

엔픽 · 통합과학 물리

기본탄탄 · 실력쑥쑥 집중

III 빛과 물질

1 빛과 물질의 이중성

13강

빛의 굴절과 광학 기술

기본탄탄 · 실력쑥쑥

13강 빛의 굴절과 광학 기술

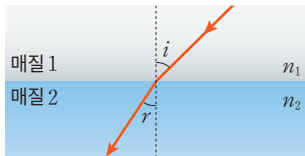
기본 탄탄 문제

1 빛의 굴절

01 빛의 굴절에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 서로 다른 매질이 만나는 경계면에서 빛의 진행이 바뀌어 원래 매질로 돌아가는 현상을 굴절이라고 한다. ()
- (2) 빛이 매질 1에서 매질 2로 진행할 때 입사각과 굴절각의 사인값의 비는 입사각의 크기와 관계없이 항상 일정하다. ()
- (3) 다른 매질을 통해 물체를 관찰하면 굴절에 의해서 실제보다 크게 보이거나 꺾여 보인다. ()
- (4) 진공에 대한 매질의 상대 굴절률을 절대 굴절률이라고 한다. ()

02 그림은 빛이 매질 1에서 매질 2로 진행하는 모습을 나타낸 것이다.



- (1) 입사각이 45° 이고, 굴절각이 30° 인 경우 매질 1에 대한 매질 2의 상대 굴절률을 쓰시오.
- (2) 입사각이 60° 이고, 굴절각이 30° 인 경우 매질 1에 대한 매질 2의 상대 굴절률을 쓰시오.

2 볼록 렌즈에 의한 물체의 상

03 다음은 볼록 렌즈에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

볼록 렌즈의 광축에 나란하게 입사한 빛은 렌즈에서 (㉠)한 뒤 한 점에 모이는데, 이 점을 (㉡)(이)라고 한다. 또한 (㉢)에서 퍼져 나간 빛은 렌즈를 지난 뒤 광축에 나란하게 진행한다.

04 볼록 렌즈의 광선 추적법에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- (1) 렌즈의 중심을 지나는 광선은 굴절하지 않고 직진하도록 그린다. ()
- (2) 광축과 나란하게 렌즈로 입사한 광선은 굴절한 뒤 광축과 나란하게 진행하도록 그린다. ()
- (3) 초점을 지나 렌즈로 입사한 광선은 렌즈에서 굴절한 뒤 광축과 나란하게 진행하도록 그린다. ()
- (4) 광선 추적법은 광선의 예상 경로를 그려 상의 형성을 이해하는 방법이다. ()

05 다음은 볼록 렌즈에 의한 물체의 상에 대한 설명이다. () 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

물체와 볼록 렌즈 사이의 거리가 초점 거리보다 길 때에는 (㉠)이/가 생기고, 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리가 초점 거리보다 짧을 때에는 (㉡)이/가 생긴다.

3 광학 기술과 포토 리소그래피

06 볼록 렌즈에 의한 상을 관찰하여 초점 거리를 찾는 실험을 하고 관련된 기술을 탐색하는 활동을 하였다.

- (1) 물체와 렌즈 사이의 거리가 20 cm일 때, 렌즈와 상까지의 거리가 20 cm였다. 초점 거리의 크기를 쓰시오.
- (2) 반도체 소자나 디스플레이 제작 공정에서 매우 정밀한 회로를 기판에 인쇄하는 데 활용하는 광학 기술을 쓰시오.
- (3) (2)의 광학 기술 공정에서 볼록 렌즈를 이용하는 과정을 쓰시오.

