

BÜYÜK PATLAMA

Evrenin Kısa Tarihçesi

1

PROF. DR. NAMIK KEMAL PAK

ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ-FİZİK BÖLÜMÜ

14 NİSAN 2012

Evren Hakkındaki Düşüncelerin Evrimi

Yıllar Boyu Kozmoloji

2



Farklı kültürlerde evren modelleri

Evren Hakkındaki Düşüncelerin Evrimi

Farklı Kültürlerde Evrenin Algılanması

3

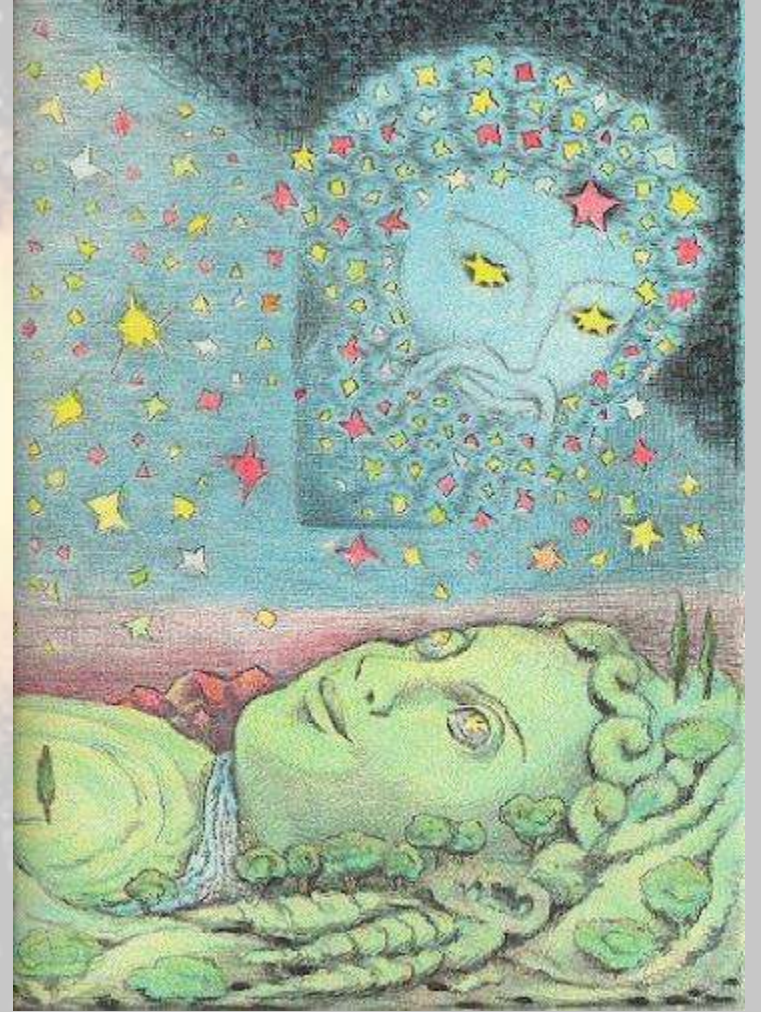
- Modern astronomi ve teleskoptan çok daha önce dünyanın tüm uygarlıkları göklerin meraklı gözlemcileriydiler. Ve göklerin yapısı/işleyişi üzerine salt akıl ürünü olan pek çok mit-öykü türettiler.
- **Üst sağ:** Güneşe hizalanmış Maya mabedi;
- **Ortada:** Kozmik Canavar, parçalanıp yeri ve gökü (samanyolu) oluşturuyor;
- **Sol:** Çin yapımı gökyüzü haritası; 1054'deki süpernova patlamasını simgeliyor olabilir.
- **Sağ alt:** Kozmoz (Bingenli Hildegard, 11yy rahibesi tarafından yapılmış tablo)

Evren Hakkındaki düşüncelerin evrimi

Eski Yunan Kozmolojisi

4

Başlangıçta boş bir karanlık vardı. Bu boşluktaki tek şey Nyx (Chaos)'tu; siyah kanatlı bir kuş. İşte o kuş, rüzgarın etkisiyle bir altın yumurta yumurtladı ve asırlarca bu yumurtanın üstünde kuluçkaya yattı. Sonunda yumurtada yaşam belirdi ve ondan Eros, aşk tanrısı, çıktı. Kabuğun yarısı yükseldi ve gök kubbeyi oluşturdu, diğer yarısı da yer kabuğunu. Eros göke Uranus, yere de and Gaia adını verdi ve onları birbirlerine aşık etti.



