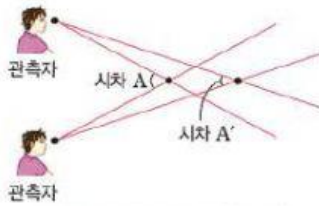
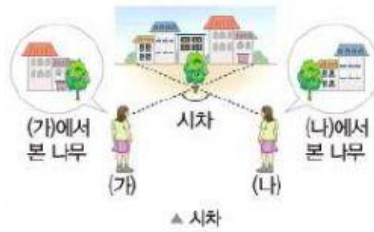
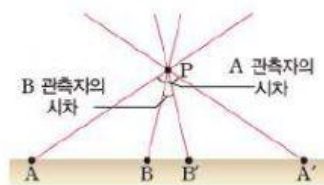


1 관측하는 위치에 따라 가까운 물체의 위치가 배경에 대하여 달라져 보이는 각도

- ① 물체까지의 거리와 시차¹⁾: 물체까지의 거리가 멀수록 시차는 작게 나타난다. ⇒ 시차를 이용하면 물체까지의 거리를 구할 수 있다.
- ② 관측자의 위치 변화와 시차²⁾: 관측자의 위치 변화가 클수록 시차는 커진다.



▲ 물체까지의 거리와 시차($A > A'$)

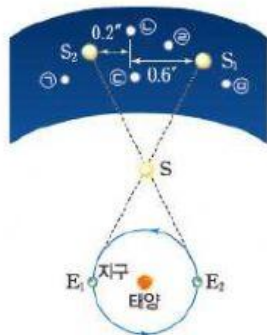


▲ 관측자의 위치 변화와 시차($A > B$)

③ 시차의 단위³⁾: 시차의 크기는 두 관측 지점과 물체 사이의 각도로 나타낸다.

2 별의 연주 시차⁴⁾

- ① 연주 시차: 어떤 별을 지구 공전 궤도의 양 끝에서 바라보았을 때 생기는 시차의 $\frac{1}{2}$
- ② 연주 시차의 단위: 별까지의 거리는 매우 멀기 때문에 연주 시차는 매우 작다. 따라서 단위는 "(초)"를 쓴다.

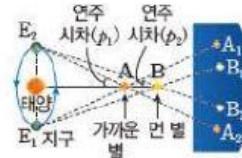


- ①~②는 지구에서 매우 멀리 떨어져 있어 위치 변화가 나타나지 않는 배경 별이다.
- 6개월 간격으로 관측했을 때 별 S는 배경별(①~②)을 기준으로 상대적인 위치가 변하였다.
- 별 S의 시차는 $0.8''$ 이므로 연주 시차는 $''$ 이다.

③ 별의 연주 시차와 별까지의 거리 관계: 가까이 있는 별일수록 연주 시차가 크게 나타난다. ⇒ 연주 시차와 별까지의 거리는 $\frac{1}{2}$ 한다. 연주 시차가 $1''$ 인 별까지의 거리 = 1 pc

• 연주 시차 비교: $A(p_1) > B(p_2)$ • 별까지의 거리 비교: $A < B$

④ 연주 시차 측정의 한계: 연주 시차는 비교적 가까운 별 (100 pc 이내의 별)까지의 거리를 구할 때 이용한다. 멀리 있는 별들은 연주 시차가 매우 작아서 측정하기 어렵다.



별	프록시마 센타우리	시리우스	알타이르(견우성)	베가(직녀성)	스피카
연주 시차('')	0.77	0.38	0.19	0.13	0.013
거리(pc) ⁵⁾	약 1.3	약 2.6	약 5.3	약 7.7	약 76.9

1 물체까지의 거리와 시차

물체까지의 거리가 충분히 멀 때 물체까지의 거리와 시차는 $\frac{1}{2}$ 한다. 즉, 거리가 2배, 3배, ...로 멀어지면 시차는 $\frac{1}{2}$ 배, $\frac{1}{3}$ 배, ...로 된다.

$$\Rightarrow \text{거리} \propto \frac{1}{\text{시차}}$$

2 관측자의 위치 변화와 시차

관측자의 위치 변화가 클수록 시차는 커진다. 예를 들어 동일한 별을 관측할 때 지구보다 목성에서 측정한 별의 시차가 더 크다.

