

07

Theme. 렌즈

[개념편]

1. 상

상 : 거울, 렌즈 등 광학 기기에서 빛이 반사 또는 굴절되어 보이는 물체의 모습

- 실상 : 실제 진행하는 빛이 모여 보이는 상 (스크린을 놓으면 상이 보입니다)
- 허상 : 실제 진행하는 빛의 연장선이 모여 보이는 상 (스크린을 놓아도 상이 보이지 않습니다)
- 정립상 : 위아래(왼쪽오른쪽)가 바뀌지 않는 상
- 도립상 : 위아래(왼쪽오른쪽)가 뒤집어진 상

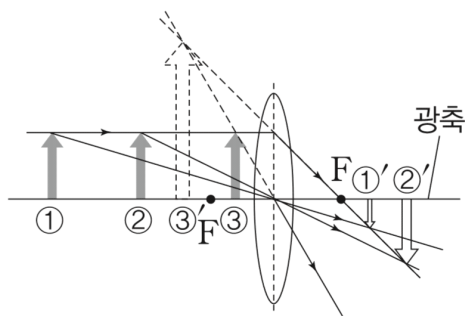
상의 작도법 : 렌즈로 입사한 모든 빛은 렌즈에서 굴절하며, 한 점에서 나오는 여러 광선 중 2개가 한 점을 지나면 다른 모든 광선도 같은 점을 지납니다.

2. 렌즈

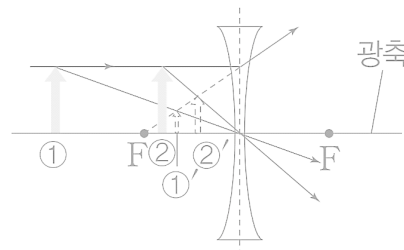
렌즈 : 빛이 굴절하여 상이 생기도록 하는 광학 기기로 굴절면이 2개이므로 두 번의 굴절 후 상을 맺게 되지만 얇은 렌즈를 사용하며 근축광선(광축에 가까우며 색에 따른 굴절의 차이를 무시할 수 있는 광선)을 사용하므로, 일반적으로 한 번 굴절한 것으로 그림니다.

볼록 렌즈 : 가장자리보다 가운데 부분이 두꺼운 렌즈로 빛을 모으고 축소/확대된 도립 실상, 확대된 정립 허상이 생깁니다.

오목 렌즈 : 가장자리보다 가운데 부분이 얇은 렌즈로 빛을 퍼지게 하고 항상 축소된 정립 허상이 생깁니다. (물리학2로 넘어오며 빠졌습니다.)



▲ 볼록 렌즈에 의한 상

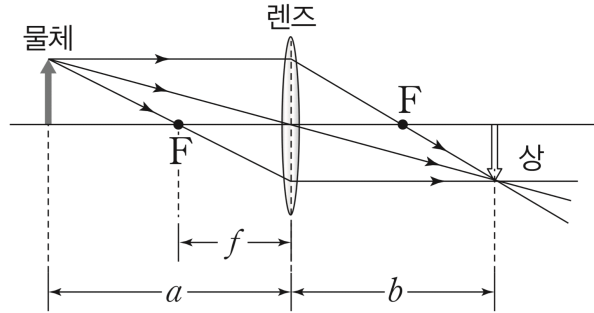


▲ 오목 렌즈에 의한 상

3. 렌즈 방정식

렌즈 방정식 : 렌즈와 물체 사이의 거리가 a , 렌즈와 상 사이의 거리가 b , 렌즈의 초점 거리가 f 일 때

렌즈 방정식은 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 이고, 배율은 $m = \left| \frac{b}{a} \right|$ 입니다.

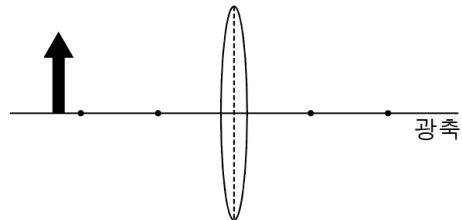


	물체	상	초점
실	$+a$	$+b$	$+f$
허	$-a$	$-b$	$-f$ (오목 렌즈)