Evren hakkındaki düşüncelerin evrimi

Bilinen Kozmoloji

5

- ❖ Başlangıçta Tanrı yer ve göğü yarattı.
- ❖ Yer şekilsiz ve boştu; derin bir karanlık çökmüştü ve Tanrının ruhu suların üstüne paklaştı,

...ve üfledi:

$$\partial_{\mu} \mathcal{F}^{\mu\nu} = 4 \pi \rho^{\mu}$$

$$\varepsilon^{\mu\nu\rho\sigma} \partial_{\nu} \mathcal{F}_{\rho\sigma} = 0$$

...ve ışık oluştu.

Evren Hakkındaki Düşüncelerin Evrimi

Modern Gelişmeler

6

- 17. yy'da James Usher (Armagh piskaposu) dünyanın MÖ 4004 yılında yaratıldığını ileri sürdü.
- 18. yy'da Fransız doğa bilimcisi George Buffon dünyanın en az 70000 yaşında olması gerektiğini iddia etti.
- 1755'de Emanuel Kant dünyanın yaşının milyonlarca yıl mertebesinde olması gerektiğini ileri sürdü.
- Gerçek tarih ancak 1935'de anlaşılabilirdi-Edwin Hubble (En yeni bilimsel bulgulardan birisi; pek çok bilimsel keşiften daha taze bir keşif).



Antikite Dönemi

Evren Anlayışı-I

7

- Dünya-güneş ilişkisi doğru şekilde anlaşılmıştı. Samos'lu Aristarchus M.Ö 250'de güneş merkezli bir evren modeli geliştirmiştir.
- Dünya ve diğer (bilinen) planetler güneşin çevresinde dairesel yörüngelerde dolanıyordu.
- Güneş-Dünya; Dünya-Güneş uzaklıkları oldukça iyi bir hassasiyetle hesaplanmıştı.
- İskenderiyeli Eratosthenes (ölümü M.Ö 194) dünyanın çevresini çok iyi bir hassasiyetle hesaplamıştı.

Antikite Dönemi

Evren Anlayışı-II

8

- Görülüyor ki doğru yola girilmiş; ancak nedense bir süre sonra yoldan sapılmış
- Claudius Ptolemy, doğru keşiften 400 yıl kadar sonra (M.S. 2.yy) Dünya merkezli modeli ortaya attı.
- Bu model 1543'e kadar (bilimsel devrim) 1300 yıl kadar hüküm sürdü.
- Ne tuhaftır ki Ptolemy modelini Aristoteles'in görüşleri üzerine inşa ediyordu. Ve insanlık/uygarlık tarihinin en seçkin düşünürü olan Aristo, yaklaşık 2000 yıl süren Ortaçağ karanlığının da baş sorumlularındandı.

Evren Hakkındaki Düşüncelerin Evrimi

Evren Anlayışında 3 Dönüm Noktası

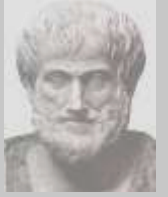
9



M.S. 2.yy: Claudius Ptolemy (**Aristo Fiziği**)

Dünya Merkezli Kozmoloji

(Dünya ve kozmos için farklı fiziksel kanunlar)



M.S. 16.yy: Nicolaus Copernicus (**Newton Fiziği**)

Güneş Merkezli Kozmoloji

(Evrensel Fizik kanunları; yerde neyse göklerde de aynı)



M.S.20.yy: Edwin Hubble (**Einstein Fiziği**)

Büyük Patlama Kozmolojisi

(Evren genişliyor ve değişiyor)



Büyük Patlama

10

- Big Bang adı ilk kez “ Steady State Modelinin “ babası Fred Hoyle tarafından yeni modeli hicvetmek maksadıyla kullanmış (yeni model hakkında koparılan şamatayı kastederek). Amaç tamamıyla başka olsa da bu isim bu modele yapışmış.
- Benzer bir galat da yenilerde Higgs parçacığı için yapıştırılan “Tanrı parçacığı“ adlandırması (ilk çıkışı: Tanrı'nın *cezası* parçacık = God Damn particle).

