb nüvələrin əmələ gəlmə prosesi baş verir. Bu zaman güclü təsir qüvvəsi Böyük birləşmədən ayrılır. Həmin proses $t=300$ san müddətində davam edir. Sonralar isə (proses $t=300$ san-dən, $t=10^{13}$ s= 10 il) zaman intervalında

Kainatda radiasiya mərhələsi başlayır. Bu zaman Kainatdakı kütlənin orta sıxlığı 1q/sm^3 -dan 10^{-21}q/sm^3 -a qədər azalır. Onun temperaturu isə 10^6K -dən 3000K -ə qədər azalır. Daha sonralar isə Kainatın genişlənməsinin hesabına maddə əmələ gəlməsi prosesi başlayır və bəzi nəzəriyyələrə görə, bu zaman ulduz və qalaktikaların əmələ gəlməsi mümkün olur. Lakin biz yuxarıda gördük ki, Kainatda maddə əmələ gələ bilməsi mərhələsində oradakı maddənin paylanması bircinsli və kifayət qədər seyrəkdir - 10^{-21}q/sm^3 -dir. Ona görə də ulduzun əmələ gəlmə səbəblərindən biri olan ilk nisbətən böyük kütlə yığımının əmələ gəlməsi mümkün deyildir. Əgər belə ilk kütlələr əmələ gəlmiş olsa idi belə, onda onların ulduzlara və qalaktikalara çevrilməsinə sərf olunan zaman müddəti Kainatın indiki yaşından çox olmalı idi. Digər tərəfdən isə ulduz və qalaktikaların əmələ gəlmə prosesi nəzəri cəhətdən elə qurulmalıdır ki, onun vasitəsi ilə aşağıdakı müşahidə faktları izah edilə bilsin!..

- Nə üçün qalaktikaların ölçüləri məhz bizim müşahidə etdiyimiz uzunluğu 100000 işıq ili eni isə 6000 işıq ili qədərdir?

- Nə üçün qalaktikalara 200 milyarddan çox ulduz daxildir?

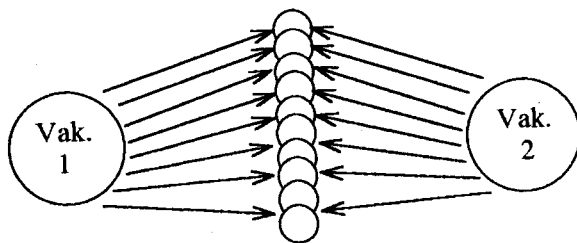
- Nə üçün qalaktikaların sayı 200 milyarddan çoxdur?

- Nə üçün qalaktikalar toplusuna çoxlu miqdarda ulduz daxildir?

- Qalaktikaların nüvələri necə yaranıb və s.?

Müşahidələrlə təsdiq edilən yuxarıdakı suallara cavab tapmaq (qeyd edək ki, enerji sıxlığı və yaxud temperaturu 10^{19}QeV -a çatan və sonralardan tutduğu fəzanı genişləndirərək dağılan vakuuma həqiqi vakuum, enerji sıxlığı 10^{19}QeV -dan az olan və fəzanı genişləndirərək dağılan vakuuma isə yalançı vakuum deyilir) üçün belə hesab edirik ki, yaşadığımız Kainat özünün başlanğıcını (doğuşunu) 10^{-45} san. anında mövcud olan kvant vakuumunun dağılması nəticəsindən götürərək yaranmışdır. Kvant vakuumunun dağılmasından sonra orada cəmləşən enerji sıxlığı çox isti mühit kimi meydana çıxmışdır. Digər tərəfdən fəzanın müxtəlif yerlərində, müxtəlif zaman anlarında xaos kimi kvant vakuumlarının dağılmaları baş vermişdir. Bu zaman həmin kvant vakuumlarından ayrılan isti mühitlər (plazmalar) çox ifrat sürətlə bircinsli şəkildə ətrafa səpələnə-

rək, bir-birinə qovuşmuşdur. Həmin qovuşmanın nəticəsində kütləsi başqasına nisbətən böyük olan kütlə yığını əmələ gəlmişdir. Bu cür böyükkütləli yığımlar güclü cazibə sahəsinə malik olduğundan yaxın ətrafdakı mühiti özünə toplayaraq ulduzlara çevrilmişlər. Sonralar bu ulduzlar qravitasiya qüvvəsinin hesabına bir-biri ilə cazibədə olmuşlar. Buradan ulduzlar, onların toparları, qalaktikalar əmələ gəlmişdir. Qalaktikalar cazibə qüvvəsinin hesabına bir-birinə qarşılıqlı təsir göstərərək əlaqəyə girmiş və müşahidə etdiyimiz Kainat yaranmışdır. Beləliklə, kvant vakuumlarının dağılmasından sonra ayrılan yüksək temperaturlu mühitlər böyük sürətə malik olduqlarından qalaktikaların ölçülərinin, ora daxil olan ulduzların sayı, qalaktikaların sayı niyə biz müşahidə etdiyimiz kimidir? - suallarına cavab tapmaq mümkün olur. Kvant vakuumları dağılan zaman meydana çıxan isti mühitlər ən tez qovuşduqları hissədə böyük kütlə birləşmələri əmələ gətirir, buradan da qalaktikanın nüvəsi yaranır. Çünki məhz bu hissədə çoxlu kütlə daha tez əmələ gəldiyindən o onu əhatə edən mühitdəki kütlənin də xeyli hissəsini öz üzərinə toplayır və həm də müəyyən fırlanma momentinə malik olduğundan ətrafındakı ulduzları öz fırlanma momenti hesabına fırlatmağa başlayır. Yəni artıq qalaktikalar əmələ gəlir. Aşağıdakı şəkil 2-də bu hadisə iki mühit üçün göstərilmişdir, o, qalaktikaların nüvələrinin əmələ gəlmə mexanizmini əks etdirir.