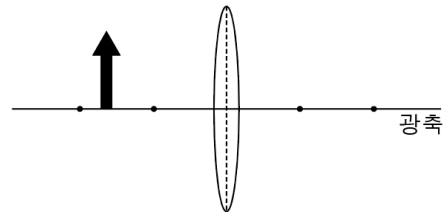
Point

아래 3가지 경우에서, 물체의 볼록 렌즈에 의한 상을 작도해 보세요

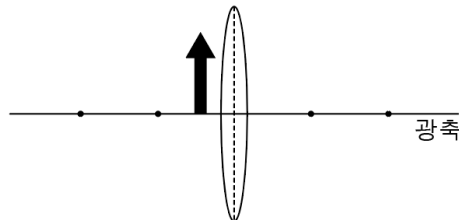
① $a > 2f$



② $f < a < 2f$



③ $a < f$



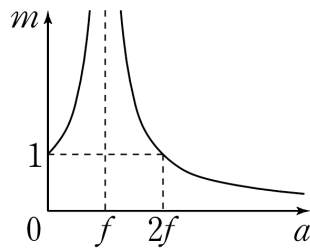
07 Theme. 렌즈

[수능편]

물체와 렌즈 사이의 거리 a 에 대하여

배율은 $m = \left| \frac{b}{a} \right| = \left| \frac{f}{a-f} \right|$ 이므로

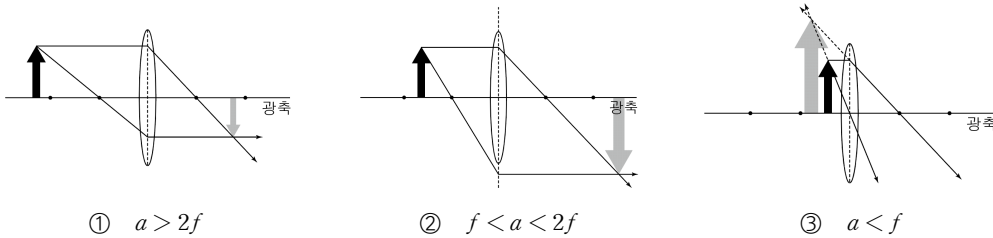
다음과 같이 그려집니다.



그래프에서, 볼록 렌즈에서 배율은 f 에 대해 대칭임을 알 수 있습니다.

배율에 유의하며, 앞에서 제시한 3가지 경우에서 상을 그려보면 다음과 같습니다.

Point



위의 3가지 경우에서 각각의 상의 특징, 배율은 꼭 숙지해 둡시다.

추가로

- $a = 2f$ 일 때 상의 크기와 물체의 크기가 같음
- $a = f$ 일 때 상이 생기지 않음

알아둡시다



07

Theme, 렌즈

[문제편]

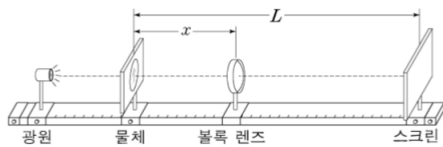
01

19학년도 수능 13번

13. 다음은 볼록 렌즈에 의해 스크린에 생기는 상을 관찰하는 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 그림과 같이 광학대 위에 광원, 물체, 볼록 렌즈, 스크린을 설치한다.
- (나) 물체와 스크린을 거리가 L 이 되도록 광학대에 고정하고 볼록 렌즈를 광축에 따라 이동시킨다.
- (다) 스크린에 상의 모습이 뚜렷하게 나타날 때마다 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리 x 와 상의 모습을 측정한다.



[실험 결과]

x	상의 종류	상의 배율
20 cm	㉠	
80 cm	도립상	㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

- ㄱ. 볼록 렌즈의 초점 거리는 16 cm이다.
- ㄴ. ㉠은 도립상이다.
- ㄷ. ㉡은 $\frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

19학년도 9월 9번

9. 볼록 렌즈 A와 B로 망원경을 제작하여 달을 관측하였다. A, B의 초점 거리는 각각 1 cm, 10 cm이고, 렌즈 사이의 거리는 11 cm이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 대물렌즈는 B이다.
- ㄴ. 망원경에 의한 달의 상은 정립 허상이다.
- ㄷ. 대물렌즈에 의한 달의 상은 대물렌즈와 접안[대안]렌즈 사이에 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



01

Solution

19학년도 수능 13번

ㄱ. $x = 20$ cm와 $x = 80$ cm일 때,
스크린에 상이 또렷하게 나타납니다.

이 때, $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 에서, 렌즈와 물체 사이의 거리와 렌즈와 스

크린 사이의 거리의 합이 L 로 일정하므로

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{L-a} = \frac{1}{f} = \frac{1}{L-a} + \frac{1}{a}$$

즉, a 와 b 가 서로 뒤바뀔 수 있습니다

따라서 $L = 100$ cm이고

$x = 20$ cm일 때

$$\frac{1}{20} + \frac{1}{80} = \frac{1}{16}$$

따라서 $f = 16$ cm입니다.

ㄴ. $b > 0$ 이므로 도립 실상입니다.