1D 빛의 굴절

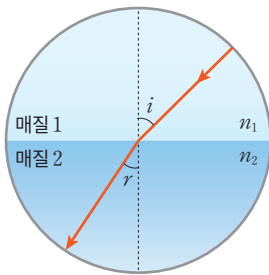
01 중요 ☆

다음 중 빛의 굴절에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 진공에 대한 매질의 상대 굴절률을 절대 굴절률이라고 한다.
- ② 빛이 서로 다른 매질 사이를 지날 때 진행 방향이 꺾이는 현상이다.
- ③ 다른 매질을 통해 물체를 관찰할 때 굴절에 의해 실제와 다르게 보일 수 있다.
- ④ 빛이 굴절률이 작은 매질에서 굴절률이 큰 매질로 비스듬히 입사할 때 입사각보다 굴절각이 커진다.
- ⑤ 빛이 두 매질의 경계면에서 굴절할 때 입사각과 굴절각의 사인값의 비는 입사각의 크기와 관계없이 항상 일정하다.

02

그림은 빛이 매질 1에서 매질 2로 입사각 i 로 입사할 때 굴절각 r 로 굴절하는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 매질 1, 2의 굴절률은 각각 n_1, n_2 이며, $i > r$ 이다.)

보기

- ㄱ. 매질의 굴절률은 $n_1 < n_2$ 이다.
- ㄴ. 매질 1에 대한 매질 2의 상대 굴절률은 $\frac{\sin i}{\sin r}$ 이다.
- ㄷ. 빛이 매질 2에서 매질 1로 비스듬히 입사하면 입사각보다 굴절각이 더 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

다음은 물이 든 유리컵에 넣은 연필이 꺾여 보이거나 두꺼워 보이는 현상에 대한 세 학생의 대화 내용이다.

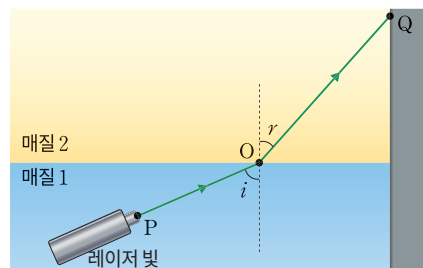


제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B
- ④ B, C ⑤ A, B, C

04 중요 ☆

그림은 투명한 매질 1, 2에서 초록색 레이저 빛을 점 P에서 점 O를 향해 입사시켰을 때 빛이 점 Q에 도달한 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $i > r$ 이다.)

보기

- ㄱ. 입사각 i 를 크게 하면, 굴절각 r 는 작아진다.
- ㄴ. 매질 2 대신에 굴절률이 더 큰 물질로 바꾸어서 실험하면 굴절각 r 가 더 커진다.
- ㄷ. 매질 2에서 매질 1로 초록색 레이저 빛을 입사하면 굴절각이 입사각보다 커진다.

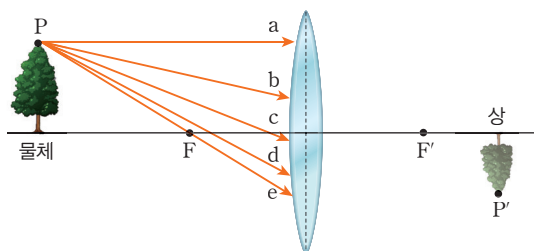
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2 볼록 렌즈에 의한 물체의 상

05 다음 중 볼록 렌즈에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 가운데가 두껍고 바깥쪽이 얇은 렌즈이다.
- ② 광축에 나란하게 진행한 빛은 렌즈를 지난 뒤 한 점에 모인다.
- ③ 초점에서 퍼져 나간 빛은 렌즈를 지난 뒤 한 점에 모인다.
- ④ 렌즈를 통해 초점 거리보다 가까이 있는 물체를 보면 확대되어 보인다.
- ⑤ 렌즈의 중심에서 초점까지의 거리를 초점 거리라고 한다.

06 그림은 볼록 렌즈에서 상이 형성되는 과정의 일부를 나타낸 것이다. 광선 a~e는 모두 물체의 P점에서 나와서 볼록 렌즈로 입사하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 광선 a는 광축에 나란하게 입사하였고, F와 F'은 볼록 렌즈의 초점이다.)

