

섬세한 세경쌤의 한 장에 개념노트

학번 : \_\_\_\_\_ 이름 : \_\_\_\_\_

PART 주제	PART 17. 우주 팽창
PART 목표	<div><div>- 허블 법칙을 이해하고, 우주가 팽창하고 있음을 설명할 수 있다.</div><div>- 우주 배경 복사가 빅뱅(대폭발) 우주론의 증거임을 논증할 수 있다.</div><div>- 급팽창 우주와 가속 팽창 우주를 포함한 빅뱅(대폭발) 우주론을 설명할 수 있다.</div><div>- 우주의 구성 요소와 표준 우주 모형의 특징을 설명할 수 있다.</div></div>
소단원 주제	01. 허블 법칙과 우주 팽창
수업 학습 목표	<div><div>- 허블의 관측으로 허블 법칙이 정립된 과정을 이해하고 우주 팽창을 설명할 수 있다.</div><div>- 우주에 관한 이론인 빅뱅 우주론과 정상 우주론의 특징을 설명할 수 있다.</div></div>

수업 목차

오늘의 핵심 개념

- PART 17. 우주 팽창
01. 허블 법칙과 우주 팽창
- (1) 허블 법칙
- (2) 빅뱅 우주론과 정상 우주론

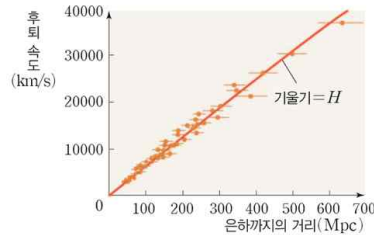
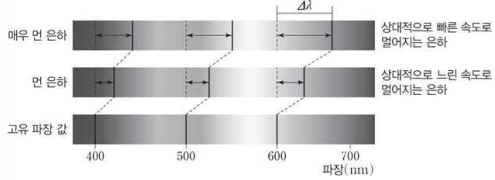
〈허블 법칙과 우주 팽창〉

## 섬세한 세경쟁의 한 장에 개념노트

### 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 대**  
→ 이러한 결과에 따라 **우주는 점차 ( )하고 있음**을 주장



#### ※ 우주 팽창

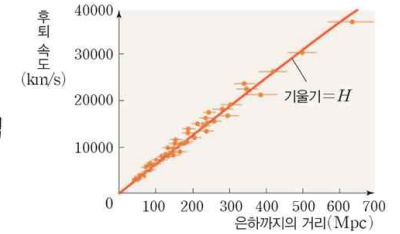
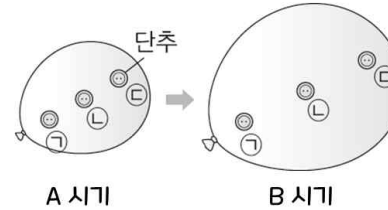
- 우주는 탄생 후 시간에 따라 **공간 자체가 점점 팽창함**
- 팽창하기 전, 모든 공간은 서로 원래 붙어 있었을 것이므로 **우주에는 중심이 없음**

<1>

### 허블 법칙

#### 풍선 실험

- ① A 시기 풍선에 ㉠, ㉡, ㉢ 지점을 표시한 후 간격 측정
- ② 풍선을 불어 우주 팽창을 표현
- ③ B 시기 풍선의 ㉠, ㉡, ㉢ 지점의 간격 측정 → 의미 해석



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

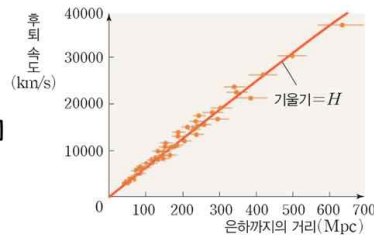
- 먼 지점의 후퇴 속도가 빠르다는 것이 왜 우주 팽창을 지지하는지 이해할 수 있음!

<2>

### 허블 법칙

#### 허블 법칙 공식(★):

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



#### 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 나이와 우주의 지평선

#### 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?** →  $v_A = ( )$
- 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

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

<4>

## 섬세한 세경쟁의 한 장에 개념노트

### 우주의 나이와 우주의 지평선

#### 관측 가능한 우주의 크기(= 우주의 지평선 크기)

##### - [A 지점을 관측한다]

→ 의미 해석 : A에서 방출된 빛이 관측 기기에 도달

- 빛의 속도는 약  $3 \times 10^5 km/s$  로 요한 → 빛이 1년 동안 이동하는 거리 = 1광년
- 우주의 나이는 약 ( )억 년으로 제한 → 빛이 관측자에게 달려올 수 있는 시간에 제한이 생긴

∴ (관측 가능한 우주의 거리) = (빛의 속도) X (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 ≒ 약 450억 광년





<5>

<7>

### 빅뱅 우주론과 정상 우주론

#### 빅뱅 우주론과 정상 우주론 비교 현재 정설로 받아들이는 우주론 : (빅뱅 우주론 / 정상 우주론)

구분	빅뱅 우주론	정상 우주론
우주의 팽창 여부	팽창	팽창
우주의 질량	(감소 / 일정 / 증가)	(감소 / 일정 / 증가)
우주의 밀도	(감소 / 일정 / 증가)	(감소 / 일정 / 증가)
우주의 온도	(감소 / 일정 / 증가)	(감소 / 일정 / 증가)
특징	온도와 밀도가 매우 높은 한 점에서 대폭발이 일어난 후 점차 팽창한다.	우주 밀도가 일정하게 유지되어야 하므로 우주가 팽창하면서 생겨난 빈 공간에 새로운 물질이 계속 생성된다.
모형		

<6>

<8>