

A Cosmic Microwave Background (CMB) fluctuation map showing temperature variations across the sky. The map is a complex, irregular shape with a mottled pattern of colors representing different temperature fluctuations. The colors range from dark purple (cooler) to bright yellow and red (warmer), with a central blue-green region. The overall appearance is that of a noisy, textured surface.

SU Lise Yaz Okulu

**Evrenin Başlangıcı ve
Enflasyon Teorisi**

Evrenin ilk zamanları

- **Büyük patlamadan önce:** Bilimsel olarak tartışılmaz. Büyük patlama uzay ve zamanda bir tekilliğe karşılık gelir ve o noktada bildiğimiz fizik ile bir açıklamada bulunamayız.

Işıma etkin dönem

- **Planck zamanı:** Hem quantum mekaniği hem kütleçekimin etkin olduğu zaman ölçeğine Planck zaman ölçeği denir: 10^{-43} s. Şu anda geçerli bir quantum-kütleçekim fiziğimiz olmadığı için o zaman içinde neler olduğunu bilemeyiz. Tek bildiğimiz Planck Zamanı içinde tüm temel kuvvetler tek bir kuvvet olarak davranır.

Temel Kuvvetler

- **Kütleçekim:** uzun mesafeli ($1/r^2$) sadece büyük kütleli objelerde etkili, sadece çeker
- **Elektromanyetik kuvvet:** uzun mesafeli ($1/r^2$), sadece yüklü parçacıklar arasında çeker ya da iter. Kütleçekimden çok kuvvetli, ama genelde toplam yük sıfırdır.
- **Zayıf nükleer kuvvet:** Elektromanyetik kuvvetten çok daha zayıf, çok kısa mesafeler için geçerli 10^{-15} m, radyoaktif elementlerin çekirdeklerindeki bazı etkileşimleri düzenler.
- **Güçlü nükleer kuvvet:** En kuvvetli kuvvettir, ama kısa mesafede 10^{-14} m. Atom çekirdeklerini bir arada tutar.

Her kuvvet her parçacığı etkilemez.

Atom-altı yapı:

Proton ve nötronlar kuarklardan oluşur (6 adet). Güçlü kuvvet sadece quarkları etkiler. Zayıf kuvvet leptonları (elektronlar ve nötrinolar) etkiler.

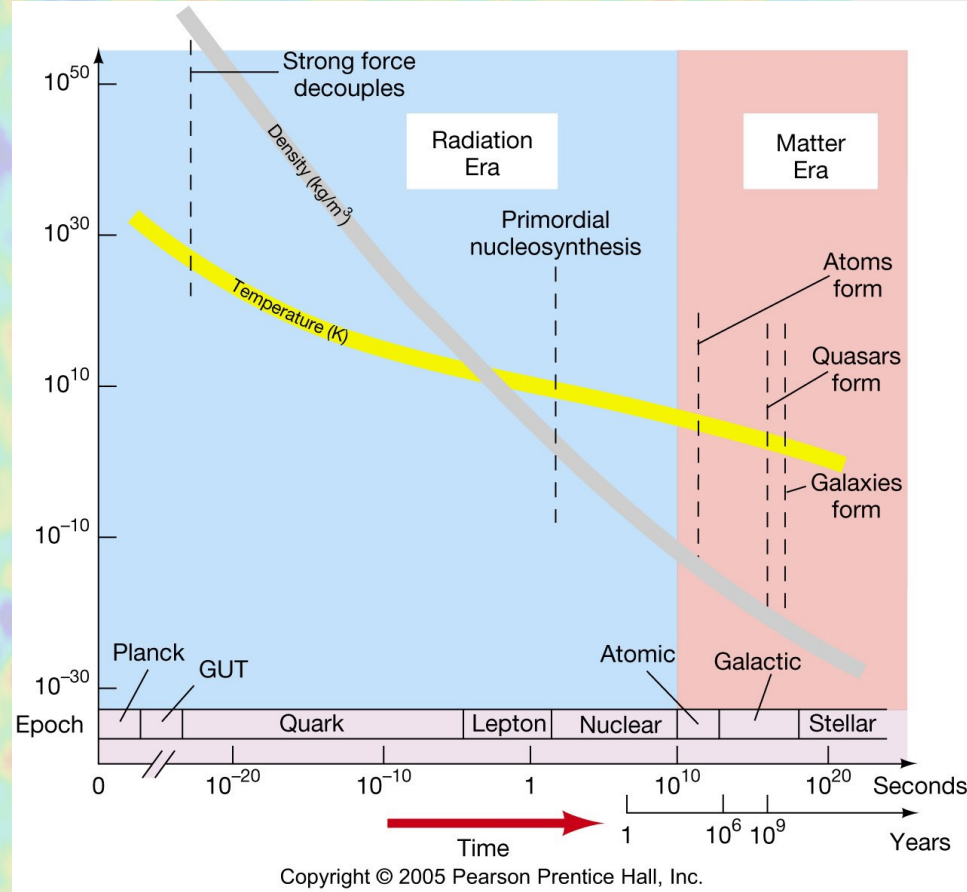
TABLE 27.2 Fundamental Forces and Particles

Etkilenen Parçacıklar	Range (m)	Kuvvet	Unification (temperature)
matter composed of quarks (protons, neutrons, etc.)	10^{-15}	strong	} GUT/superforce (10 ²⁸ K) } } quantum gravity (10 ³² K)
charged particles (protons, electrons, etc.)	infinite	electromagnetic	
leptons (electrons, muons, taus, neutrinos)	10^{-17}	weak	
everything	infinite	gravity	

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Yüksek sıcaklıklarda kuvvetler birleşir ve tek bir kuvvet olarak davranırlar. Elektro-zayıf kuvvet deneylerde gösterilmiştir.
- Üç kuvvetin birleştiği daha yüksek sıcaklıklar ise GUT – Büyük Birleşmiş Teori – ile açıklanmaya çalışılır. Deneylerle sınanmış bir GUT teorisi daha mevcut değildir..
- En yüksek sıcaklıklarda tüm kuvvetler birleşir.

