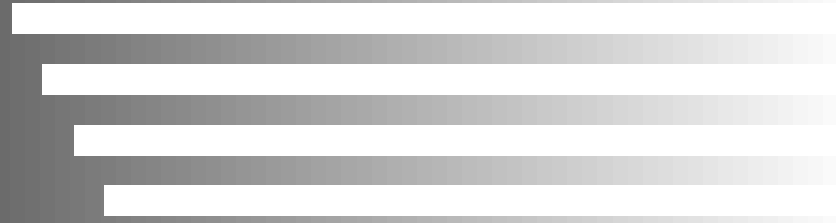


# 04. 행성과 태양계의 작은 천체들



# 태양계 행성의 물리적 성질



## 태양계 행성의 물리적 성질

행성 물리량	수성	금성	지구	화성	목성	토성	천왕성	해왕성
반지름(지구=1)	0.38	0.95	1	0.53	11.2	9.4	4.0	3.9
질량(지구=1)	0.06	0.8	1	0.1	318	95	14.6	17.2
평균 밀도(g/cm <sup>3</sup> )	5.4	5.2	5.5	3.9	1.3	0.7	1.3	1.8
자전 주기	59일	243일	1일	24 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	10 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	17 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup>
고리	없다	없다	없다	없다	있다	있다	있다	있다
위성 수(개)	0	0	1	2	약 60	약 60	약 27	약 13

구분	반지름	질량	평균 밀도	자전 주기	고리	위성 수	대기 성분
지구형 행성	작다	작다	크다	길다	없다	없거나 적다	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
목성형 행성	크다	크다	작다	짧다	있다	많다	H <sub>2</sub> , He, CH <sub>4</sub>

# 태양계 행성의 물리적 성질



## ■ 탈출 속도(제2우주속도)

- 물체의 운동 에너지가 중력 위치 에너지와 같아지는 속도(력)
- 중력장을 빠져 나갈 수 있는 최소한의 초기 속도(력)
- 행성을 빠져나가는 물체에 작용하는 유일한 힘은 중력이라고 가정
- 역학적 에너지 보존 법칙을 이용

$$(K + U_g)_i = (K + U_g)_f$$

$$\frac{1}{2}mv_e^2 + \frac{-GMm}{r} = 0 + 0$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

태양계 천체의 탈출 속도  
(NASA)

천체	탈출 속도(km/s)
태양	617.7
수성	4.3
금성	10.4
지구	11.2
화성	5.0
목성	59.5
토성	35.5
천왕성	21.3
해왕성	23.7
달	2.4



## ■ 대기 보유 조건

- 제곱평균제곱근 속도(rms 속도, root-mean square velocity): 많은 입자로 이루어진 계에서 각 입자들의 속도의 크기의 제곱을 평균하여 루트를 씌운 값. 음과 양의 값 사이에서 변하는 변수의 평균 크기를 알고자 할 때 사용함

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \text{ (볼츠만 상수 } k = 1.38 \times 10^{-23} JK^{-1})$$

- 어떤 대기 입자의 rms 속도가 탈출 속도와 같다면 그 입자는 며칠 이내로 행성의 대기를 탈출할 것으로 예상할 수 있음
- 행성이 대기를 계속 보유하기 위해서는 행성의 탈출 속도가 rms 속도보다 최소한 10배는 되어야 함