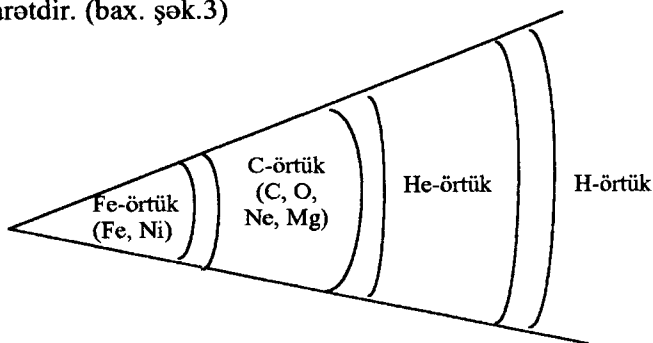
Şəkil 2.

Beləliklə də biz Kainat və onun tərkib hissələri olan ulduz və qalaktikaların necə yaranmasını izah etmiş oluruq.

§6. Ulduzların partlaması

Biz söhbətimizi yuxarıda söylənənlərlə yekunlaşdırı bilərdik. Lakin Kainatda elə indinin özündə də yeni-yeni ulduzlar əmələ gəlir və sönlür. Hər hansı bir ulduzun partlaması nəticəsində yeni ulduzların əmələ gəlməsi baş verir. Ona görə də biz kvant vakuumunun fəzanı genişləndirmə xassəsini nəzərə almaqla ifrat yeni ulduzun partlama mexanizmini özümüzə məxsus tərzdə etməli olacağıq. İfrat yeni ulduzların partlaması hadisəsi çox nadir hallarda baş verir. Aparılan hesablamalar göstərir ki, il ərzində 1-10 sayda yeni ulduz əmələ gəlir. İfrat yeni ulduzların partlaması isə 100 il ərzində 8-10 dəfə baş verir. Bizim qalaktikada, ola bilsin ki, partlayan yeni ulduzların sayı daha çoxdur. Lakin biz onları qalaktikamızın diskinin uzunluğunun 100000 işıq ilinə, qalınlığının ölçüsünün isə 6000 işıq ilinə bərabər olmasına görə ulduzların partlayışını müşahidə edə bilmirik. Bu ona görədir ki, əgər bizdən uzaqlarda ifrat yeni ulduz partlayırsa, onların şüası həmin diskdəki qaz toz mühiti tərəfindən udulur. Bu baxımdan təbii olaraq sual meydana çıxır: ulduzlar nə üçün partlayır? Ulduzların hamısı partlayırmı? Partlayışdan sonra ulduzdan atılan mühitin təbiəti nədir? Partlayışdan sonra ulduzun özündə nə qalır? Bu suallara cavab tapmaq məqsədilə qeyd etməliyik ki, hər bir ulduzun partlaması onun daxilindəki tarazlığın pozulması ilə bağlıdır. Ulduzun tarazlıq halında qalması üçün onun daxilindəki təzyiqin qiyməti onu sıxmağa çalışan məxsusi qravitasiya sahəsinin göstərdiyi təzyiqə bərabər olmalıdır. Əgər ulduzun daxilindən göstərilən təzyiqin qiyməti məxsusi qravitasiya sahəsinin göstərdiyi qiymətdən kiçik olarsa, onda ulduz sıxılaraq sanki bir nöqtəyə yığılmalıdır. Buna ulduzun kollapsı deyilir. Məsələn, kütləsi $2 \cdot 10^{33}$ q olan Günəş öz ölçülərini ona görə saxlayır ki, daha doğrusu ona görə tarazlıq vəziyyətində qala bilir ki, onun daxilindən göstərilən təzyiqin qiyməti məxsusi qravitasiya qüvvəsi ilə tarazlaşmışdır. Müasir nöqtəyi-nəzərdən: ulduzlara-rası fəzada qaz və toz dumanlığı sıxılarkən həmişə dumanlıqdan kütləsi böyük olan hissələr əmələ gəlir. Kütləcə böyük olan bu hissələr qravitasiya qüvvəsinin hesabına sıxılaraq istiqamətlənirlər (istilik mühitin mərkəzində daha çox olur). Ulduzun daxilində temperatur kifayət qiymətə çatdıqca orada ar-