- GUT dönemi $10^{-43} - 10^{-35}$ s
 - 10^{32} K sıcaklıkta evren çok enerjili atomaltı parçacıklarla doluydu. Kütleçekim ayrı, diğer kuvvetler birleşikti. Karanlık madde bu sırada oluşmuş olabilir.
- Kuark dönemi $10^{-35} - 10^{-4}$ s
 - Önce güçlü, daha sonra zayıf kuvvet ortaya çıkar. Kuarklar, proton ve nötronlar bu dönem ortaya çıkar.
- Lepton dönemi $10^{-4} - 10^2$ s
 - Hafif parçacıklar (elektronlar, muonlar, nötrinolar) ortaya çıkar. 1 s'de evren nötrinolar için saydamdır.



Nükleer dönem 10^2 s– 5×10^4 yıl

- Sıcaklık düştükçe proton ve nötronlar birleşerek ağır elementleri oluşturmaya başladılar (Döteryum ve Helyum) Ama evren çabucak soğuduğu için daha ağır elementler oluşamaz (15. dakikada sona erdiği düşünülüyor)

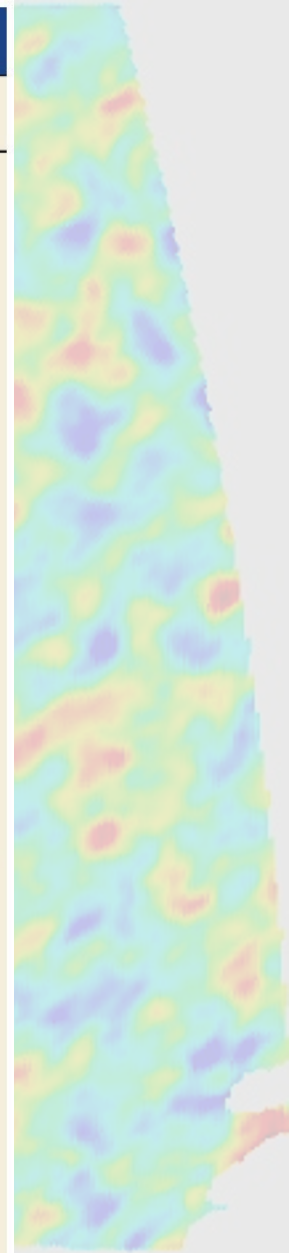
Madde dönemi

- **Atomik** 5×10^4 – 10^8 yıl
 - Ayrışma ile atomlar oluştu. Ama ilk büyük yıldızlar oluşuktan sonra bu atomların çoğu tekrar iyonlaştılar.
- **Galaktik ve yıldızsal** 10^8 – şimdiye
 - Gökadalar ve kümeleri oluştu. Yıldızlar oluştu ve evrimleşti. Ağır elementler oluştu.

TABLE 27.1 Major Epochs in the History of the Universe

Era	Epoch	Time (after big bang)	Density (kg/m³)	Temperature (K)	Main Events
<i>Radiation Era</i>					
	Planck	{ 0 s	∞	∞	Unknown physics; quantum gravity
	GUT*	{ 10 ⁻⁴³ s	10 ⁹⁵	10 ³²	
		Quark	{ 10 ⁻³⁵ s	10 ⁷⁵	10 ²⁷
	Lepton		{ 10 ⁻⁴ s	10 ¹⁶	10 ¹²
		Nuclear	{ 10 ² s	10 ⁴	10 ⁹
	{ 5 × 10 ⁴ yr (≈ 2 × 10 ¹² s)		6 × 10 ⁻¹⁶	16,000	
<i>Matter Era</i>					
	Atomic	{ 5 × 10 ⁴ yr (≈ 2 × 10 ¹² s)	6 × 10 ⁻¹⁶	16,000	Matter begins to dominate; atoms form; electromagnetic radiation decouples.
	Galactic	{ 10 ⁸ yr (≈ 3 × 10 ¹⁵ s)	10 ⁻²²	100	
		Stellar	{ 3 × 10 ⁹ yr (≈ 10 ¹⁷ s)	2 × 10 ⁻²⁵	10
	{ >10 ¹⁰ yr (3 × 10 ¹⁷ s)		3 × 10 ⁻²⁷	3	

*Grand Unified Theory; see p. 000 of text for discussion.