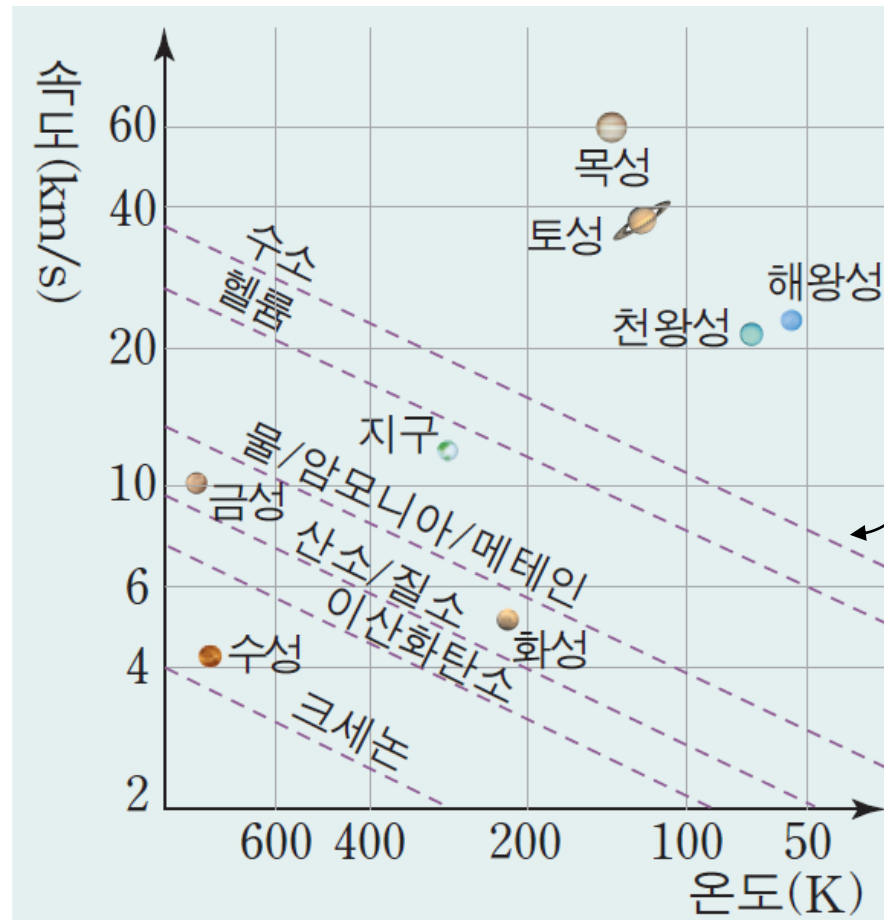
# 태양계 행성의 물리적 성질



## ■ 대기 보유 조건

- 이를 계산하면,

$$T \leq \frac{GMm}{150kR}$$



분자의 평균 속력의 10배를 온도의 함수로 표현

## 연습(1)



지구, 금성, 화성은 모두 대기에 이산화 탄소를 갖고 있다. 각 행성의 이산화 탄소 분자의 rms 속도를 계산하여 그 행성에서의 탈출 속도와 비교하시오.(이 계산을 위해서 필요한 것은 무엇인가?)

## 연습(2)



지구 지표면에서의 탈출 속도(제2우주속도)와 태양에서 1AU 떨어진 곳에서의 탈출 속도(제3우주속도)를 비교하시오.

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$$

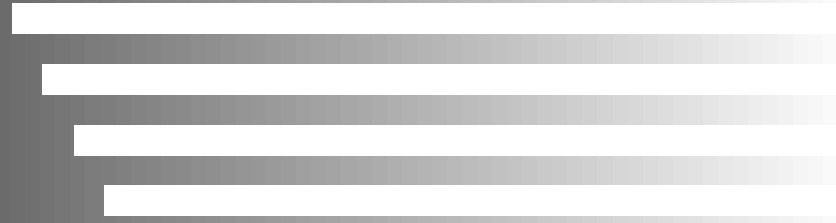
$$R_{\text{지구}} = 6.38 \times 10^6 \text{m}$$

$$M_{\text{지구}} = 6.0 \times 10^{24} \text{kg}$$

$$1\text{AU} = 1.5 \times 10^{11} \text{m}$$

$$M_{\text{태양}} = 2.0 \times 10^{30} \text{kg}$$

# 05. 별의 특성(1)







## ■ 별의 밝기

- 최초로 그리스 천문학자 히파르코스가 별의 밝기에 관한 등급 체계 도입
- 밝은 별일수록 작은 숫자로 나타냄
- **별의 밝기** = 별의 복사 플럭스(단위 시간 동안 단위 면적에 입사하는 별의 에너지량)
- 1등급의 별은 6등급의 별보다 100배 밝음

1등급 간 빛





## ■ 겉보기 등급(apparent magnitude, $m$ )

- 우리 눈에 보이는 밝기에 따라 등급을 정한 것
- 별의 겉보기 등급은 지구에서 측정되는 별의 복사 플럭스 크기에 의해 결정
- 같은 광도의 별이라도 가까이 있는 별이 밝음(겉보기 등급이 작음)
- 포그슨 방정식

겉보기 등급이  $m_1$ ,  $m_2$ 이고, 겉보기 밝기가  $I_1$ ,  $I_2$ 인 별

$$\frac{I_1}{I_2} = 10^{\frac{2}{5}(m_2 - m_1)}$$

$$m_2 - m_1 = 2.5 \log \frac{I_1}{I_2}$$



## 별의 밝기와 거리

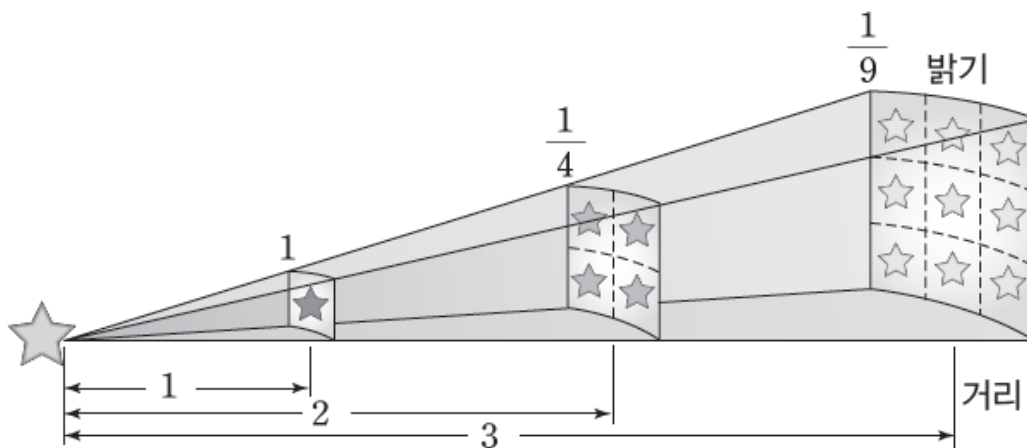
- 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례