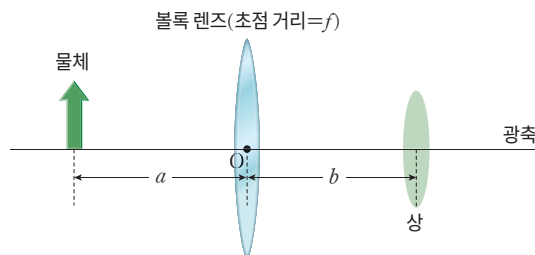
보기

- ㄱ. 광선 a는 F'을 지난다.
- ㄴ. 광선 a~d는 모두 P'을 지난다.
- ㄷ. 광선 e는 볼록 렌즈에서 굴절한 뒤 광축과 나란하게 진행한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

그림은 초점 거리가 f 인 볼록 렌즈에 의한 물체의 상을 광선 추적법으로 표현하는 과정의 일부를 나타낸 것이다. 물체와 렌즈 사이의 거리는 a 이고, 렌즈와 상까지의 거리는 b 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $a > 2f$ 일 경우에 상의 크기는 물체보다 크다.
- ㄴ. $f < a < 2f$ 일 경우에 축소된 바로 선 실상이 생긴다.
- ㄷ. $a < f$ 일 경우에 바로 선 모습의 확대된 허상이 생긴다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 다음은 돋보기로 물체의 크기가 확대되고, 바로 선 모습을 본 세 학생의 대화 내용이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② C ③ A, B
- ④ A, C ⑤ A, B, C

09 (중요) ☆

다음은 볼록 렌즈에 의한 실상을 관찰하여 상의 위치와 초점 거리를 찾는 실험 과정의 일부를 나타낸 것이다.

[실험 과정]

1. 볼록 렌즈의 대략적인 초점 거리보다 먼 곳에 광원을 놓고, 스크린을 움직이면서 상이 또렷해지는 위치를 찾고, 이때 광원과 렌즈 사이의 거리 a , 렌즈와 상 사이의 거리 b 를 각각 측정한다.
2. a 의 크기를 변화시키면서 b 의 값을 측정하는 과정을 반복한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 초점 거리는 f 이다.)

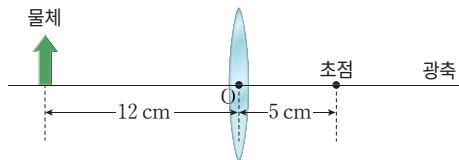
보기

- ㄱ. $a < f$ 일 때 스크린에 허상이 맺힌다.
- ㄴ. $a = b$ 가 되는 지점을 찾으면, 그 때의 a 가 초점 거리가 된다.
- ㄷ. $a = 2f$ 일 때 물체의 크기와 상의 크기가 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

10

그림은 초점 거리가 5 cm인 볼록 렌즈의 왼쪽 12 cm인 지점에 물체를 놓은 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

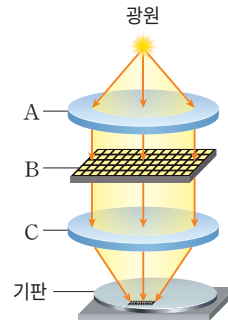
- ㄱ. 물체보다 크기가 작은 상이 생긴다.
- ㄴ. 렌즈의 오른쪽에 물체의 상이 생긴다.
- ㄷ. 상은 상하좌우가 뒤집힌 형태로 생긴다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

B 광학 기술과 포토 리소그래피

11

그림은 반도체를 생산하는 포토 리소그래피 공정 중 노광 과정을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A와 C는 렌즈이다.
- ㄴ. B에는 회로가 그려져 있으며 투명하다.
- ㄷ. 기판이 이동하면서 축소된 여러 개의 칩을 생산한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 (중요) ☆

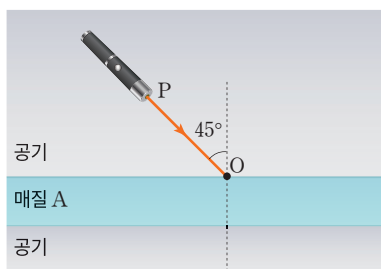
다음 중 포토 리소그래피에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 빛을 이용해 미세한 회로를 기판에 새기는 기술이다.
- ② 반도체나 디스플레이를 제작하는 데 활용할 수 있다.
- ③ 기판 준비, 산화, 감광액 도포, 노광, 현상, 식각의 공정을 거친다.
- ④ 볼록 렌즈가 물체보다 작은 크기의 실상을 만드는 것을 활용한다.
- ⑤ 렌즈에 의해 실리콘 기판에 확대된 상이 투영되면 상의 모양에 따라 화학적 성질이 변한다.

