کیهان‌شناسی - جلسه ۱ - ۸۶/۱۱/۲۰

کتاب مرجع: Modern Cosmology - Scott Dodelson

سئوال‌های کیهان‌شناسی قدیمی به اندازه‌ای بسیار متفکر داشتند و کیهان‌شناسی بخشی علم امروزی، علم نوپایی است.

سئوالات زمان گذشته درباره کیهان‌شناسی: آیا عالم آغازی دارد
- بله: قبل از آغاز چه بوده؟
- خیر: مواد تشکیل دهنده به چه صورتی بوده است؟

آیا عالم پایانی دارد

سئوالات مربوط به مکان: آیا عالم محدود است
- خیر: فرد آن کجاست؟
- بله: آیا مرز دارد یا بدون مرز است؟

علم می‌آموزد که دقیق‌تر سئوال کنیم.

سئوالات فیزیکی جدید درمورد کیهان
- راه‌حل‌ها به عنوان آغاز کیهان‌شناسی مدرن

۱) عمر کیهان

۲) نحوه شکل‌گیری کهکشان‌ها
۳) نحوه شکل‌گیری ساختارها
بررسی دینامیک کیهان در ساختارهای بزرگ مقیاس $\ell > 100\ Mpc$

۴) چرا کیهان در حال انبساط است؟

۵) ماده ناپیدای کیهان از چه چیزی تشکیل شده است؟ ← ماده تاریک - انرژی تاریک. اساسی‌ترین پیش

اندازه‌گیری فاصله (نردبان فاصله)
- اختلاف منظر
- ستاره‌های قیافه‌ای Cepheids
- انواع اختر - SNI

استفاده از طیف‌نما برای اندازه‌گیری سرعت

انتقال به سرخ $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \sim \frac{V}{C}$ Redshift

2,

رصد هابل ← آغازی برای کیهان

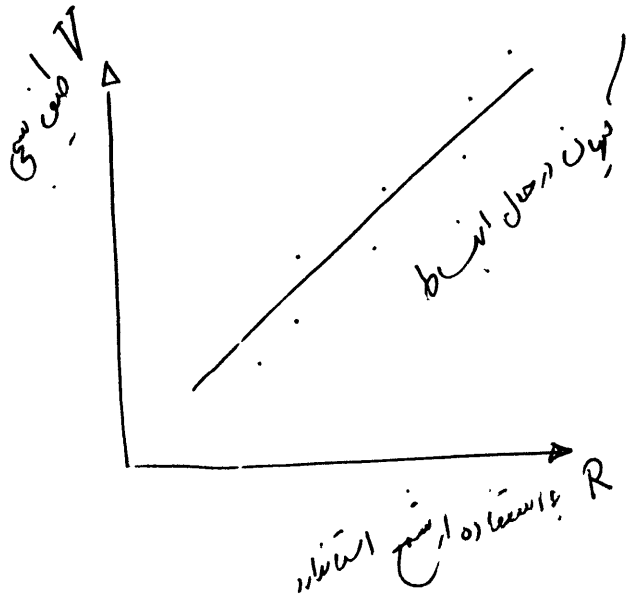
$V = HR$

سرعت دور شدن ← ثابت هابل ← فاصله

Big-Bang Theory تئوری انفجار بزرگ

شواهد مهم رصدی

- CMB تابش پس زمینه کیهان
- structure formation تشکیل ساختار
- Nucleosynthesis سنتز هسته‌ای
- Hubble Observation رصد هابل



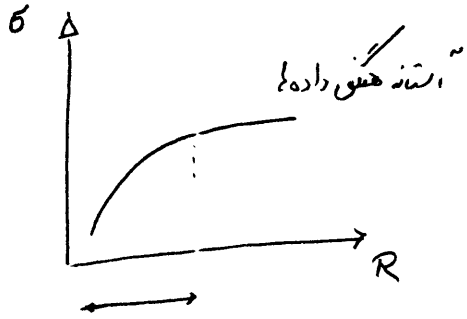
شبیه‌ها هابل ←
۱) لفظ به صورت همگن بزرگ می‌شود
۲) دور شدن نقاط به صورت شعاعی است.

$V = HR$, $\vec{\nabla} \times \vec{V} = 0$

$\vec{\nabla} \cdot \vec{V} > 0$

- دوباره توپولوژی Topology عالم نمی‌توان با معادلات نسبیت عام بیان کرد زیرا معادلات نسبیت عام توضیحی است.
- معادلات حاکم در ریاضی کیهان درجه ۱ است پس کمی شهود مورد کافی است تا معادلات حاکم را بدست آوریم.

آستانه همگنی داده‌ها در ریاضی کیهان حداقل باید باشد.



$$\text{طول فیزیکی} = a(t) \times$$

↓

طول همراه

فاصله بین ذرات در زمان حال

- طول همراه - Comoving distance
- طول فیزیکی physical length

معادله حاکم بر انبساط جهان
- آنی: نیوتنی
- نسبیتی عام
  - طول موج نور
  - حجم فضا نسبت به افزایش دما

افزایش می یابد

$r = a(t)\,\chi$

$V = \frac{da}{dt}\chi \rightarrow V = \frac{\dot{a}}{a} a \chi = Hr$

معادله جهان $H(t)$, $H_0 = \frac{\dot{a}}{a}\Big|_{t=t_0}$ t_0 پارامتر حال

$H \equiv \frac{\dot{a}}{a}$

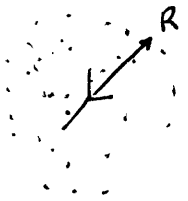
ثابت حال $H_0 = 100h \frac{Km}{sMpc}$

$h = 0.7$

دستگاه فی ≡ سقوط آزاد به صورت توضیحی به

بدون در نظر گرفتن نیروهایی که در میدان گرانش سقوط کند در دستگاه فی است.

حل مسئله
- نیرو
  - دینامیکی
  - انرژی
    - انرژی
    - انرژی



انرژی

$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r} \rightarrow \frac{E}{m} = E' = \frac{1}{2}H^2 a^2 \chi^2 - \frac{G}{r}\frac{4}{3}\pi\rho r^3$

$H^2 - \frac{2E'}{r^2} = \frac{8\pi G}{3}\rho \rightarrow H^2 - \frac{2E}{\chi^2}\frac{1}{a^2} = \frac{8\pi G}{3}\rho$

نقطه با دانستن مکانیک نیوتنی

$K \equiv -\frac{2E}{\chi^2}$ تعریف می کنیم $\rightarrow$ می توانیم K را تعریف هندسی کرد $H^2 + \frac{K}{a^2} = \frac{8\pi G}{3}\rho$

در نسبیت عام خمش تقسیم فضایی

هندسه

- $K > 0$ کیهان بسته
- $K < 0$ کیهان باز
- $K = 0$ کیهان تخت

مقید
- $E < 0$
- $E > 0$ آزاد
- $E = 0$

- $V < V_{scape}$
- $V > V_{scape}$
- $V = V_{scape}$