Büyük Patlama

Özet

11

- Evren ~14 yıl önce bir noktadan büyük patlama ile başlıyor.
- O andan itibaren genişlemeye ve soğumaya başlıyor.
- Galaksimiz (ve güneş sistemimiz ve dünyamız) toz bulutlarının yaklaşık 4,5 milyar yıl önce yoğunlaşması ile oluşuyor.
- Çok yakın bir zamana kadar kimse evren ve dünyanın bu kadar yaşlı olabileceğini düşünmemişti (daha Babil zamanında gözlemsel ve matematiksel çalışmalar başlamış olsa bile).

Önemli İsimler

12

- Georges Lemaître (1894-1966)- Belçikalı Katolik papaz. Bilimle din arasında bir çelişme/ çatışma olmadığı iddiasındaydı. Büyük Patlama bir başlangıçsa bir başlatıcısı mı olmalı? Aristo'nun başlangıçsız-sonsuz evren modeli bu ilk başlatıcı'dan kaçınmak amaçlı mıydı??
- Rus matematikçisi Friedman 1921 yılında Einstein denklemlerinin genişleyen çözümünü buldu.
- Lemaître modeli (Friedman'ın öğrencisi) G. Gamow tarafından daha da geliştirildi (özellikle evrenin çok sıcak ve yoğun evresinde elementlerin nasıl oluştuğu konusunda).