tiq nüvə reaksiyası cərəyan etməyə başlayır. Bunlara yeni ulduzlar deyilir. Deməli hazırda Kainatda mövcud olan qaz və toz dumanlıqlarından yeni-yeni ulduzlar əmələ gəlir. Yeni ulduzun əmələ gəldiyi dövrlərdə nüvə reaksiyası başlayarkən hidrogenin heliuma və tərsinə çevrilməsi prosesi baş verir. Bu zaman əmələ gələn enerji ulduzun öz məxsusi qravitasiya sıxılma qüvvəsinə qarşı yönəlir və ulduzu sıxılmağa qoymur. Bu reaksiya qurtarana kimi ulduz baş ardıcılıqda qalır deyirlər. Ulduzun mərkəzi hissəsində gedən nüvə reaksiyası hesabına hidrogen ehtiyatı qurtardıqda, onun nüvəsi sıxılmağa başlayır. Çünki bu zaman nüvə reaksiyasının enerjisi azalır. Ulduz bu zaman bütövlükdə özünün məxsusi qravitasiya qüvvəsinin hesabına sıxılmağa başlayır. Sıxılma nəticəsində ulduzun nüvəsi daha da istiləşir və növbəti nüvə reaksiyası başlayır. Helium elementi karbona çevrilir, daha sonralar karbon oksigenə və neona çevrilir. Hər bir yeni reaksiya mərhələsi başladığında ulduzun mərkəzindəki nüvənin kütləsi böyüyür və prosesin nəticəsində də elə bir mərhələ əmələ gəlir ki, bu zaman ulduz ifrat yeni ulduza çevrilir. Bundan sonra isə ifrat yeni ulduzun partlaması gözlənilir. Partlama anına qədər yeni ulduzu soğanın quruluşuna bənzətmək olar. Başqa sözlə yeni ulduz örtüklərdən ibarətdir. (bax. şək.3)



Şək.3.

Ulduzun dərinliklərində onun temperaturu daha da böyüyür. Yeni ulduzun son örtüyü hidrogenlərdən ibarət olur və bu hidrogenlər nüvə reaksiyalarında iştirak etmir. Sonrakı örtük heliumlardan və az miqdarda karbonlardan ibarətdir. Yeni ulduzun daha sonrakı örtükləri karbonlardan, oksigen, neon və

maqneziyumdan ibarətdir. Ulduzun mərkəzi hissələrinə yaxın örtüklər neonlardan, oksigen və silisiumlardan ibarətdir. Ən nəhayət ulduzun mərkəzi hissəsi dəmir qrupuna daxil olan elementlərdən təşkil olunur. Bu da onu göstərir ki, artıq ulduz partlama ərafəsindədir. Çünki, bu zaman ulduzun mərkəzində nüvə reaksiyası cərəyan etmir. Ona görə də ulduzun mərkəzi hissəsi, məxsusi qravitasiya qüvvəsinə qarşı müqavimət göstərə bilmədiyindən sıxılmağa başlayır. Həmin sıxılma nəticəsində ulduzun mərkəzində belə deyirlər ki, (dərslik və monoqrafiyalarda) qravitasiya enerjisi yaranır və necə olursa da bu qravitasiya enerjisi ulduzun mərkəzindən yuxarı təbəqələrə verilir və ulduzun üst örtüyə mərkəzi hissənin sıxılmasına qarşı yönəlmiş əks təsir qüvvəsinin hesabına böyük sürətlə ətrafa atılır. Buna da ifrat yeni ulduzun partlaması hadisəsi deyilir. Yuxarıdakı izahatdan aydın olur ki, ulduzun partlaması mexanizmi tam izah oluna bilmir. Çünki əks təsir göstərən qravitasiya enerjisinin yaranması mexanizmi elmə məlum deyil. Ona görə də biz ulduzun partlaması mexanizmini öz yanaşmamız nöqtəyi-nəzərindən izah edəcəyik. Biz görmüşdük ki, yeni ulduz əmələ gələrkən onun mərkəzində gedən nüvə reaksiyası ulduzun öz məxsusi qravitasiya qüvvəsi hesabına sıxılmasına qarşı müqavimət göstərir və müəyyən müddət ərzində ulduz tarazlıq vəziyyətində qalır. Sonralar isə ulduzun nüvəsində gedən reaksiyanın hesabına ağır elementlər qrupu yaranır və nüvə reaksiyasının enerjisi getdikcə azalır və müəyyən minimum qiymətə çatdıqdan sonra ulduzun məxsusi qravitasiya qüvvəsi həmin nüvədə yaranmış minimum enerjini daha da azaltmağa çalışır. Bu isə yuxarıda baxdığımız kvant vakuumunun xassəsinə əsasən mümkün deyil. Ona görə də biz aşağıdakı kimi mülahizə yürütməyi məqsədə uyğun hesab edirik: ulduzun mərkəzində nüvə reaksiyasının enerjisi azalaraq minimum qiymətə çatır. Yəni kvant vakuumunun minimum enerjisində uyğun gəlir. Digər tərəfdən isə ulduzun məxsusi qravitasiya qüvvəsi həmin minimum enerjini daha da azaltmağa çalışır. Bu isə yuxarıda baxdığımız kvant vakuumunun xassəsinə əsasən mümkün deyil. Ona görə də ulduzun mərkəzində nüvə reaksiyasının enerjisi azalaraq minimum qiymətə çatır, yəni kvant vakuumunun minimum enerjisində uyğun gəlir. Digər tərəfdən isə ulduzun məxsusi qravitasiya qüvvəsinə qarşı yönəlmiş olduqca güclü əks

qüvvə ulduzun yuxarı təbəqəsini böyük sürətlə ətrafa tullayır, yeni ifrat yeni ulduz partlayır. Beləliklə də bizim mülahizəmizdə ifrat yeni ulduzun partlama mexanizmi həqiqətə daha çox uyğun gəlir.