3 시차의 단위

- "(도), '(분), "(초)
- $1^\circ = 60' = 3600''$

4 연주 시차의 측정

별까지의 거리는 매우 멀어서 연주 시차도 매우 작다. 따라서 정밀한 측정 기술이 발달하기 전까지는 별의 연주 시차를 측정할 수 없었다. 19세기에 들어와서 독일의 천문학자 베셀(Bessel, F. W.)이 최초로 연주 시차를 측정하였다. 그가 1838년 백조자리 61의 연주 시차를 측정한 결

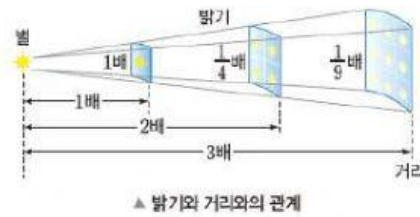
과는 약 $0.314''$ 로, 이는 현재의 관측값인 약 $0.287''$ 와 비슷한 값이다.

5 천문학에서 거리의 단위

- 1 AU(천문단위) $\approx 1.5 \times 10^8$ km
- 1 LY(광년) $\approx 9.5 \times 10^{12}$ km ≈ 63000 AU
- 1 파섹 $\approx 3 \times 10^3$ km ≈ 206265 AU ≈ 3.26

2 별의 밝기와 등급

1 별까지의 거리와 밝기의 관계 별까지의 거리가 2배, 3배, ... 멀어지면 빛이 도달하는 면적은 4배, 9배, ...가 되므로, 동일한 면적에 도달하는 빛의 양은 $\frac{1}{4}$ 배, $\frac{1}{9}$ 배, ...로 줄어든다. $\Rightarrow$ 관측자의 눈에 들어오는 빛의 양은 별까지의 거리의 제곱에 반비례한다.



등급 차	1	2	3	4	5
밝기 비(배)	2.5	6.3($\approx 2.5^2$)	16($\approx 2.5^3$)	40($\approx 2.5^4$)	100($\approx 2.5^5$)

2 별의 등급^①과 밝기의 관계 등급이 작을수록 밝은 별이며, 1등급인 별은 6등급인 별보다 약 100배 더 밝다. $\Rightarrow$ 1등급 간의 밝기는 약 2.5배 차이가 난다.

3 겉보기 등급과 절대 등급

구분	등급	등급
정의	우리 눈에 보이는 별의 밝기를 등급으로 나타낸 것	별을 10 pc(≈ 32.6 광년)의 거리에 두었다고 가정했을 때의 별의 밝기를 등급으로 나타낸 것
특징	- 별까지의 거리에 관계없이 맨눈으로 보이는 별의 밝기이다. - 동일한 별을 관측할 때 별로부터 멀어지면 겉보기 등급은 커진다. - 겉보기 등급이 작을수록 우리 눈에 밝게 관측된다.	- 별의 실제 밝기를 비교할 수 있다. - 동일한 별을 관측할 때 별로부터 멀어져도 절대 등급은 변하지 않는다. - 절대 등급이 작을수록 실제로 밝은 별이다.

4 별의 등급과 거리 겉보기 등급과 절대 등급을 비교하면 별까지의 거리를 비교할 수 있다.
 $\Rightarrow$ (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 큰 별일수록 지구로부터의 거리가 멀다.

겉보기 등급과 절대 등급의 관계	지구로부터 별까지의 거리
겉보기 등급 < 절대 등급	10 pc보다 가까이 있는 별
겉보기 등급 = 절대 등급	10 pc 거리에 있는 별
겉보기 등급 > 절대 등급	10 pc보다 멀리 있는 별

3 별의 색과 표면 온도

1 물체의 색과 온도^② 쇠막대를 불에 달구면 처음에는 검붉은색을 띠다가 점점 붉은색으로 변한다. 또, 온도를 더 높이면 점차 노란색에서 황백색으로 변한다.