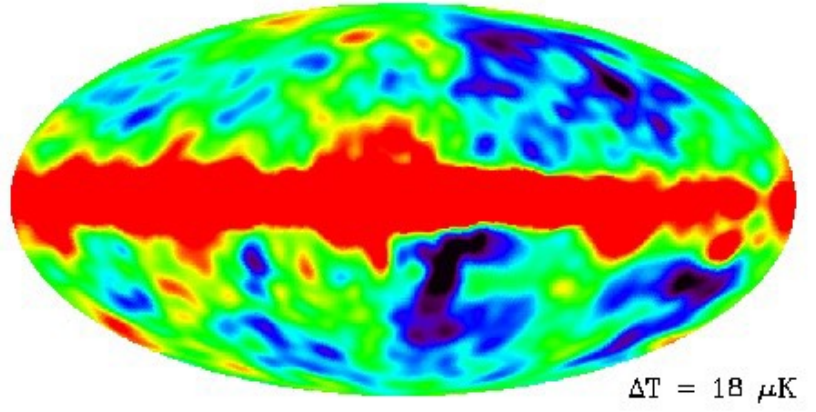
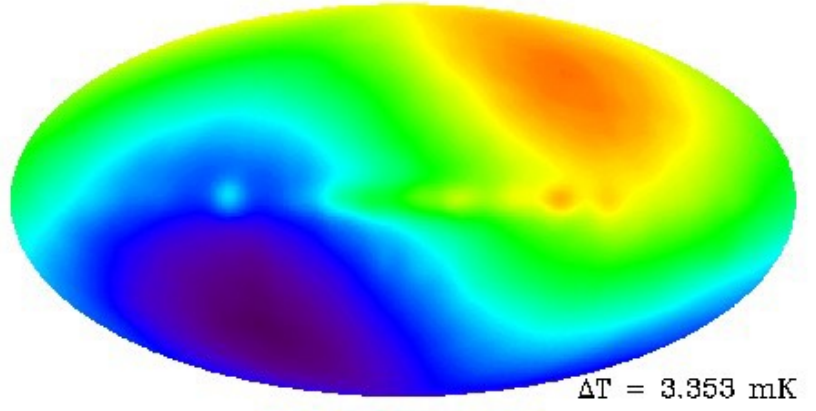
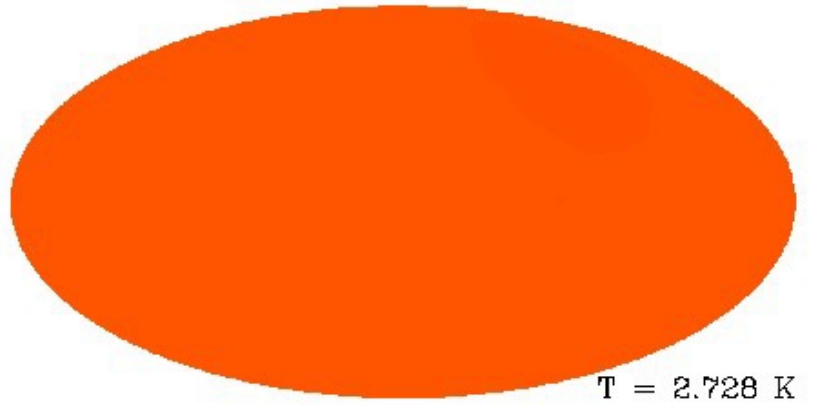