Bəs ifrat yeni ulduz partladıqdan sonra onun mərkəzində nə qalır?

Hesablamalar göstərir ki, əgər partlama məqamına qədər ulduzun kütləsi 25 Günəş kütləsinə bərabər imişsə, partlayışdan sonra ulduzun mərkəzində qalan kütlənin miqdarı 1,6 Günəş kütləsinə bərabər olacaqdır. Başqa sözlə desək, partlayışdan sonra dayanıqlı olan neytron ulduzu əmələ gəlir. Əgər ulduzun partlamasından sonra onun mərkəzi hissəsində qalan kütlənin miqdarı 3 Günəş kütləsindən çox olarsa onda həmin kütlə öz məxsusi qravitasiya qüvvəsinin hesabına sıxılaraq qara çuxula çevriləcəkdir.

Qara çuxur ulduzun təkamülünün son mərhələlərindən biridir. Onun radiusu çox kiçik, sıxlığı isə çox böyük qiymətə malikdir. Qara çuxurun kütləsi çox sıx olduğundan onun çox güclü qravitasiya sahəsi vardır. Ona görə də çuxur ətrafında nə varsa çəkib öz üzərinə salır və özündən isə heç bir informasiya buraxmır. Hətta qara çuxura göndərilən işıq şüası geri qayıda bilmir. Yəni qara çuxur özündən heç bir informasiya buraxmır. Lakin buna baxmayaraq, nəzəri cəhətdən sübut olunub ki, bəzi hallarda qara çuxur şüalana bilər (hələlik qara çuxur müşahidə olunmayıb). Qara çuxurun şüalanan olmasını aşağıdakı mexanizmlə izah etmək olar (buna Penrouz Houkinq mexanizmi deyilir).

Qeyd edək ki, qara çuxur müxtəlif hallarda (növlərdə) özünü büruzə verir. Kütləsi müəyyən qiymətə, elektrik yükü ilə yüklənmiş və öz oxu ətrafında fırlanan qara çuxur ən ümumi qara çuxur sayılır. Fərz edək ki, ən ümumi qara çuxur kvant vakuumunda yerləşdirilmişdir (yuxarıda görmüşdük ki, kvant vakuumunda daima virtual hissəciklər yaranırlar və bir-birinə qovuşaraq yox olurlar). Kvant vakuumunda virtual hissəciklərin əmələ gəlməsi və yox olması elektromaqnit hadisələrinin köməkliliyi ilə təcrübi olaraq çoxdan təsdiq olunub. Bu zaman qara çuxurun qravitasiya sahəsi virtual hissəciklərə təsir göstərərək: a) hər iki virtual hissəciyi cəzb edib öz üzərinə sala bilər; b) virtual hissəciklərdən biri qara çuxurun üzərinə düşə bilər, o

biri isə yox; v) virtual hissəciklərin heç biri qara çuxurun üzərinə düşməyərək bir-birinə qovuşurlar, sanki qara çuxur yox imiş. Göründüyü kimi, b) halı ən maraqlı haldır, çünki bu zaman qara çuxur virtual hissəciklərdən birini fırlanma momentinin hesabına özündən uzaqlaşdıraraq müəyyən enerji sərf edir. Sərf olunan enerji qara çuxurun şüalanması kimi meydana çıxır. Bu da ona dəlalət edir ki, qara çuxurun enerjisi azalır. Beləliklə, biz bir daha kvant vakuumunun bir növ möcüzəli xasələrə malik olduğuna əmin oluruq.

§7. Kosmoloji sabit haqda

Bu başdan qeyd edək ki, şüuru Kainatın tərkib hissəsi, başqa sözlə, sərbəstlik dərəcələrindən biri kimi qəbul etmək daha məqsədə uyğundur. Aşağıda aparacağımız şərhlərdən yuxarıda şüur haqda deyilənlər aydınlaşacaq. Beləliklə, bizə məlumdur ki, Kainatda şüurlu məxluq (insan) mövcuddur. Bütün söylərə baxmayaraq, insanlar Yerdən kənarda şüurlu məxluqun varlığına, onlarla necə əlaqə yaratmaq məsələləri üzərində intensiv işlər aparırsalar da hələlik heç bir müsbət nəticə əldə etməyiblər. Məsələ burasındadır ki, əgər Yerdən kənarda şüurlu məxluq varsa, onda onların inkişaf səviyyəsi bizimkindən aşağı və yaxud da yüksək olmalıdır. Hər iki halı araşdırmaq çox maraqlıdır. Maraqlı cəhət ondan ibarətdir ki, Kainatda şüurlu məxluqun əmələ gələ bilməsi Eynşteynin özünün ilk tənliliklərinə əlavə etdiyi kosmoloji sabit ədədinin ala biləcəyi qiymətdən asılıdır. Biz yuxarıda gördük ki, Eynşteyn öz tənliliklərinin statik həllini almaq üçün kosmoloji sabit ədədini tənliliklərinə əlavə etmişdi. Lakin sonralar Fridman Eynşteynin ilk tənliliklərindən genişlənən və yaxud sıxılan Kainat modelini aldıqdan sonra Eynşteyn öz tənliliklərinə kosmoloji həddi daxil etməsini mənasız bir iş kimi qələmə vermiş və onun tənliliklərdən çıxarılmasını lazım bilmişdir. Lakin kvant vakuumunun enerji sıxlığını artıran hər bir faktor özünü kosmoloji sabit kimi aparmasını nəzərə aldıqda onun tənliliklərdən atılması məqsədyönlü sayıla bilməz. Bu baxımdan kosmoloji sabit problemi meydana çıxmış və o, aşağıdakından ibarətdir.