단답형·서술형 문제

13 (중요) ☆

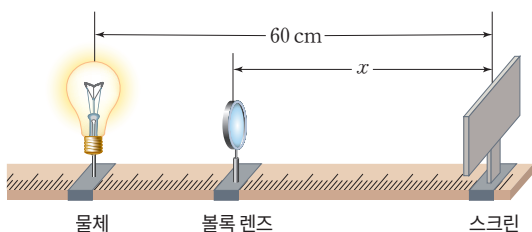
그림과 같이 단색광 P를 45° 의 입사각으로 굴절률이 $\sqrt{2}$ 인 매질 A의 O 지점에 입사시키면, 굴절한 뒤 다시 공기로 빠져 나온다. 공기의 굴절률은 1이다.



- (1) 공기 중에서 매질 A로 굴절할 때 굴절각을 쓰시오.
- (2) 매질 A에서 공기로 빠져나오면서 굴절할 때 굴절각을 쓰시오.

14 (중요) ☆

그림은 물체와 스크린 사이의 거리를 60 cm 떨어뜨린 상태에서 볼록 렌즈와 스크린 사이의 거리(x)를 변화하면서 스크린에 나타나는 상을 관찰하는 실험을 나타낸 것이다. 렌즈의 초점 거리는 15 cm이다. (단, 물체와 볼록 렌즈, 스크린의 두께는 무시한다.)



- (1) 스크린에 물체와 동일한 크기의 상이 생기도록 하는 거리 x 를 쓰시오.
- (2) (1)과 같이 생각한 까닭을 물체와 렌즈 사이의 거리에 따른 상의 위치 및 크기와 관련지어 설명하시오.

15

그림은 초점 거리가 10 cm인 볼록 렌즈를 이용해서 '나'의 글자를 관찰하는 모습을 나타낸 것이다.

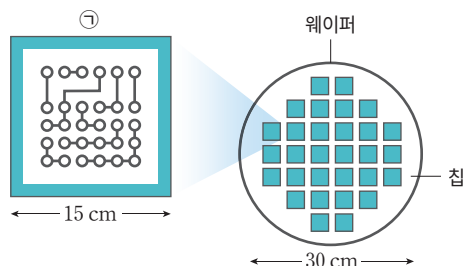


- (1) 물체와 렌즈 사이의 거리가 6 cm일 때 렌즈를 통해 보이는 상의 종류를 쓰시오.
- (2) 물체와 렌즈 사이의 거리가 15 cm일 때 상의 종류를 쓰고, 모습을 그리시오.

16

다음은 포토 리소그래피에 대한 과학 기사의 일부 내용이다.

포토 리소그래피는 빛을 이용해 반도체 회로를 아주 작게 새기는 기술이다. 15 cm 크기의 투명한 ㉠에 새겨진 전자 회로를 지름 30 cm 크기의 실리콘 웨이퍼에 수백 개나 만들 수 있다. 이 때문에 스마트폰과 컴퓨터는 점점 더 작아지면서 성능은 크게 향상되고 있다.

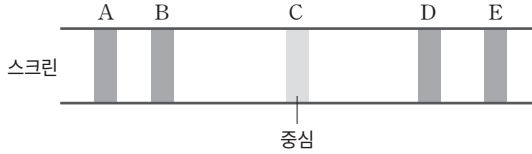


- (1) ㉠의 명칭을 쓰시오.
- (2) 밑줄 친 부분이 가능한 까닭을 포토 리소그래피 공정에서 볼록 렌즈의 역할과 관련지어 설명하시오.