실제 밝기가 같고, 겉보기 밝기가  $l_1, l_2$ , 거리가  $r_1, r_2$ 인 별

$$\frac{l_1}{l_2} = 10^{\frac{2}{5}(m_2 - m_1)}$$

$$m_2 - m_1 = 2.5 \log \frac{l_1}{l_2}, \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

$$m_2 - m_1 = 5 \log \frac{r_2}{r_1}$$





## ■ 별의 광도와 절대 등급

- **별의 광도(L)**: 단위 시간 동안 우주 공간으로 복사하는 에너지량(별의 실제 밝기)
- **절대 등급(absolute magnitude, M)**: 모든 별을 10pc 거리에 옮겨 놓았다고 가정했을 때의 밝기를 등급으로 정한 것  
겉보기 등급이  $m$ , 절대 등급이  $M$ , 거리가  $r$ 인 별

$$\frac{L}{l} = \left(\frac{r}{D}\right)^2 = \left(\frac{r}{10}\right)^2$$

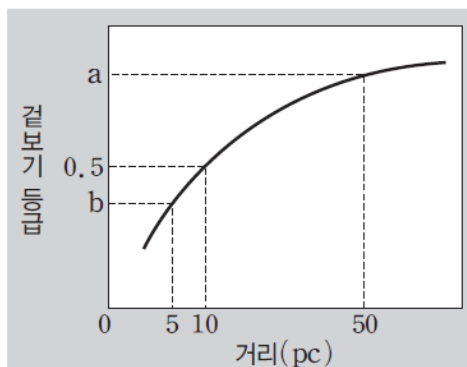
$$m - M(\text{거리지수}) = 2.5 \log \frac{L}{l} = 2.5 \log \left(\frac{r}{10}\right)^2 = -5 + 5 \log r$$

# 연습(1)



[7028-0249]

**03** 그림은 겉보기 등급이 0인 어떤 별의 거리가 달라질 때 겉보기 등급의 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 성간 물질의 영향은 고려하지 않는다.)

【 보기 】

- ㄱ. 겉보기 등급이 0인 이 별의 거리 지수는 0이다.
- ㄴ. 겉보기 등급이 0인 이 별은 10 pc보다 멀리 위치한다.
- ㄷ. a는 b보다 5만큼 크다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

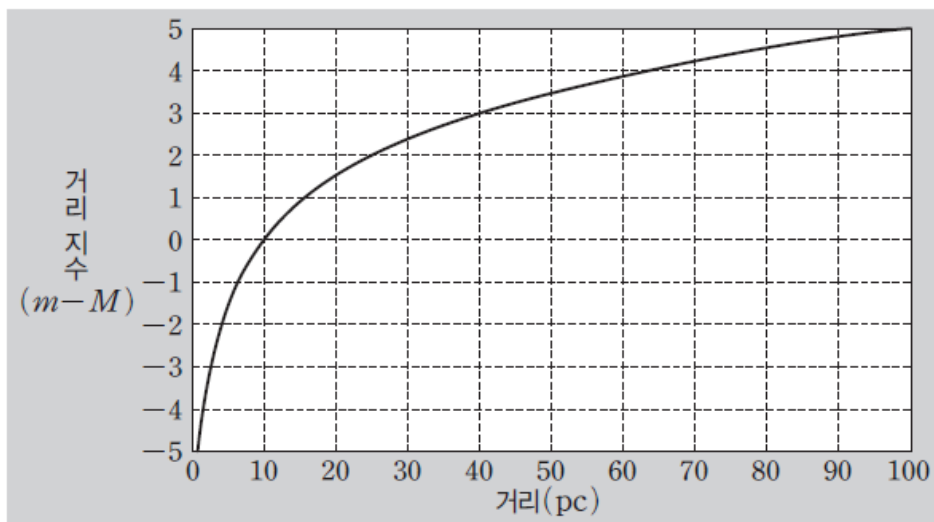
④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 연습(2)



그림은 별까지의 거리와 거리 지수의 관계를 나타낸 것이다.



절대 등급이 2등급인 별 A에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

【 보기 】

- ㄱ. A까지의 거리가 가까울수록 겉보기 등급은 커진다.
- ㄴ. A까지의 거리가 50 pc이라면, 겉보기 등급은 3.5등급이다.
- ㄷ. A의 겉보기 등급이 7등급이라면, A까지의 거리는 100 pc이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄱ, ㄴ

⑤ ㄴ, ㄷ