ENFLASYON TEORİSİ



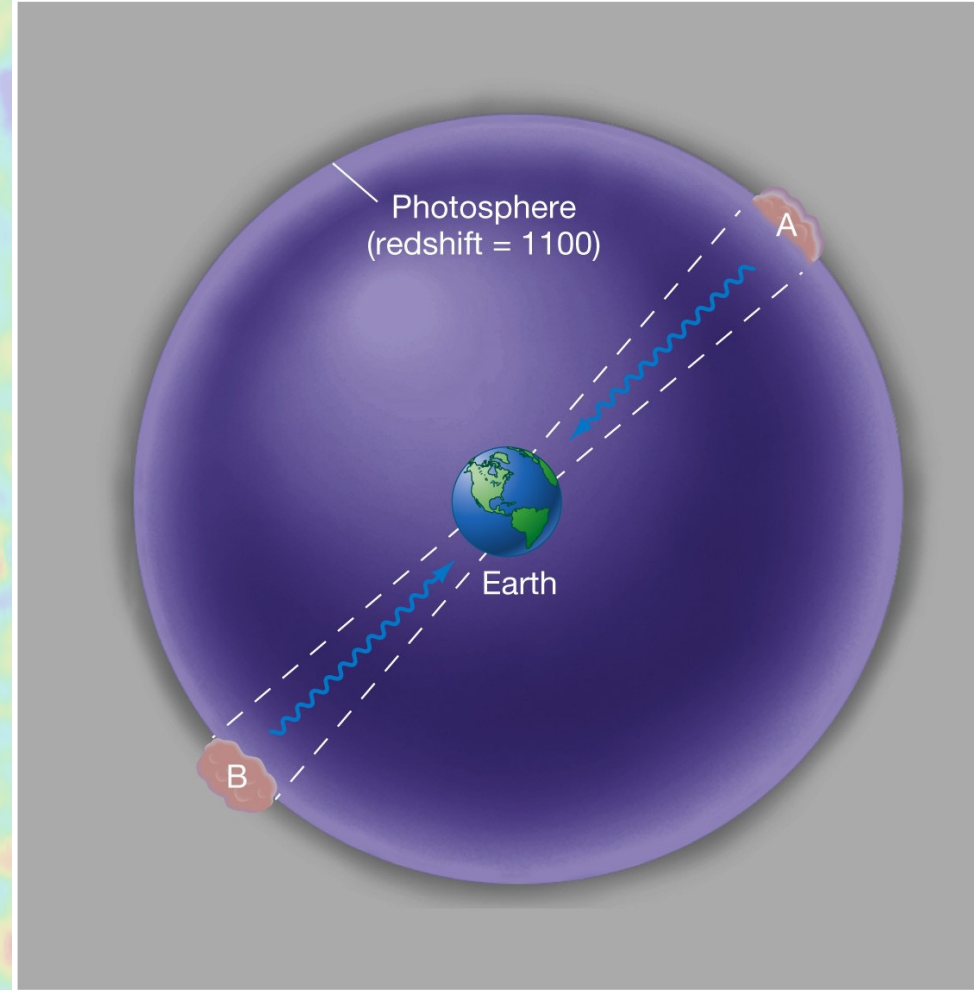
Büyük Patlama'nın Problemleri

- **Ufuk Problemi:**
 - MFI çok homojen!
- **Düzlük Problemi**
 - Evren niye düz?



Ufuk Problemi

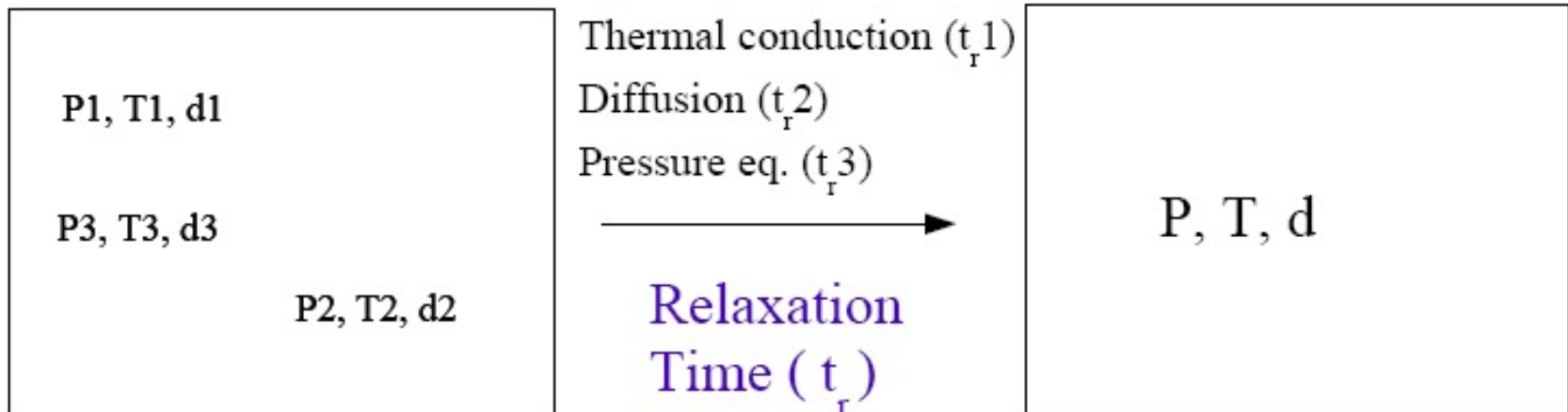
- Ayrılma $z \sim 1100$ civarında meydana geldi. Evrenin o andaki büyüklüğü 10 Mpc.
- Bu durumda evrenin iki tarafındaki A ve B noktasının birbiri ile nedensel bağlantısı (casual connection) yok. Birbirlerinin sıcaklığını bilemezler çünkü birbirlerinin ufuklarının dışında.
- Ama MFI'ya baktığımızda evrenin her tarafında neredeyse aynı. Böyle olması için hiç bir sebep yok.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

