

섬세한 세경쌤의 한 장에 개념노트

학번 : _____ 이름 : _____

PART 주제	PART 17. 우주 팽창
PART 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 허블 법칙을 이해하고, 우주가 팽창하고 있음을 설명할 수 있다. - 우주 배경 복사가 빅뱅(대폭발) 우주론의 증거임을 논증할 수 있다. - 급팽창 우주와 가속 팽창 우주를 포함한 빅뱅(대폭발) 우주론을 설명할 수 있다. - 우주의 구성 요소와 표준 우주 모형의 특징을 설명할 수 있다.
소단원 주제	01. 허블 법칙과 우주 팽창
수업 학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 허블의 관측으로 허블 법칙이 정립된 과정을 이해하고 우주 팽창을 설명할 수 있다. - 허블 법칙을 통해 우주의 나이와 관측 가능한 우주의 크기를 계산할 수 있다.

수업 목차

PART 17. 우주 팽창

01. 허블 법칙과 우주 팽창

- (1) 허블 법칙
- (2) 우주의 나이
- (3) 관측 가능한 우주의 크기

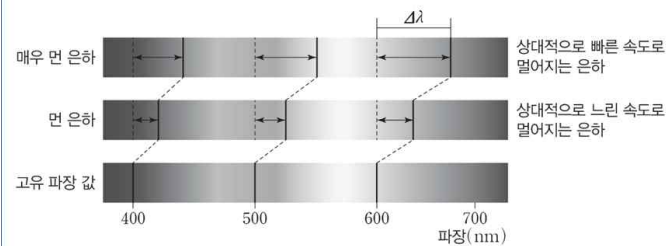
오늘의 핵심 개념

〈허블 법칙과 우주 팽창〉

허블 법칙

허블의 관측

- ① 대부분의 외부 은하가 관측 지점을 기준으로 후퇴 → **대부분 적색 편이**
- ② 멀리 떨어진 외부 은하일수록 더 빠른 속도로 후퇴 → **멀수록 적색 편이 大**
→ 이러한 결과에 따라 **우주는 점차 ()하고 있음**을 주장



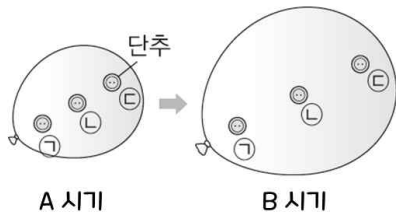
〈슬라이드 1〉

섬세한 세경쟁의 한 장에 개념노트

허블 법칙

풍선 실험

- ① A 시기 풍선에 ㉠, ㉡, ㉢ 지점에 단추를 붙인 후 간격 측정
- ② 풍선을 불어 공간 팽창(우주 팽창)을 표현
- ③ B 시기 풍선의 ㉠, ㉡, ㉢ 지점의 간격 측정 → 의미 해석



구간	A 시기	B 시기
㉠ → ㉡	5cm	10cm
㉡ → ㉢	5cm	()cm
㉠ → ㉢	()cm	()cm

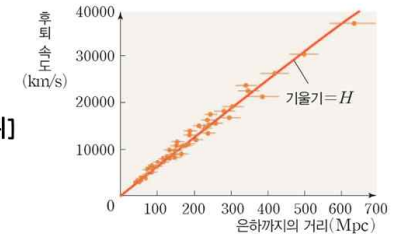
- 먼 지점의 후퇴 속도가 빠르다는 것이
왜 공간 팽창(우주 팽창)을 지시하는지 이해할 수 있음!
→ 풍선의 표면에서 팽창의 중심을 찾을 수 없으므로
우주 또한 팽창의 중심이 없다는 것을 이해할 수 있음

<2>

허블 법칙

허블 법칙 공식(★):

- 은하의 후퇴 속도는 은하까지의 거리에 **정비례**한다!
- [v : 은하의 후퇴 속도, H : 허블 상수, r : 은하까지의 거리]
- $H \approx () \text{ km/s/Mpc}$, $\text{Mpc} = () \text{ pc}$



허블 법칙의 활용

- Q1. If, $H = 70 \text{ km/s/Mpc}$, $r = 1,000 \text{ Mpc} \rightarrow v = () \text{ km/s}$
- Q2. If, $H = 70 \text{ km/s/Mpc}$, $v = 2,100 \text{ km/s} \rightarrow r = () \text{ Mpc}$

- 허블 상수(H)의 의미: 은하 후퇴 속도의 척도 () 속도의 척도

<3>

우주의 나이

우주의 나이(t)

- 허블 법칙과 우주 팽창의 원리를 활용하면 쉽게 계산 가능!

- ① 우주는 탄생 직후부터 현재까지 꾸준히 팽창하고 있으며, 우주의 팽창 속도가 일정하다고 가정하면 허블 법칙에 따라 r_A 만큼 떨어진 은하 A의 이동 속도(v_A)는? $\rightarrow v_A = ()$
- ② 우주가 팽창하기 전, 우리 은하와 은하 A는 서로 맞닿아 있었을 것임
- ③ 따라서 **은하 A가 멀어지는 속도(v_A)**와 **현재 은하 A까지의 거리(r_A)**를 계산하면, **은하 A가 우주 팽창에 따라 현재의 거리에 놓이게 되기까지의 시간(t)**을 구할 수 있음

$$(\text{거리}) = (\text{속력}) \times (\text{시간}) \quad \Rightarrow \quad (\text{시간}) = \frac{(\text{거리})}{(\text{속력})} \quad \therefore t = \frac{(\text{거리})}{(\text{속력})} = \frac{(\text{거리})}{(\text{속력})} \approx () \text{ 년}$$

<4>

관측 가능한 우주의 크기

관측 가능한 우주의 크기(= 우주의 지평선 크기)

- [A 지점을 관측한다]
→ 의미 해석: A에서 방출된 빛이 관측 기기에 도달
- 빛의 속도는 약 $3 \times 10^5 \text{ km/s}$ 로 유한 → 빛이 1년 동안 이동하는 거리 = 1광년
- 우주의 나이는 약 ()억 년으로 제한 → **빛이 관측자에게 달려올 수 있는 시간에 제한이 생긴다**
- ∴ (관측 가능한 우주의 거리) = (빛의 속도) × (우주의 나이)
- 따라서, 관측자는 (관측 가능한 우주의 거리)를 반지름으로 한 구 형태의 영역을 관측할 수 있음!



※ 심화 내용

- 다만, 빛이 관측자에게 도달하는 과정에서도 우주는 지속적으로 팽창하고 있음
- 138억 년 전에 빛이 출발한 지점의 현재 거리 \approx 약 450억 광년

<5>