2 별의 색과 표면 온도^③ 별의 경우 표면 온도가 높을수록 청색을 띠고, 표면 온도가 낮아짐에 따라 청백색 $\rightarrow$ 백색 $\rightarrow$ 황백색 $\rightarrow$ 황색 $\rightarrow$ 주황색 $\rightarrow$ 적색을 띤다.

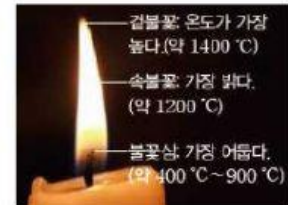
구분	청색	청백색	백색	황백색	황색	주황색	적색
별의 색							
표면 온도							

6 별의 등급

그리스의 천문학자 히파르코스는 가장 밝게 보이는 별을 1등급, 간신히 보이는 최미한 별을 6등급으로 정하고, 그 사이의 별들은 차례로 2등급, 3등급, ...으로 구분하였다. 그 후 빛의 밝기를 정량적으로 측정하는 기술이 발달하여 별의 밝기를 정확하게 비교할 수 있게 되었다.

7 물체의 색과 온도

스스로 빛을 내는 물체는 온도에 따라 특정한 색을 나타내는데, 온도가 낮을수록 붉은색, 온도가 높을수록 파란색으로 보인다.



▲ 촛불의 색과 온도



▲ 용광로에서 나온 쇠물의 색 변화

9 별의 색과 표면 온도



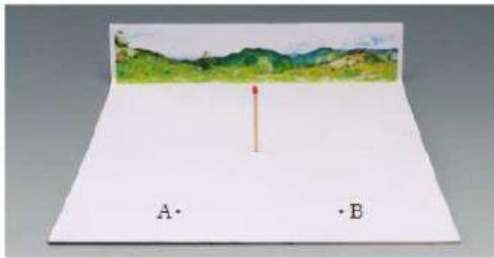
오리온자리 별들을 관찰하면 표면 온도가 낮은 적색의 베텔게우스와 표면 온도가 높은 청백색의 리겔을 볼 수 있다.

별까지의 거리와 연주 시차의 관계

실험 1 • 시차가 생기는 원리

[과정]

- ① 그림과 같이 풍경이 그려진 종이의 한쪽 끝을 세우고, 풍경의 반대쪽에 A, B 두 점을 찍는다.



- ② 종이의 한쪽 가장자리에서 약 20 cm 떨어진 곳에 성냥개비를 세운 다음, A와 B에서 각각 성냥개비를 관찰한다.

[결과]

- A에서 관찰하면 성냥개비는 배경 풍경의 오른쪽 지점에 위치하고, B에서 관찰하면 성냥개비는 배경 풍경의 왼쪽 지점에 위치한다. ⇒ 같은 물체를 서로 다른 방향에서 바라보면 배경 풍경을 기준으로 관측되는 방향에 차이가 생긴다.

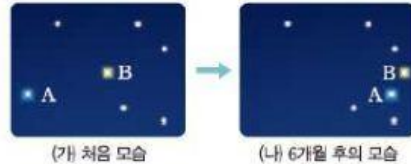
[정리]

- 성냥개비를 실제로 가까운 별이라고 할 때, 성냥개비를 관찰한 두 점 A, B는 6개월 간격으로 태양의 정반대쪽에 있는 지구의 위치에 해당한다.
- 관측 위치에 따라 가까운 물체의 위치가 멀리 있는 배경에 대해 달라져 보이는 각도를 ①()이라고 한다.
- ②()은/는 관측자와 물체까지의 거리가 가까울수록 ③()지고, 멀수록 ④()진다.

실험 2 • 연주 시차를 이용한 별까지의 거리 측정

[과정]

그림 (가)와 (나)는 별 A와 별 B를 6개월 간격으로 촬영한 것이다.



- ① 투명 용지를 그림 (가) 위에 놓고 별들의 위치를 표시한다.
- ② 투명 용지를 (나)에 있는 배경 별과 일치하도록 겹치고 별 A, B의 위치를 표시한다.
- ③ 투명 용지에서 별 A와 B가 움직인 거리를 측정한다.(단, 그림에서 1 mm는 각거리 0.01"에 해당한다.)