바른답 · 알찬풀이

기본탄탄문제 · 실력쑥쑥문제 해설
13강 빛의 굴절과 광학 기술

자료 분석 파장이 다른 빛에 의한 간섭무늬 간격 비교



- 광원의 파장이 짧을수록 간섭무늬 간격이 작아진다.
- 간섭무늬는 C를 중심으로 대칭적으로 나타나므로 간섭무늬 간격이 작은 B, C, D는 파장이 짧은 레이저 빛을, 간섭무늬 간격이 큰 A, C, E는 파장이 긴 레이저 빛을 사용한 경우이다.

- (1) A, C, E는 긴 파장의 레이저 빛에 의한 간섭무늬이고, B, C, D는 짧은 파장의 레이저 빛에 의한 간섭무늬이다.
- (2) 이중 슬릿에 의한 간섭무늬는 중심에서 대칭적으로 나타나는 데, 파장이 길수록 중심에서 밝은 무늬까지의 거리가 크다. C는 두 종류의 빛 모두에 의해서 나타나며, B와 D는 짧은 파장의 레이저 빛에 의한 것이고, A와 E는 긴 파장의 레이저 빛에 의한 것이다.

채점 기준	배점(%)
중심을 기준으로 대칭으로 나타나는 것과 파장이 길수록 무늬 사이의 간격이 크다는 것을 설명한 경우	100
중심을 기준으로 대칭으로 나타나는 것과 파장이 길수록 무늬 사이의 간격이 크다는 것 중에서 1 가지만 옳게 설명한 경우	50

15

- (1) 스크린의 P는 첫 번째 밝은 무늬가 나타나는 지점으로 보강 간섭이 일어난 곳이다. 따라서 경로차가 반파장의 짝수배만큼 차이가 나므로 $\frac{\lambda}{2}(2m) = \frac{500}{2} \times (2 \times 1) = 500(\text{nm})$ 이다.
- (2) 광원의 파장이 짧을수록, 슬릿 사이 간격이 넓을수록, 슬릿과 스크린 사이의 거리가 가까울수록 간섭무늬 사이의 간격이 작아진다.

채점 기준	배점(%)
줄일 수 있는 방법 3 가지를 모두 옳게 설명한 경우	100
줄일 수 있는 방법 2 가지를 옳게 설명한 경우	60
줄일 수 있는 방법 1 가지를 옳게 설명한 경우	30

16

빛이 모르포 나비의 미세 구조 표면에서 반사될 때, 파란색 빛이 보강 간섭을 일으켜 우리 눈에 들어와 나비가 파란색으로 보인다.

채점 기준	배점(%)
제시된 단어를 모두 사용하여 옳게 설명한 경우	100
제시된 단어를 모두 사용하여 문장을 완성하였으나 논리성이 부족한 경우	50

13장 빛의 굴절과 광학 기술

141 쪽

탐구 확인문제

01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ 02 ⑤

01

답 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○

(1) 볼록 렌즈에 의해 스크린에 만들어지는 상은 실상이다.

02

답 ⑤

태양을 향하게 할 때 스크린에 맺히는 상은 실상이다.

기본 탄탄 문제

143 쪽

01 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○ 02 (1) $\sqrt{2}$ (2) $\sqrt{3}$
 03 ㉠ 굴절, ㉡ 초점 04 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○
 05 ㉠ 실상, ㉡ 허상
 06 (1) 10 cm (2) 포토 리소그래피 (3) 노광 과정

01

답 (1) × (2) ○ (3) ○ (4) ○

(1) 서로 다른 매질이 만나는 경계면에서 빛의 진행 방향이 꺾이는 현상을 굴절이라고 한다.

02

답 (1) $\sqrt{2}$ (2) $\sqrt{3}$

$$(1) n_{12} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

$$(2) n_{12} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$

03

답 ㉠ 굴절, ㉡ 초점

광축에 나란하게 입사한 빛이 렌즈에서 굴절한 뒤 모이는 한 점을 초점이라고 한다.