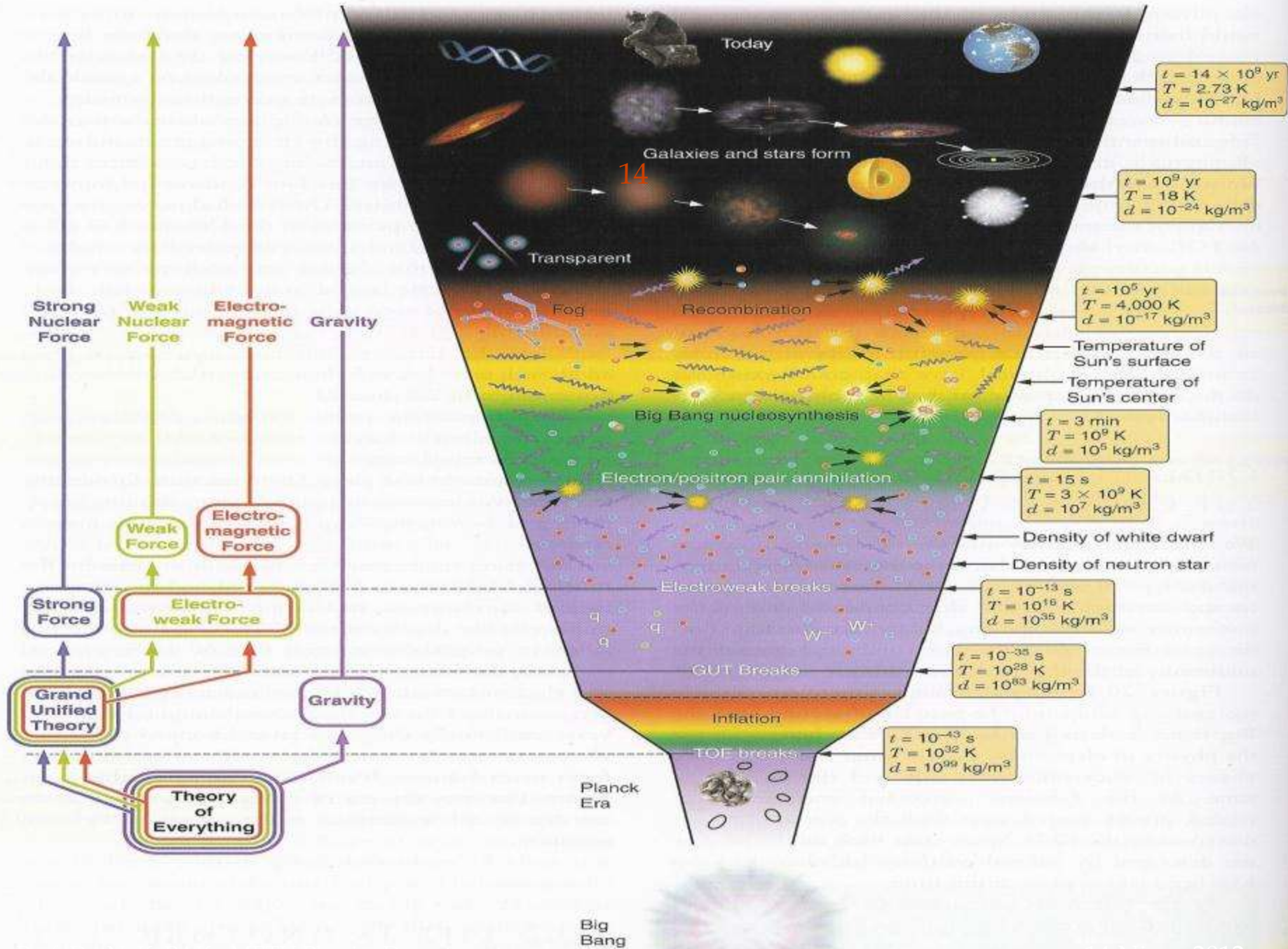


Georges Lemaître

Büyük Patlama için kanıtlar

13

- Evren sürekli genişliyor olmalı
- Evrenin ölçülebilir bir *SICAKLIĞI* olmalı.
- Elementlerin dağılımı biliniyor olmalı.



Kanıt 1

Evrenin Genişlemesi

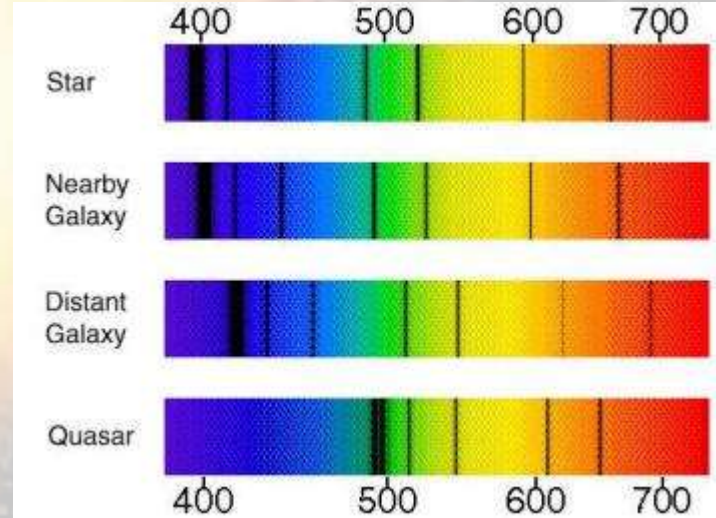
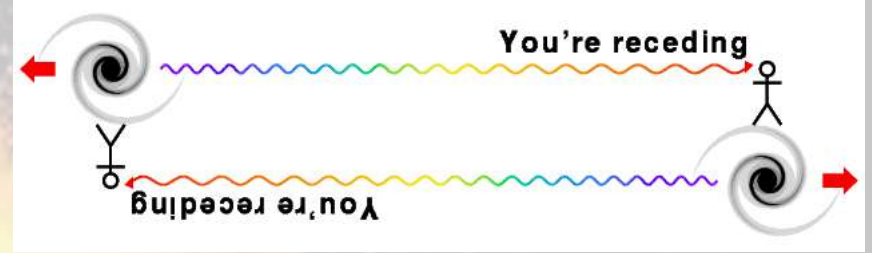
15

- Kozmoloji tarihinin en büyük keşfi: Evrenin genişlemesi
- 20.yy'a kadar ortak akıl, evrenin statik olduğunu ve merkezinde Samanyolu'nun yer aldığını söylüyordu.
- Bu görüş Hubble'ın 1929 yılındaki keşfiyle yıkıldı. Tüm galaksilerin birbirlerinden uzaklaşıyordu.

Kozmik Hız Ölçer

16

- Eğer bir galaksi bizden uzaklaşıyorsa ondan bize ulaşan ışığın frekansı "kırmızıya kayacaktır" (yani frekansı azalmış olacak- Doppler kayması).
- Hubble bunu spektrum ölçümleriyle kanıtladı:
 - 1-Bu kırmızıya kayma dünyaya olan uzaklıkla orantılıydı.
 - 2-Uzaklaşma hızı arttıkça kırmızıya kayma miktarı da artıyordu.