Astronomiya müşahidələri göstərir ki, kosmoloji sabitin qiyməti müasir elementar hissəciklər nəzəriyyəsiindən alınan

qiymətindən 10^{120} dəfə kiçikdir. Elementar hissəciklər nəzəriyyəsinə görə məlumdur ki, enerji sıxlığı 10^{19} QeV olan simmetrik vəziyyət dağılarkən oradan qravitasiya, elektromaqnit, güclü və zəif təsir qüvvələri ayrılaraq sərbəst şəkildə mövcud olur. Hər bir təsir qüvvəsi ayrılarkən fəza keçidi baş verir deyirlər və bu zaman kosmoloji sabitin qiyməti ifrat dərəcədə böyüyür. Deməli, Kainatın müasir dövründə kosmoloji sabitin qiyməti çox böyük olmalıdır. Müşahidə isə bunun əksini göstərir. Bu hadisəyə kosmoloji sabit problemi deyilir. Beləliklə biz belə bir nəticəyə gəlirik ki, elementar hissəciklər nəzəriyyəsi düz qurulmayıb.

Qeyd edək ki, kvant mexanikasının banilərindən biri Nobel mükafatı laureatı Pol-Dirak elementar hissəciklərin hərəkətini xarakterizə edən Şredinger tənliklərinin fiziki mənası olan həllərinin olmadığını söyləmişdir. Doğurdan da əgər biz hər hansı hissəciyin (elektronun) hərəkətini Şredinger tənliyi vasitəsilə ilə öyrənmək istədikdə ehtimal sıxlığı adlanan funksiya üçün sonsuz qiymət alırıq və bu vəziyyətdən çıxış yolunu həmin funksiyanı normallaşdırmaqda görürük. Normallaşdırma üsulu ilə vəziyyətdən çıxış yolu axtarmaq, yəni tapılmış hər hansı bir həllə fiziki məna vermək həmişə özünü doğrultmur. Bu baxımdan qeyd edək ki, akademik V.L.Qinzburq Uspexi Fizikası (aprel, 1999) jurnalında, Şredinger tənliyi üzərində qurulan qeyri-relyativist kvant mexanikasında baş verə biləcək bəzi dəyişikliklərin mümkünlüyünü qeyd etmişdir. Lakin kvant mexanikasının Heyzenberq variantı Şredinger variantına nəzərən bir sıra üstünlüklərə malik olsa da, müəyyən çətinliklər də mövcuddur.

Beləliklə, biz kosmoloji sabit problemini həll etmək yolunda elementar hissəciklərin elə bir nəzəriyyəsinə qurmalıyıq ki, həmin nəzəriyyə ilə Kainatın müasir mərhələsində kosmoloji sabit ədədinin kiçik qiymətə malik olmasını izah edilə bilsin. Bu problem müasir nəzəri fizikada böhran adını almış və hazırda öz həllini tapmamışdır. Bu istiqamətdə müəllif bəzi müsbət nəticələr almışdır, ona da sonralar baxılacaq.

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, əgər kosmoloji sabitin qiyməti böyük olarsa, onda Kainatda həyatın (şüurlu insanın) yaranması mümkün deyil. Çünki bu zaman Kainatın genişlənməsi (ekspansional) çox böyük sürətlə davam etdiyin-

dən bir-biri ilə qravitasiya qüvvəsi vasitəsi ilə əlaqədə olan kütlələrin yaranması mümkün olmur və nəticə etibarilə heç bir canlı və şüurlu məxluq əmələ gələ bilmir. Ona görə də, antron prinsip (Kainat necə varsa elədir) tələb edir ki, kosmoloji sabit kifayət qədər kiçik qiymətə malik olmalıdır ki, Kainat genişlənərkən orada bir-biri ilə qravitasiya qüvvəsi vasitəsi ilə bağlı kütlələr əmələ gələ bilsin və sonralar isə şüurlu məxluqun yaranması üçün zəmin yaransın.

İndi isə kosmoloji sabit probleminin həlli istiqamətində söhbətimizi davam etdiririk. Bu problemin həlli yolunda iki əsas yanaşma üsulu mövcuddur. Birinci üsulla çalışırlar ki, hər hansısa bir simmetriyanın hesabına kosmoloji sabitin qiyməti sıfıra bərabər edilə bilsin: Yəni Kainatın müasir mərhələsində kosmoloji sabitin qiyməti sıfıra bərabər olsun. İkinci üsul isə elə bir mexanizm qurmaqdan ibarətdir ki, həmin mexanizmə nəzərən vakuumun enerji sıxlığı (kosmoloji sabit həm də vakuumun enerji sıxlığını xarakterizə edir) Kainatın müasir dövründəki maddənin orta sıxlığına 10^{-29} q/sm^3 (Qinzburqun məqaləsində orta sıxlıq 10^{-30} q/sm^3) bərabər edilə bilsin. Axırından belə bir qənaətə gəlirik ki, Kainatın orta sıxlığının nə üçün 10^{-29} q/sm^3 bərabər olduğunu hazırda izah edə bilən nəzəriyyə yoxdur.