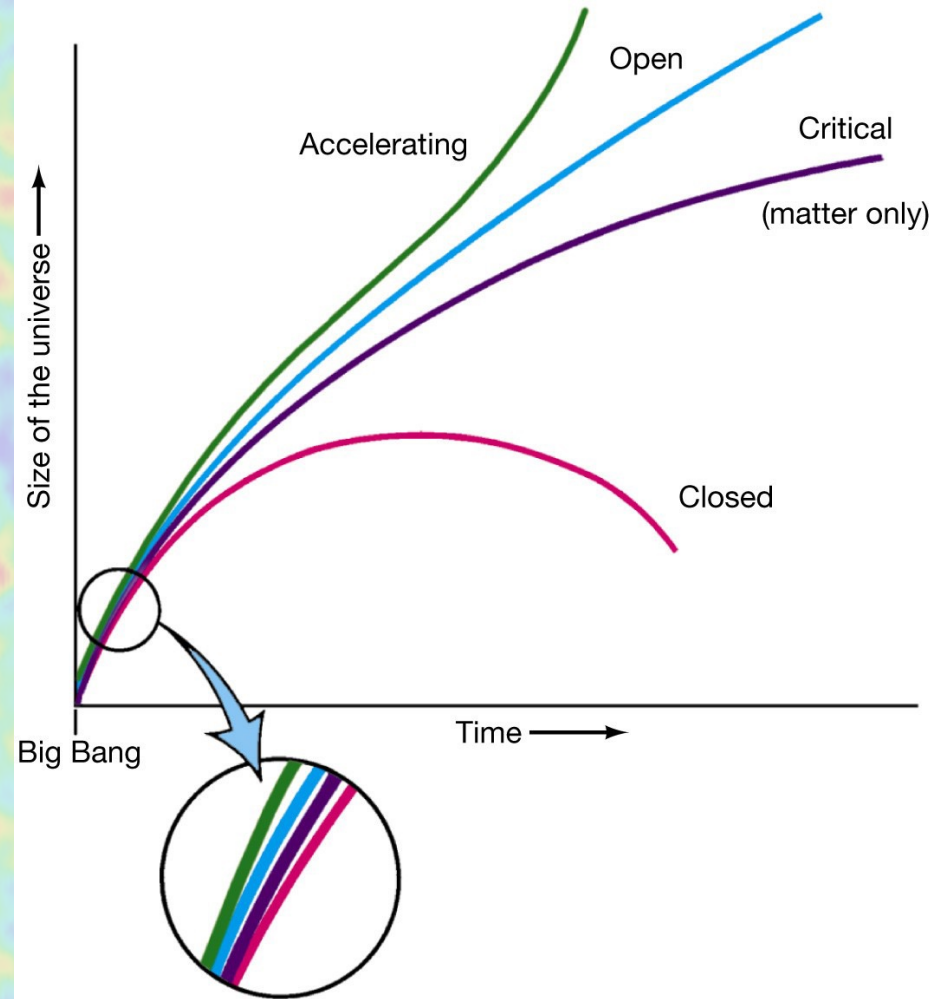
Nedensel Bağlantı

- Biraz termodinamik: Eğer değişik basınç, sıcaklık ve yoğunluğa sahip gazları bir kutuya koyarsak belli bir süre sonra termodinamik dengeye ulaşırlar.
- Her işlemin kendine has bir dengeye gelme zamanı vardır. Erken evrende bu hız ışık hızından daha düşük olacaktır. Ama Mpc mesafeler bilgiyi iletmek için çok uzun.



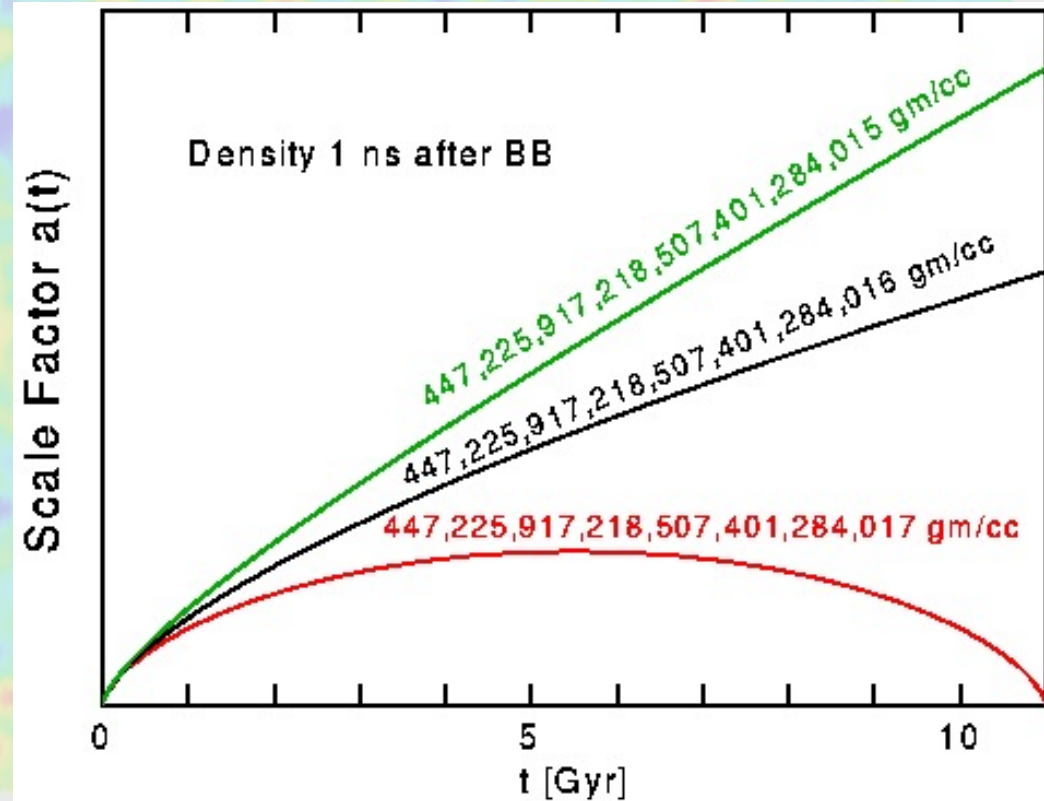
Düzlük ya da ince ayar problemi

- Bütün olabilecek değerler içinde evren niye kritik yoğunluğa sahip? Evren neden düz?
- Ayrıca şu anda yoğunluğu 1'e yakın ölçüyorsak geçmişte 1'e çok çok çok yakın olmalı.



İnce ince ayar

- Einstein denklemi kullanarak evrenin boyutunun zamana karşı nasıl değiştiğini bulabiliriz. Kritik yoğunluktan çok ufak bir fark bile şu anda evreni açık ya da kapalı yapardı.