Kanıt 1

Evrenin Genişlemesi- Hubble Yasası

17

- **Hubble kanunu:** Galaksilerin hızları uzaklıkları ile orantılı; Daha uzak olan daha yüksek hızlarda uzaklaşıyor.

$$Hız = H \times (Uzaklık)$$



Edwin Hubble

- **Sonuç:** Tüm galaksiler birbirlerinden uzaklaştığına göre, geçmişte bir zamanda hepsi aynı yerde olmalıydı.

Kanıt 2

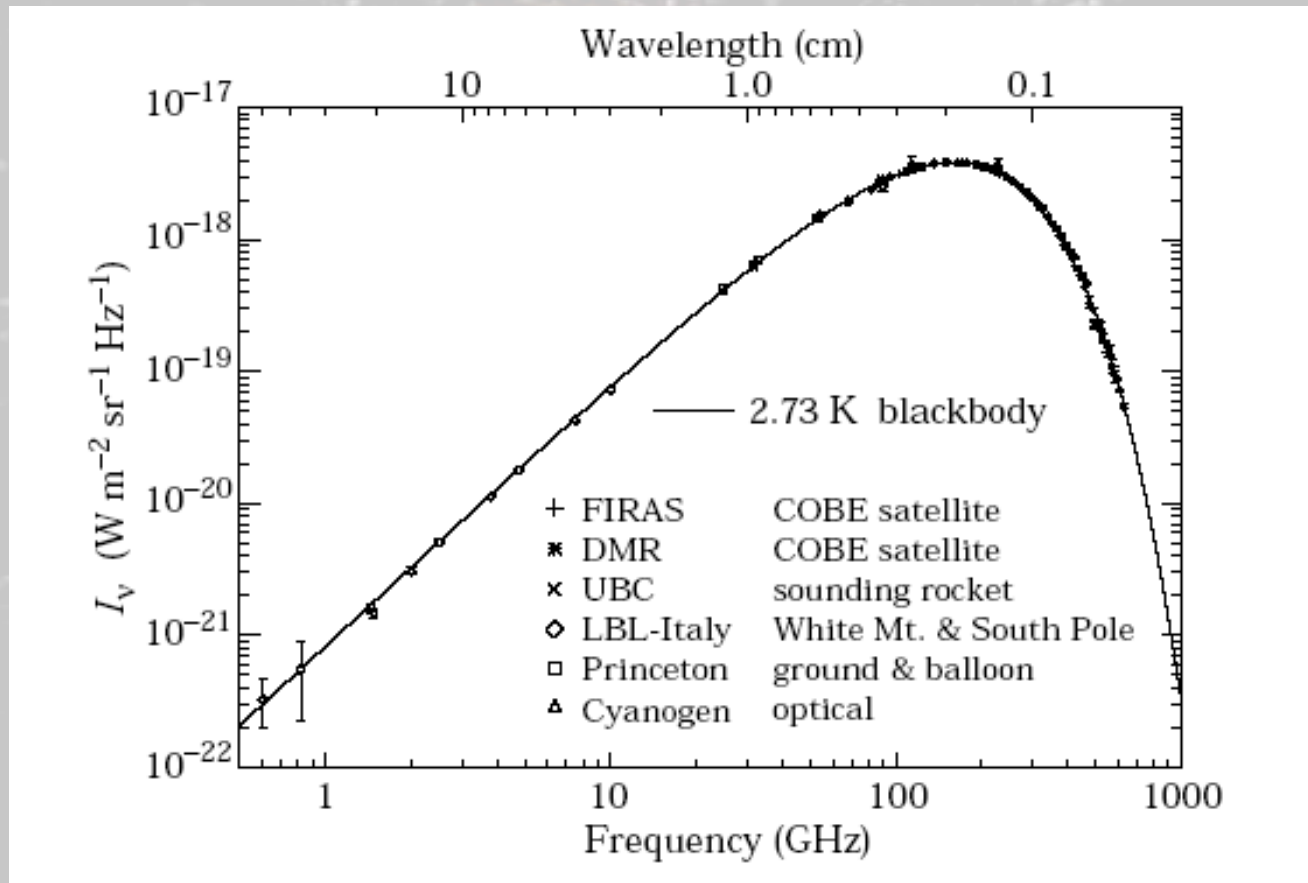
Kozmik Arka Fon Radyasyonu

18

- Penzias & Wilson (Bell Laboratuvarı) bu radyasyonu 1965'de keşfettiler (şans eseri).
- Bu radyasyon siyah cisim ışınması ile aynı enerji spektrumuna sahipti (mikro-dalga bölgesinde ve $T= 2,7$ K sıcaklığındaki maksimum dalga boyu 1,9 mm).