ㄷ. $x = 80$ cm일 때, 상의 배율은 $m = \left| \frac{b}{a} \right| = \frac{1}{4}$ 입니다.

따라서 답은 ③입니다.

02

Solution

19학년도 9월 9번

ㄱ. 케플러 망원경에서 대물렌즈의 초점 거리가 더 깁니다.

ㄴ. 두 렌즈에 의한 달의 상은 도립 허상입니다.

ㄷ. 대물렌즈에 의한 달의 상은 대물렌즈로부터 초점 거리보다
조금 더 떨어진 위치에 생깁니다.

따라서 답은 ③입니다.

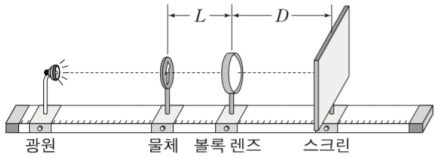
03

18학년도 9월 4번

4. 다음은 볼록 렌즈에 의해 스크린에 생기는 상을 관찰하는 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 그림과 같이 광학대 위에 광원, 물체, 볼록 렌즈, 스크린을 설치하고, 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리 L 을 측정한다.
- (나) 스크린을 움직여 스크린에 물체의 모습이 가장 또렷하게 나타날 때 볼록 렌즈와 스크린 사이의 거리 D 를 측정한다.
- (다) 물체를 이동한 뒤 L 을 측정하고 (나)를 반복한다.



[실험 결과]

L	D	상의 종류
20cm	60cm	㉠
30cm	㉡	도립 실상

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

— <보기> —

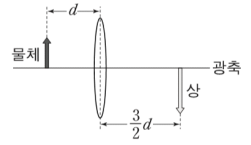
- ㄱ. 볼록 렌즈의 초점 거리는 15cm이다.
- ㄴ. ㉠은 도립 실상이다.
- ㄷ. ㉡은 30cm이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

17학년도 수능 4번

4. 그림과 같이 볼록 렌즈의 중심으로부터 d 만큼 떨어진 지점에 물체를 놓았더니, 렌즈의 중심로부터 $\frac{3}{2}d$ 만큼 떨어진 지점에 상이 생겼다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— <보기> —

- ㄱ. 상은 허상이다.
- ㄴ. 상의 크기는 물체의 크기의 $\frac{3}{2}$ 배이다.
- ㄷ. 렌즈의 초점 거리는 $\frac{3}{5}d$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ



03

Solution

18학년도 9월 4번

ㄱ. 첫 번째 실험 결과로부터

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{60}, \quad f = 15 \text{ cm}$$

ㄴ. $D > 0$ 이므로 볼록 렌즈에 의한 상은 도립 실상입니다.

ㄷ. $\frac{1}{30} + \frac{1}{b} = \frac{1}{15}$ 에서 $b = 30 \text{ cm}$

따라서 답은 ㉟입니다.

04

Solution

17학년도 수능 4번

ㄱ. $b > 0$ 이므로 상은 실상입니다.

ㄴ. 배율은 $\left| \frac{b}{a} \right| = \frac{3}{2}$ 입니다.

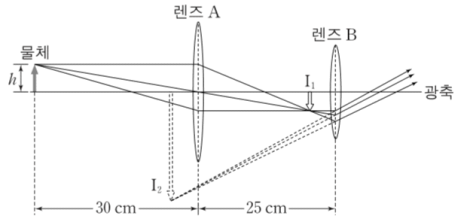
ㄷ. $\frac{1}{d} + \frac{2}{3d} = \frac{1}{f}, \quad f = \frac{3}{5}d$

따라서 답은 ㉠입니다.

05

17학년도 9월 16번

16. 그림은 광축 위에 놓인 높이 h 인 물체에서 나온 빛의 일부가 렌즈 A, B를 통과하여 진행하는 경로와 상 I_1, I_2 를 나타낸 것이다. A, B의 초점 거리는 각각 12cm, 6cm이고 물체와 A 사이의 거리는 30cm, A와 B 사이의 거리는 25cm이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보기>

ㄱ. A와 I_1 사이의 거리는 20cm이다.
 ㄴ. I_1 은 허상이다.
 ㄷ. I_2 의 높이는 $5h$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06

15학년도 9월 8번

8. 그림은 렌즈에 의한 영희의 상을 나타낸 것이다. 이 렌즈와 물체 사이의 거리를 변화시킬 때 나타나는 물체의 상으로 가능한 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]



<보기>

ㄱ.

ㄴ.