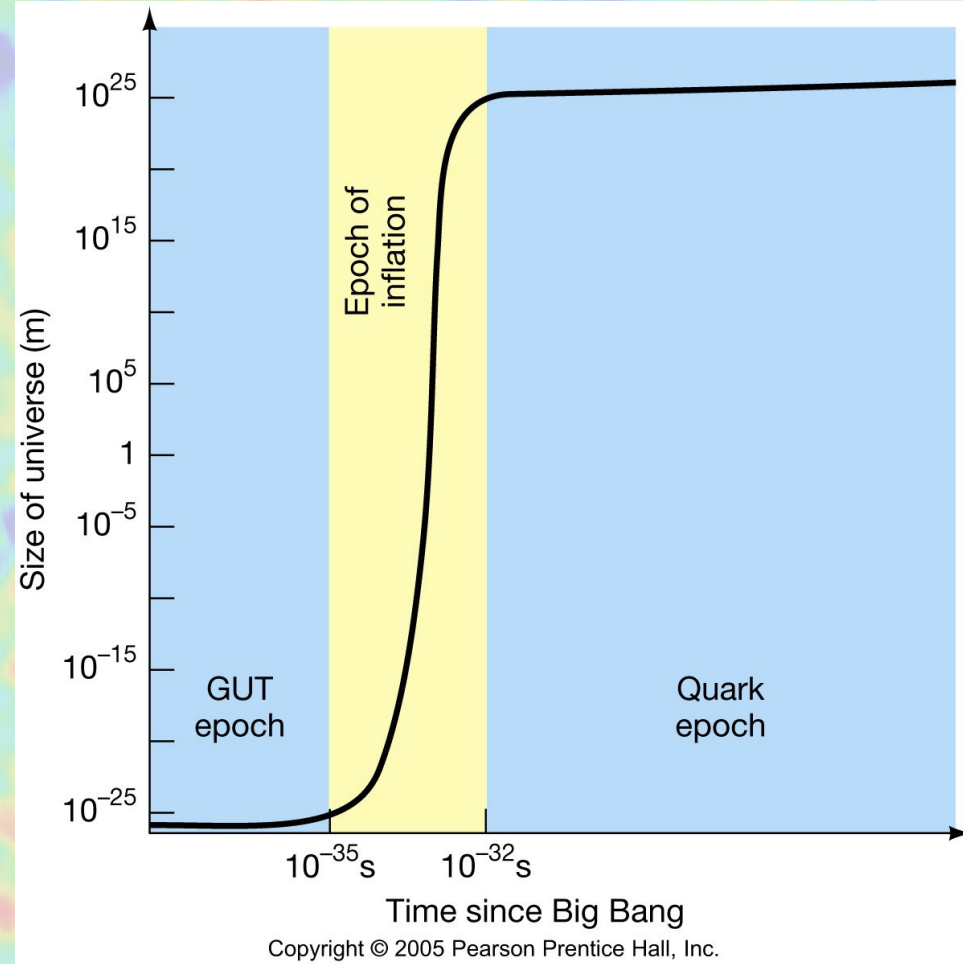


ENFLASYON

- Sıcaklık 10^{28} K altına indiğinde güçlü kuvvet diğer kuvvetlerden ayrıldı. Bu ayrılmayı bir faz geçişi olarak düşünebilirsiniz (sıcaklık düşerken buharın suya dönüşmesi gibi)
- Ama evrende bu faz geçişi her yerde aynı anda olmadı (aynı buz içinde ufak su damlacıkları kalması, ya da su içinde hava köpükleri gibi). Bu da bazı bölgeleri diğer bölgelere göre çok daha yüksek bir enerji ile bıraktı. Bizim evrenimiz de muhtemelen bu köpüklerden bir tanesi.
- Çok kısa bir zaman içinde inanılmaz basınç ile köpükler büyüdü. O kadar hızla büyüdüler ki her 10^{-34} s'de evren iki katına çıktı.
- Not: bu modellerden bir tanesidir ve başka modeller de mevcuttur.