COBE Measured the Temperature of the Universe:

19



Big Bang Kronolojisi-1

20

- Büyük Patlama'nın hemen ardından evren radyasyon, kuarklar, leptonlar ve gluonlardan oluşan çok çok sıcak bir plazma (çorba) gibiydi
- Genişledikçe ve sıcaklık düştükçe kuarklar (gluonlar yoluyla) bağlanarak proton, nötron v.s. oluşturdular.
- Genişleme ve soğuma devam ettikçe proton ve nötronlar elektronlarla birleşerek atomları oluşturdular.

Big Bang Kronolojisi- 2

Son Saçılma

21

- Ortamda elektrik yüklü parçacıklar varsa, bunlar ortamdaki radyasyonu soğururlar.
- Yani ışık yüklü parçacık sistemi tarafından hapsedilir.
- Soğuma sonucu yüklü parçacıkların sayısı azalır (birleşerek nötr atomları oluştururlar).
- Artık ortamda ışığı hapsedecek daha az sayıda yüklü parçacık kalmıştır.
- Böylece ışık kaçıp kurtulur ve tüm evreni doldurur (P&W tarafından gözlenen Arka Fon Radyasyonu).
- **Soru:** Bu radyasyon üzerinde ölçüm yaparak, ne zaman ve hangi kaynaktan ışındığını öğrenebilir miyiz? Böylece, atomların oluştuğu (yani ışığın yüklü parçacıklar arasında saçılıp durma sürecinin sonlandığı) evreyi öğrenebiliriz.

Kanıt 3

Hafif Elementlerin Evrende Dağılımı

22

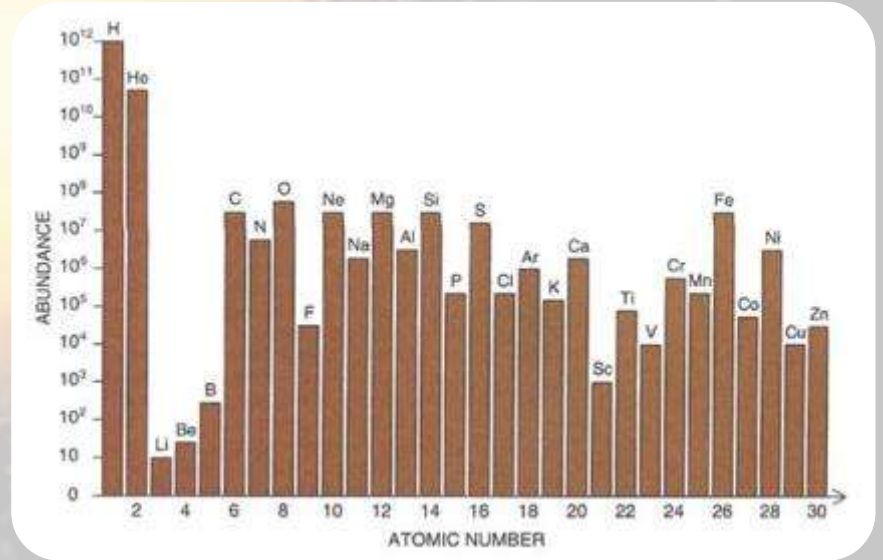
- Elementler iki şekilde oluşur.
 - *Hafif elementler (H, D, He, Li) erken evrede.*
 - *He'dan daha ağır olanlar daha sonraki bir evrede yıldızlarda oluşurlar.*
- Evrenin %25'i He. Bu yüksek oran helyumun erken evrede oluştuğunun kanıtı (daha sonra yıldızlarda *DEĞİL*).
- Nükleer sentez Büyük Patlama'dan 13 dakika sonra sona eriyor.
- Atomlar Büyük Patlama'dan 300.000 yıl sonra oluşuyor (Nasıl? Genişleme-soğuma sonucu foton enerjisi atomları iyonlaştırarak, p, n, e'lara ayrıştırabilecek kritik değerin altına düştüğü sıcaklığa erişince).