Kosmoloji sabit problemini həll edərkən müxtəlif nəzəriyyələrdən istifadə olunsa da ümidverici nəzəriyyə kvantı kosmologiyası adlanan nəzəriyyədir.

§8. Kvant kosmologiyası

Klassik Nüton mexanikası çərçivəsində atomun quruluşunu öyrənərkən belə bir nəticəyə gəlib çıxırlar ki, atomun nüvəsinin ətrafında hərəkət edən elektronlar aramsız şüalanıb öz enerjilərini itirərək nüvənin üzərinə düşməlidir. Buradan alınır ki, atom dağılmalıdır. Lakin gündəlik həyatdan və təcrübədən məlumdur ki, atom dayanıqlıdır və bir varlıq kimi mövcuddur. Buna görə də klassik Nüton nəzəriyyəsini eksperimentlə uzlaşdırmaq məqsədi ilə N.Bor, E.Şredinger, V.Heyzenberq, P.Dirak və b. görkəmli alimlər XX əsrin əvvəllərində kvant mexanikasını yaratdılar. Kvant mexanikasında hissəciyin hərəkəti,

klassik mexanika baxımından fərqli olaraq ehtimal funksiyasının paylanması kimi verilir. Kvant mexanikasına görə, hissəciyin koordinatları və impulsu eyni zamanda təyin edilə bilmir. Bu Heyzenberq prinsipi adlanır. Hissəciyin koordinatlarının və impulsunun qiymətləri dalğa funksiyasının köməkliliyi ilə müəyyən ehtimalla təyin edilir. Dalğa funksiyası isə Şredinger tənliyinin həllindən alınır. Fəzanın hər bir nöqtəsi dalğa funksiyası, dalğanın amplitudası və dalğa uzunluğu ilə xarakterizə edilir. Amplitudanın kvadratı hissəciyin müəyyən vəziyyətdə ola biləcəyi ehtimalı ilə düz mütənasibdir. Lakin hissəciyin vəziyyəti və onun impulsu dalğa funksiyası vasitəsi ilə eyni zamanda təyin edilə bilmirlər. Hissəciyin hərəkətini təyin edən kəmiyyətlərdən biri tapılmış olsa, o biri kəmiyyətinin qeyri-müəyyənliyi artır. Bu, Heyzenberq prinsipinin başqa cür ifadəsidir. Buradan da alınır ki, sistemin erenjisini sıfıra bərabər etmək mümkün deyil. Sistemin enerjisini yalnız müəyyən minimum qiymətə qədər azaltmaq olar və ondan aşağı salına bilməz.

Heyzenberqin qeyri-müəyyənlik prinsipinə əsasən potensial çuxura düşmüş hissəcik dalğavari xassəyə malik olduğundan, o, həmin potensial çuxurdan çıxıb bilər. Klassik mexanikada isə potensial çuxura salınmış cism heç bir vaxt oradan çıxıb bilmir. Kvant mexanikasında məlum olan və yuxarıda sadalanan məqamları bütövlükdə Kainatı öyrənməyə tətbiq etdikdə kvant kosmologiyası adlanan nəzəriyyəyə gəlib çıxırıq. Kvant kosmologiyasının tənlikləri Şredinger tənliklərinə oxşardır və o tənliklər Devitt tərəfindən alınmışdır. Upler-Devit tənliyini həll etdikdə, kvant mexanikasında olduğu oxşar olaraq, Kainatın dalğa funksiyasını tapmaq lazım gəlir. Bu zaman Kainatın öz ölçüsü kvant mexanikasındakı hissəciyin koordinatlarına, Kainatın genişlənmə sürəti isə onun impulsuna uyğun gəlir.

Aşkındır ki, Upler-Devit tənliyinin sonsuz həlli vardır: ən əsas məsələ isə ondan ibarətdir ki, bu tənliyin hansı həlli bizim yaşadığımız Kainatı düzgün xarakterizə edir? Bu suala cavab tapmazdan əvvəl qeyd edək ki, Kainatın dalğa funksiyası zamandan asılı deyil. O, Kainatın genişlənməsini xarakterizə edən miqyas faktorundan və maddənin yaratdığı ϕ -sahəsindən asılıdır. Yaşadığımız Kainatın zamandan da asılı olub-olmadığını sübut etməyə nail olmaq elmin qarşısında duran əsas

məsələlərdən biridir. Çünki Kainatın zamandan asılı olmasını müşahidə etmək üçün gerek müşahidəçi başqa bir Kainatdan müşahidə aparsın ki, orada baş verən hadisələrin zamandan asılı olduğunu izləyə bilsin. Bəs Upler-Devit tənliyinin hansı həlli və yaxud dalğa funksiyası bizim Kainatı düzgün xarakterizə edir? Bu vəziyyətdən çıxış yolunu tapmaq məqsədilə Xartl və Xoukinq aşağıdakı mülahizəni yürütmüşlər - Kainatın elə bir halı vardır ki, həmin halda Kainatda az həyacanlanma baş verir. Bu hadisə bir növ sistemin minimum enerji səviyyəsinə uyğun gəlir. Bu mülahizədən istifadə edərək onlar belə bir qənaətə gəlmişlər ki, Kainatın minimum enerji səviyyəsini xarakterizə edən dalğa funksiyası yaşadığımız Kainatı virtual hissəciklərin yaranıbb yox olması halı kimi (bu zaman virtual hissəciklər uzun müddət yaşayırlar) işıqlandırır. Kvant kosmologiyasının ən üstün cəhətlərindən biri odur ki, həmin nəzəriyyəyə görə, Kainat miqyas ölçüsü sıfır ($a=0$) bərabər olan mühitdən əmələ gələ biləcəyini təsdiq edir. Ölçüsü sıfır bərabər olan mühit vakuuma bənzər kimi qəbul edilməlidir. Ölçüsü sıfır olan mühit tam boşluq olmaya da bilər, çünki bizə çoxluqlar nəzəriyyəsindən yaxşı məlumdur ki, $[0,1]$ parçasındakı irrasional ədədlərin ölçüsü vahidə bərabər olduğu halda, rəasional ədədlərin ölçüsü sıfır bərabərdir. Deməli, sıfır ölçülü sistem mühit tam boşluqdan ibarət deyildir.