ENFLASYON

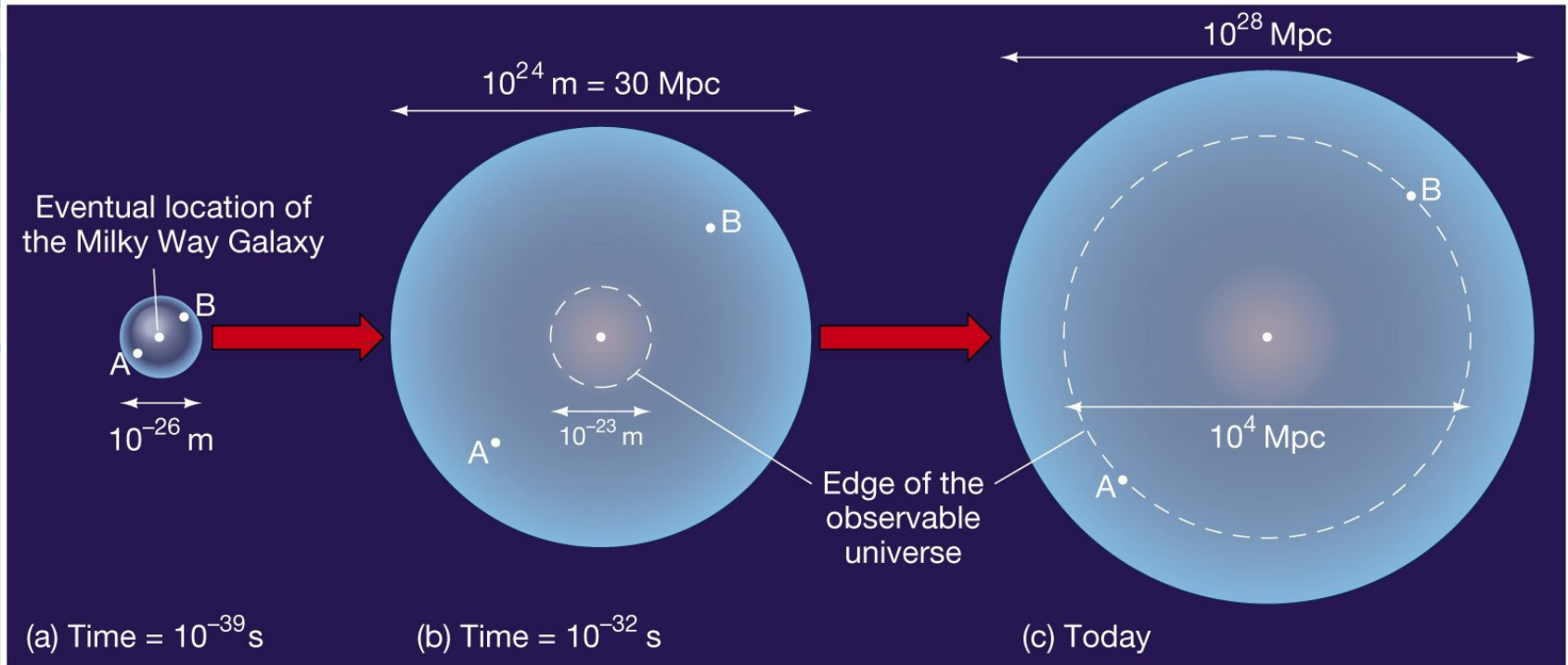
- Bir noktada büyüme sona erdi (bu zamanı ne belirledi kozmolojinin en önemli cevaplanmayan sorularından birisidir).
- Enflasyon bittiğinde evren 10^{50} kat büyüdü. Daha sonra kuvvetler ayrıldı ve evren Hubble büyümesine devam etti.



SONUÇLAR

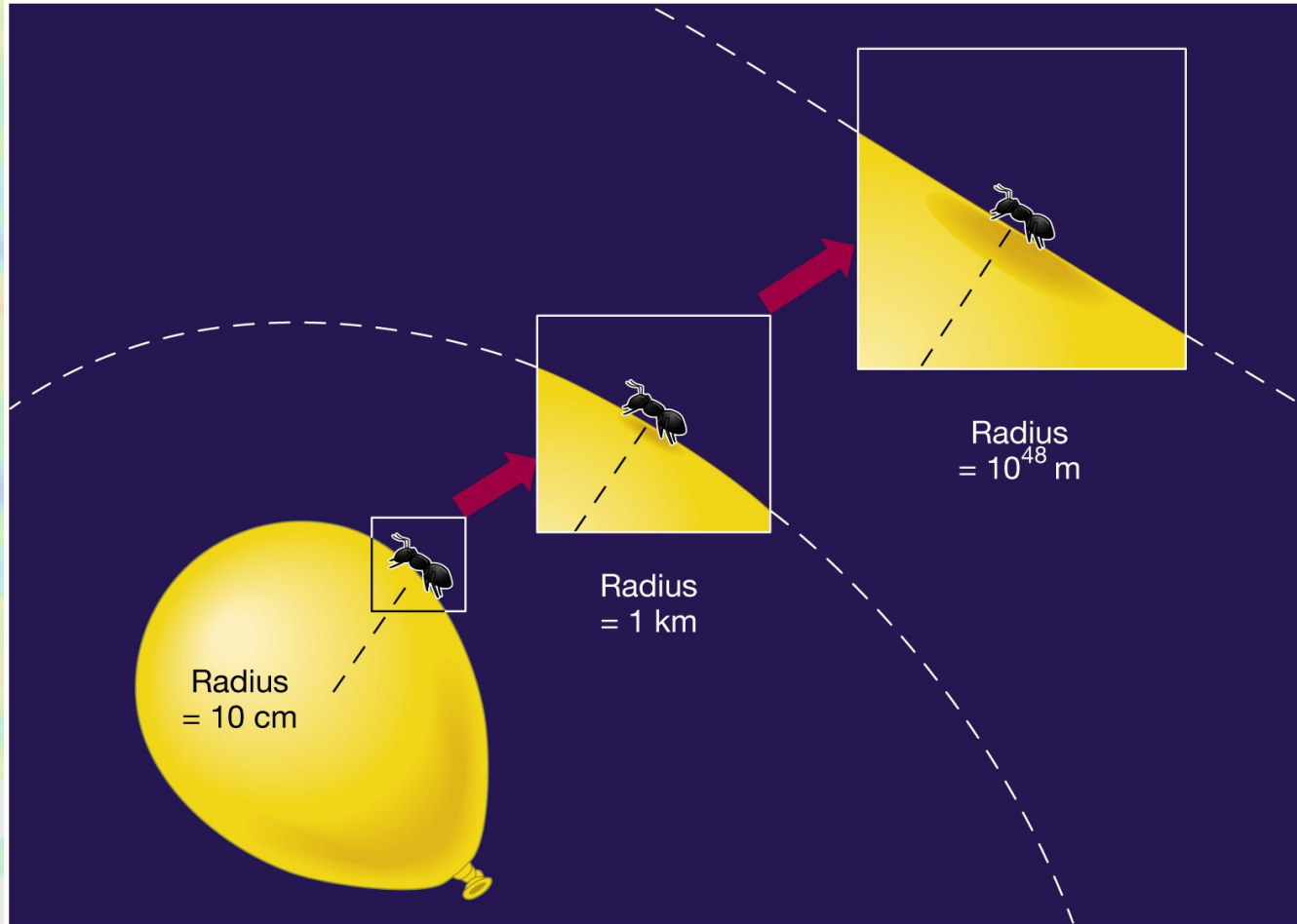
- UFUK PROBLEMİ

- Enflasyon ufuk problemini çözüyor çünkü evrenin her yanı aynı sıcaklıktayken ve iletişim halindeyken evren bir anda büyüyor ama sıcaklık aynı kalıyor.