Kanıt 3

Elementlerin Evrende Dağılımı

23

- Hidrojen, döteryum, helyum ve lityumun dağılımı



Time after
Big Bang

Temperature
of universe

Particle
energy

10^{-43} s

10^{32} K

10^{19} GeV

10^{-35} s

10^{27} K

10^{14} GeV

10^{-12} s

10^{15} K

100 GeV

10^{-6} s

10^{13} K

1 GeV

5×10^{17} s
(= now)

3 K

10^{-4} eV

Gravity

Weak nuclear force

Electromagnetic force

Strong nuclear force

Doğadaki Kuvvetlerin Birleşimi

25

- ❖ Elektromanyetizma (Maxwell; 1865)

$E \sim 0 \text{ eV}$ mertebesinde birleşiyor.

- ❖ Elektromanyetizma -Zayıf (nükleer) kuvvet (Weinberg, Salam, Glashow; 1968)

$E \sim 100 \text{ GeV}$ mertebesinde birleşiyor.

- ❖ Elektromanyetik-Zayıf-Yeğgin Kuvvet: Büyük Birleşik Teori (GUT)


$E \sim 10^{14} \text{ GeV}$ mertebesinde birleşiyor.

- ❖ Elektromanyetik- Zayıf- Yeğgin Kuvvet -Gravite: Super GUT (herşeyin teorisi)

$E \sim 10^{19} \text{ GeV}$ mertebesinde birleşiyor.

Big Bang Kronoloji

26



t 10^{-43} sn	$T = 10^{32}$ K, $R \sim 10^{-15}$ m (protondan küçük)
10^{-34} sn	$T = 10^{27}$ K, Şişme başlıyor, boyut birden 10^{30} kat artıyor (γ , q , l çorbası).
10^{-12} sn	Kuarklar & gluonlar
10^{-4} sn	Kuarklar birleşerek hadron ve antiparçacıkları oluşturuyor.
3 dk	Nükleer sentez başlıyor. Evren artık p ve n'ların birleşerek hafif çekirdekleri oluşturacağı kadar soğumuştur.
379 000 yıl	Çekirdekler elektron yakalayıp atomları oluşturuyor. Işık hapisten kurtulup evrene yayılıyor (Son Saçılma evresi)
200 000 000 yıl	He ve H atomları kümelenip yıldız ve galaksileri oluşturuyor. Evren giderek kararıyor ($T = 2.7$ K)

Evrenin Bazı İlginç Özellikleri

27

- ❖ Eğer yeğgin kuvvetin şiddeti 5% kadar daha az olsaydı, nükleer-sentez olmazdı.
- ❖ 2 % daha yüksek olsaydı, çok fazla nükleer-sentez olurdu.
- ❖ Anthropic İlkesi–Bizler sonsuz mümkün evren arasından, fiziksel sabitlerin “doğru” değerlere sahip olduğu bir evrende yaşıyoruz (Uyarı: Bu ilke Popperist yaklaşımla yanlışlanabilir bir ilke değil. Bilimsel değil mi?)

Genişleme Durmadan Sürerse...

(Sonumuz Buz mu)

28

- 10^{12} yıl Yıldızlar H'i tüketiyor; Beyaz cüceler, nötron yıldızları, . . . karanlık madde
- 10^{27} yıl Herşey galaktik karadeliklerin içine çekiliyor.
- 10^{31} yıl Galaktik karadeliklerin çoğu birleşip süper-galaktik kara delik oluşturuyor.
- 10^{67} yıl Kara delikler buharlaşıyor.
- 10^{97} yıl Galaktik karadelikler buharlaşıyor.
- 10^{100} yıl Supergalaktik karadelikler buharlaşıyor.

“Some say the world will end in fire, others say in ice.”

– Robert Frost

Genişleme Durup Büzüşme Başlarsa...

(Sonumuz Ateş mi)

29

Gökyüzü Sıcaklığı (T_G)

70 milyon yıl $T_G > 300$ K

1 milyon yıl $T_G > 3000$ K (gece gökü güneş kadar parlak)

3 hafta $T_G > 10^6$ K

3 dakika $T_G > 10^{10}$ K



Teşekkürler

30