Kvant kosmologiyası nəzəriyyəsi, Kainatın müasir dövründə kosmoloji sabitin nə üçün çox kiçik qiymətə malik olmasını aşağıdakı kimi izah edir. Upler-Devit tənliyindən alınan sonsuz sayda Kainat içərisində ən böyük ehtimalla yarana bilən və uzun müddət mövcud olanı (bizim yaşadığımız Kainat) kosmoloji sabitin sıfır yaxınlaşmasından alınan Kainatdır.

Kvant kosmologiyası çərçivəsində kosmoloji sabit probleminin yuxarıdakı həlli bir sıra qüsurlardan ibarət olduğu üçün həmin problemin həlli başqa istiqamətlərdə axtarmaq tələb olunur.

Müəllifin bu istiqamətdə apardığı tədqiqatlardan aydın olur ki, kosmoloji sabit problemini həll etmək üçün Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin ümumiləşməsi olan Eynşteyn-Kartan nəzəriyyəsindən istifadə etmək daha məqsədyönlüdür. Çünki həmin nəzəriyyə daxilində kosmoloji sabitə artıq tarsion (əyici sahə) sahədən asılı olan funksiya kimi baxılır.

Bu da onu göstərir ki, kosmoloji sabit ədədi Kainatın müxtəlif mərhələlərində müxtəlif qiymətlər alır və hər bir əsas fəza keçidi (qravitasiya, elektromaqnit, zəif və güclü qarşılıqlı təsir qüvvələrinin bir-birindən aralanaraq sərbəstlik əldə etmələri əsas fəza keçidləri adlanır) baş verdikdə özünü ona uyğunlaşdırır. Başqa sözlə desək, fəza keçidi zamanı vakuuma verilən enerji sıxlığı tarsion sahə ilə kompensasiya olunur.

Kosmoloji sabit probleminin həlli istiqamətində aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəllif aşağıdakı nəticələri almışdır:

- Kosmoloji sabit problemini Enşteyn-Kartan nəzəriyyəsi çərçivəsində həll etmək daha məqsədyönlüdür;

- Eynşteyn-Kartan nəzəriyyəsində vakuumun enerji sıxlığını artıran hər bir faktor özünü tarsion sahənin yaradıcısı kimi büruzə verir;

- Simmetriyanın pozulmasının əsas səbəbi skalyar sahə deyil, tarsion sahənin meydana çıxması nəticəsində baş verir;

- Vakuumin enerji sıxlığı tarsion sahənin yaranmasına sərf olunur;

- Kainat genişlənərkən kütlə yığımlarının əmələ gəlməsi-inin əsas səbəbi tarsion sahənin göstərdiyi təsir qüvvəsidir;

- Kainatın müasir mərhələsində tarsion sahə çox zəif olduğundan kosmoloji sabit də çox kiçik qiymətə malikdir.

Yuxarıda şərh olunanları nəzərə alsaq, söhbətimizi aşağıdakı şəkildə yekunlaşdıra bilərik. Kainatın əmələ gəlməsi, quruluşu və təkamülü istiqamətində apardığımız araşdırmaların indiyə qədər mövcud olan digər araşdırmalara nisbətən üstünlüyü ondadır ki, məhz bizim baxdığımız yanaşma ilə Kainatda baş verən müxtəlif hadisələrin səbəbini izah etmək mümkün olur.

Daha doğrusu, Kainatın yaranma anlarında və onun müasir mərhələsinədək olan dövrlərdə orada baş verən elə bir hadisə yoxdur ki, onun səbəbini bizim yanaşma ilə izah etmək mümkün olmasın. Bu da ona dəlalət edir ki, Kainatın yaranması və sonrakı inkişafı istiqamətində apardığımız araşdırmaların nəticələri doğrudur, həyatidir və gələcəkdə elmi tədqiqat işi aparmaq üçün çox vacibdir.