[결과]

별	6개월 동안 이동한 거리(mm)	6개월 동안 이동한 각거리(°)	연주 시차(°)
A	20	0.2	0.1
B	10	0.1	0.05

- 별 A는 별 B보다 연주 시차가 더 크다.
- 연주 시차가 큰 별 A가 별 B보다 지구로부터 더 가까운 곳에 위치한다.

[정리]

- 연주 시차가 ⑤()수록 지구로부터 가까운 별이다.
- 지구에서 6개월 간격으로 관측한 가까운 별의 위치가 달라지는 것은 지구가 태양 주위를 ⑥()하기 때문이다.
- 별까지의 거리는 연주 시차에 ⑦()한다.

별까지의 거리에 따른 밝기와 등급

자료 1 • 별까지의 거리와 밝기

어떤 별까지의 거리가 2

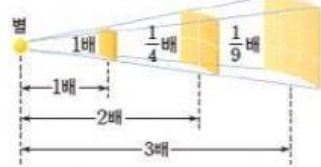
배, 3배, ... 멀어지면 별

빛을 받는 면적은 2²배,

3²배, ...로 늘어난다. 따

라서 단위 면적이 받는

별빛의 양은 $\frac{1}{2^2}$ 배, $\frac{1}{3^2}$ 배, ...로 줄어든다.



$$\text{별의 밝기} \propto \frac{1}{(\text{별까지의 거리})^2}$$

자료 2 • 별의 밝기와 등급



등급 차	1	2	3	4	5
밝기 비 (배)	2.5	6.3 ($\approx 2.5^2$)	16 ($\approx 2.5^3$)	40 ($\approx 2.5^4$)	100 ($\approx 2.5^5$)

$$\text{별의 밝기 비} = 2.5^{\text{등급차}}$$

01 별의 밝기는 별까지 거리의 제곱에 ()한다.

()

02 별까지의 거리가 2.5배 멀어진다면, 별의 밝기는 어떻게 변하는지 쓰시오.

약 ()배 () 진다.

03 별까지의 거리가 $\frac{1}{4}$ 배로 가까워진다면, 별의 밝기는 어떻게 변하는지 쓰시오.

약 ()배 () 진다.

04 6등급인 별과 -4등급인 별의 밝기 차이는 몇 배인지 쓰시오.

()배

05 11등급인 별 10000개가 모여 있을 때, 이 별들은 몇 등급인 별 1개와 같은 밝기로 보이는지 쓰시오.

()등급

자료 3 • 별의 등급과 거리

겉보기 등급 > 절대 등급

(겉보기 등급 - 절대 등급 > 0)



10 pc보다 멀리 있는 별

겉보기 등급 = 절대 등급

(겉보기 등급 - 절대 등급 = 0)



10 pc에 있는 별

겉보기 등급 < 절대 등급

(겉보기 등급 - 절대 등급 < 0)



10 pc보다 가까이 있는 별

(겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 작을수록 지구로부터의 거리가 가깝고, (겉보기 등급 - 절대 등급) 값이 클수록 지구로부터의 거리가 멀다.

(겉보기 등급 - 절대 등급) 값을 거리 지수라고 한다. 거리 지수가 클수록 지구로부터 멀리 있는 별이고, 거리 지수가 작을수록 가까이 있는 별이다.

자료 4 • 별까지의 거리·밝기·등급

별까지의 거리가 10배 멀어진다. $\Rightarrow$ 별의 밝기는 $\frac{1}{100}$ ($=\frac{1}{10^2}$)

배로 어두워진다. $\Rightarrow$ 별의 등급은 5등급 ($\because 100 \approx 2.5^5$) 커진다.

[06~07] 표는 여러 별의 겉보기 등급과 절대 등급을 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.

별	A	B	C	D	E
겉보기 등급	-2.0	0.4	1.3	-1.5	-26.7
절대 등급	-3.6	-6.0	-7.0	1.4	4.8

06 10 pc보다 가까이 있는 별을 모두 쓰시오.

(), ()

07 지구로부터의 거리가 가까운 별부터 순서대로 나열하시오.

() - () - () - () - ()

08 겉보기 등급이 0등급인 별까지의 거리가 4배 멀어진다면, 이 별의 겉보기 등급은 몇 등급이 되는지 쓰시오.

()등급