ㄷ.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05

Solution

17학년도 9월 16번

- ㄱ. A의 초점 거리로부터
 I_1 이 B에서 5cm 떨어져 있음을 알 수 있고,
 B의 초점 거리로부터
 I_2 가 A에서 5cm 떨어져 있음을 알 수 있습니다.
 ㄴ. I_1 은 도립 실상입니다.
 ㄷ. I_1 의 높이는 $\frac{2}{3}h$ 이고 I_2 의 높이는 $6 \cdot \frac{2}{3}h = 4h$ 입니다.

따라서 답은 ①입니다.

06

Solution

15학년도 9월 8번

그림으로부터 렌즈가 볼록 렌즈임을 알 수 있습니다
 (기존 물리2에서는 오목 렌즈와 볼록 렌즈를 구분하여야 했지만, 물리학2에서는 렌즈가 볼록 렌즈라고 생각하시면 됩니다.)

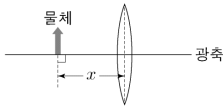
- ㄱ. 배율이 1보다 작은 도립 실상은 가능합니다.
 ㄴ. 배율이 1보다 작은 정립 허상은 불가능합니다.
 ㄷ. 배율이 1보다 큰 정립 허상은 가능합니다.

따라서 답은 ④입니다.

07

21학년도 9월 16번

16. 그림과 같이 볼록 렌즈의 중심으로부터 거리 x 만큼 떨어진 지점에 물체를 놓는다. 표는 x 에 따른 물체의 상의 종류와 크기를 나타낸 것이다.



x (cm)	상의 종류	상의 크기(cm)
10	정립 허상	6
20	도립 실상	6
30	도립 실상	㉠

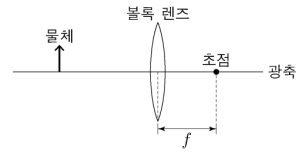
㉠은? [3점]

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

08

21학년도 수능 14번

14. 그림과 같이 초점 거리가 f 인 볼록 렌즈와 물체를 두고, 광축 위에서 렌즈와 물체 사이의 거리를 바꾸어 가며 생기는 상을 관찰하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 물체와 상의 크기가 같은 경우, 물체와 렌즈 사이의 거리는 $2f$ 이다.
- ㄴ. 실상이 생기는 경우, 상과 렌즈 사이의 거리는 f 보다 작다.
- ㄷ. 허상이 생기는 경우, 상의 크기는 물체의 크기보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

Solution

21학년도 9월 16번

$x = 10\text{ cm}$ 일 때와 $x = 20\text{ cm}$ 일 때의 상의 크기가 같습니다.
따라서 $x = 10\text{ cm}$ 일 때 상은 정립 허상이고
 $x = 20\text{ cm}$ 일 때 상은 도립 실상입니다.
두 경우에서 배율이 같으므로 배율을 m 이라 하고

렌즈 공식 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 에서

$b_{10} = -10m\text{ cm}$

$b_{20} = 20m\text{ cm}$

임을 알 수 있습니다.

즉, $\frac{1}{10} - \frac{1}{10m} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20m} = \frac{1}{f}$

정리하면, $m = 3, f = 15\text{ cm}$

따라서 물체의 크기는 2 cm 입니다.

$x = 30\text{ cm}$ 일 때

$b_{30} = 30\text{ cm}$ 이고 배율은 1 이므로

답은 ①입니다.

[실전 풀이]

렌즈 공식을 정리하면 다음 식을 얻을 수 있습니다. (혹은 작도를 통해서도 확인해볼 수 있습니다.)

$$m = \frac{b}{a} = \frac{f}{a - f}$$

즉, 배율은 물체가 초점에서 떨어진 거리에 비례하므로
 $x = 10\text{ cm}$ 일 때와 $x = 20\text{ cm}$ 일 때 초점과 물체 사이의 거리가 같음을 알 수 있습니다. 따라서 $x = 15\text{ cm}$ 입니다.

08

Solution

21학년도 수능 14번

ㄱ. 볼록 렌즈에서 중요한 특징입니다. 상과 물체의 크기가 같을 때 물체는 상으로부터 $2f$ 만큼 떨어져 있습니다.

ㄴ. 실상이 생기는 경우 $a > f$ 이고 $b > 0$ 이므로 $b > f$ 임을 알 수 있습니다. (혹은, 물체의 위쪽에서 볼록 렌즈에서 굴절되어 초점을 지나는 광선과, 볼록 렌즈의 중심을 지나는 광선이 실제로 만나야 하므로, 그 위치는 f 보다 먼 곳에 있다고 생각해도 좋습니다.)

ㄷ. 단일 볼록 렌즈에서 정립 허상은 항상 물체보다 큼니다.

따라서 답은 ①입니다.