Bu yazını başa çatdırdığımız məqamlarda Internet şəbəkəsi vasitəsilə (Uspexi fiziçeskix nauk tom 169, N7 iyul 1999-cu il) belə bir məlumat daxil oldu ki, Kainatın genişlənməsini öy-

rənmək məqsədilə kosmik fəzaya buraxılmış Habbl teleskopu vasitəsilə 18 dənə uzaq qalaktikada şüalanmasını pulsasiya periodundan asılı olaraq dəyişən və Sefeid adlanan 800 ulduz tapılmışdır. Bu asılılığın köməkliyi ilə qalaktikalara qədər olan məsafələr hesablanmışdır. Genişlənməni xarakterizə edən Nabbl H sabiti 10% dəqiqliklə tapılaraq $70 \text{ kms}^{-1}\text{Mpk}^{-1}$ - qiymətinə bərabər olmuşdur. Buradan da belə bir nəticəyə gəlmişdilər ki, əgər Kainat kritik (böhran) sıxlığa malikdirsə (Kainatın hələlilik kritik sıxlığı 10^{-29} q/sm^3 -a bərabər qəbul edilir) onda Habl sabitini yuxarıdakı qiyməti nəzərə alınsa Kainatın yaşı üçün $12 \cdot 10^{12}$ il qiymətini alıblar. Belə çıxır ki, hazırda Kainatın 12 trilyon il yaşı var. Həmçinin qeyd olunur ki, əgər kosmoloji sabitin qiyməti sıfırdan fərqli olarsa onda Kainatın yaşı 12 trilyon ildən də çox ola biləcəyi alınır. Bununla əlaqədar olaraq qeyd edək ki, Habbl özü ilk dəfə 1929-cu ildə H-sabiti üçün 500 km/sMpk qiymətini tapmışdır. H-ın bu qiymətinə əsasən, Kainatın $\approx 2 \cdot 10^9$ il yaşı olduğu alınır. Aydınır ki, Kainatın yaşı üçün tapılmış bu qiymət əsl həqiqəti əks etdirmirdi. Ona görə də sonralar Habl sabitinin düzgün qiymətini tapmaq məqsədi ilə ötən 70 il ərzində müxtəlif təcrübələr aparılmış və onun müasir mərhələdəki qiyməti $H_0 = (50 \div 100) \text{ km/sMpk}$ -a bərabər qəbul edilmişdir. H-ın son dövrlərdə tapılmış qiymətinə nəzərən Kainatın yaşının $t_0 = (10 \div 20) \cdot 10^9$ il qədər olduğu göstərilmiş Kainatın yaşının təqribən 18 milyard ilə bərabər olması faktını orada olan izotopların və qoca ulduz topalarının yaşı da təsdiq edir. Məhz ona görə də indi Kainatın 18 milyard il yaşı olması bütün dünyada qəbul edilmiş faktdır.

Kainatın yuxarıda göstəriləyi kimi, 12 trilyon və yaxud da çox yaşı ola bilərmə? - suallarına cavab birmənalıdır: yox. Çünki bu vəziyyət müasir nəzəri fizikada, ümumi nisbilik nəzəriyyəsində, kimyada, biologiyada, geologiyada və s. elmlərdə mövcud olan qanunlarla uzlaşmır.

ƏDƏBİYYAT

1. П.А.М.Дирак, Пути физики, М.Энергоатомиздат 1983.
2. Л.Д.Ландау, Е.М.Лившиц, Теория поля, М."Наука" 1988.
3. Дж.Нарликар, Нсистовая Вселенная, М."Мир" 1985.
4. А.Ф.Богородский, Всемирное тяготение, Киев 1971.
5. Зельдович Я.Б., Новиков И.А. Строеение и эволюция Вселенной Изд. "Наука", М.,1975.
6. А.Д.Долгов, Я.Б.Зельдович, Н.В.Сансин, Космология ранней Вселенной, Изд. МГУ, М., 1988.
7. А.Д.Линде .Физика элементарных частиц и инфляционная космология М. "Наука" 1990.
8. Д.Д.Иваненко, Т.И.Пронин, Г.А.Марданашвили, Колебровочная Теория гравитации.
9. Г.Ю.Тредер. Эволюция основных физических идей. Научовадумка, Киев 1989.
10. Н.С.Мамедов.Космологическая постоянная в теории Эйнштейна-Картана, деп.в АзНИИНТИ 1998.
11. Н.С.Мамедов. Циркуляр ШАО. Материаллы второй и третьей Международной Конференции посвященный 800-летию Н.Туси 1998.
12. В.Л.Гинзбург. Успехи физических наук том, 169. N4. 1999.
13. Успехи физических наук том..169, N7 1999, Электронный препринт.

KİTABIN İÇİNDƏKİLƏR

Redaktordan	3
Giriş	4
§1. Kainat nədir?	5
§2. Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsi haqda	6
§3. Vakuum nədir?	10
§4. Qarşılıqlı təsir qüvvələri	14
§5. Simmetriya haqda	16
§6. Ulduzların partlaması	23
§7. Kosmoloji sabit haqda	27
§8. Kvant kosmologiyası	29
Ədəbiyyat	34

N.S.MƏMMƏDOV

***KAINAT VƏ ONUN TƏRKİB HİSSƏLƏRİ OLAN ULDUZ
VƏ QALAKTİKALAR NECƏ YARANMIŞDIR?***

Bakı - «Elm» - 2001

«Elm» Redaksiya-Nəşriyyat və Poliqrafiya Mərkəzi

**Direktor: Ş.Alişanlı
Baş redaktor: T.Kərimli**

**Formatı 84x108 1/32. Həcmi 2,25 ç.v.
Tirajı 100. Sifariş 133
Qiyməti Müqavilə ilə.**

**«Elm» RNPM-nin mətbəəsində çap edilmişdir.
(İstiqlaliyyət, 8)**