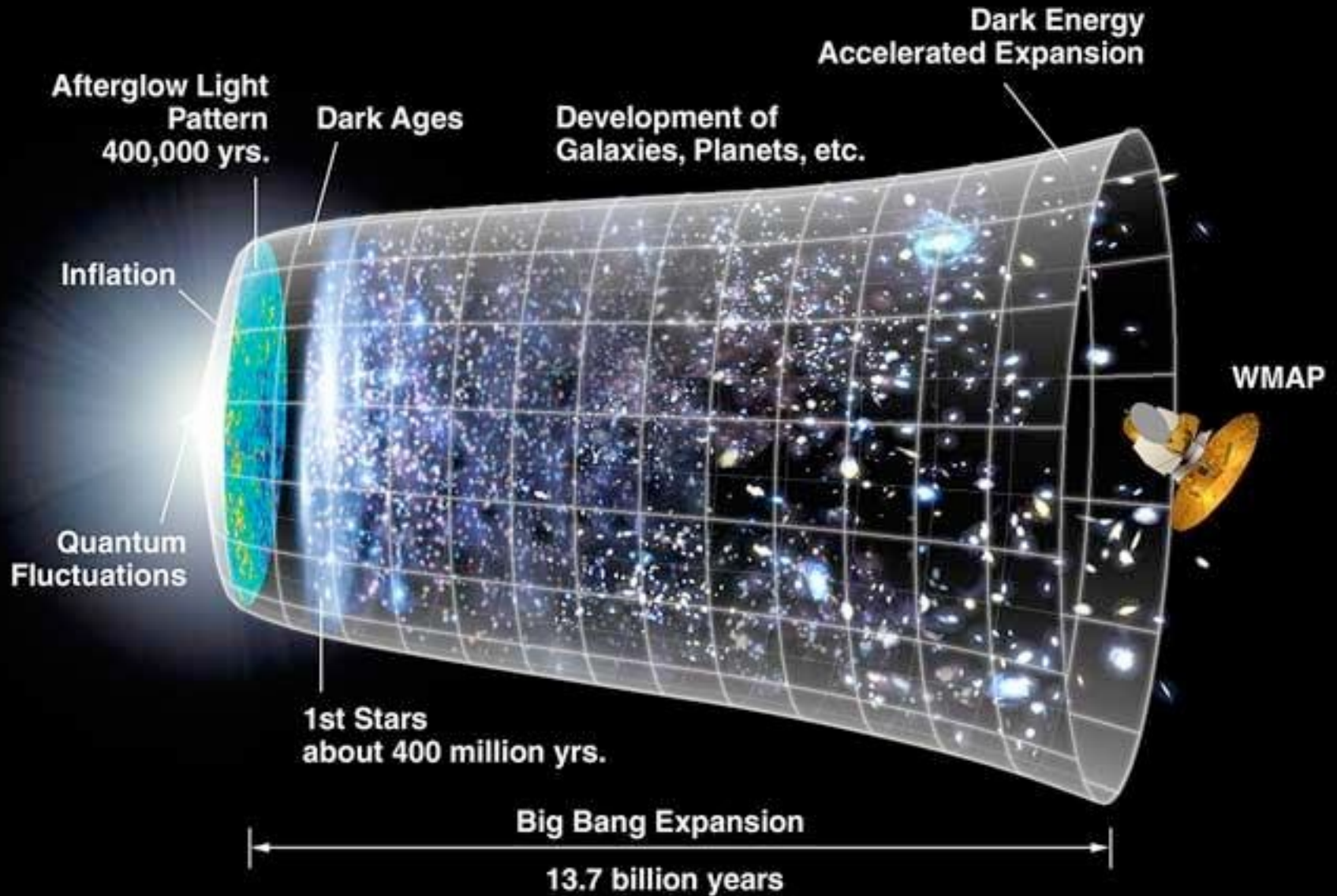


Düzlük Problemi

- Evren hangi geometride olursa olsun, bir anda 10^{50} kat şişirilirse lokal evren düz olur.



evrenin genişlemesi



Çoklu Evren

- MFI'ndaki ufak değişikliklerin Planck gözlemleri enflasyon kuramının öngörmediği sonuçlar ortaya çıkardı.
- İnce ayar -> Bildiğimiz maddenin oluşması, yıldızların ve gökadalaraın oluşması ve dağılımı, evrenin geometrisi evrenin başlangıç halindeki değerlerin çok hassas belirlenmesine bağlı.
- Acaba bizim evrenimiz gibi sonsuz, aynı fizik kurallarının geçerli olduğu ama ilk koşullarının farklı olduğu evrenler mi var?
- Bu yaklaşım bilimsel mi?