04

답 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○

(2) 광축과 나란하게 렌즈로 입사한 광선은 굴절한 뒤 초점을 지나도록 그린다.

05

답 ㉠ 실상, ㉡ 허상

볼록 렌즈의 초점 거리는 정해진 값이며, 렌즈로부터 물체의 거리에 따라 상의 모양, 종류, 크기가 다르다.

06

답 (1) 10 cm (2) 포토 리소그래피 (3) 노광 과정

(1) 물체와 렌즈 사이의 거리가 초점 거리의 2 배일 때 렌즈와 상까지의 거리도 초점 거리의 2 배로 같다.

(3) 노광 과정에서는 빛을 마스크로 보내 마스크에 새겨진 회로의 상을 만들고 이를 볼록 렌즈로 축소해 감광액을 펴 바른 기판에 투영한다.

- 01 ④ 02 ⑤ 03 ③ 04 ③ 05 ③ 06 ⑤ 07 ②
08 ③ 09 ③ 10 ⑤ 11 ⑤ 12 ⑤

단답형·서술형 문제

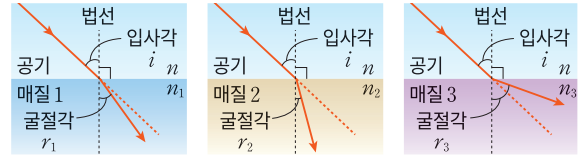
- 13 (1) ③ 30° (2) ③ 45°
14 (1) ③ 30 cm (2) **예시답안** 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리가 초점 거리의 2 배일 때 물체에서 렌즈까지의 거리와 렌즈에서 상까지의 거리가 같고, 상의 크기가 물체의 크기와 동일하다. 따라서 x 가 30 cm이면, 초점 거리의 2 배인 30 cm 지점에 물체가 있게 된다.
15 (1) ③ 허상 (2) ③ 실상, 11
16 (1) ③ 마스크 (2) **예시답안** 볼록 렌즈는 물체보다 작은 실상을 만들 수 있다. 따라서 마스크에 새겨진 전자 회로는 볼록 렌즈를 통해 웨이퍼에 축소된 상으로 만들 수 있기 때문에 15 cm 크기의 전자 회로를 작은 크기로 웨이퍼에 새길 수 있다.

- 01 ④
④ 빛이 굴절률이 작은 매질에서 굴절률이 큰 매질로 비스듬히 입사할 때 입사각보다 굴절각이 작아진다.
오답 피하기 ① 진공에 대한 매질의 상대 굴절률을 그 매질의 절대 굴절률이라고 한다.
② 서로 다른 매질이 만나는 경계면에서 빛의 진행 방향이 꺾이는 현상을 굴절이라고 한다.
③ 굴절률이 다른 매질을 통해 물체를 관찰하면 빛의 굴절에 의해 나타나는 다양한 모습을 볼 수 있다.
⑤ 빛이 매질 1에서 매질 2로 진행할 때 입사각(i)과 굴절각(r)의 사인값의 비 $\frac{\sin i}{\sin r}$ 는 입사각의 크기와 관계없이 항상 일정한 값을 갖는다.

- 02 ⑤
7. 입사각이 굴절각보다 크므로 매질의 굴절률은 매질 2가 매질 1보다 크다.
나. $\frac{\sin i}{\sin r} = n_{12}$ 의 관계를 스넬 법칙이라고 하며, n_{12} 는 매질 1에 대한 매질 2의 상대 굴절률이다.
다. 매질 2의 굴절률이 매질 1의 굴절률보다 크므로 빛이 매질 2에서 매질 1로 입사하면 굴절각이 입사각보다 커진다.

- 03 ③
A. 연필에서 반사한 빛이 물에서 공기로 진행하는 과정에서 굴절하기 때문에 연필이 꺾여 보인다.
B. 굴절률이 다른 매질을 통해 물체를 관찰하면 빛의 굴절에 의한 다양한 상을 볼 수 있다.
오답 피하기 C. 공기의 굴절률보다 유리의 굴절률이 더 크다.

자료 분석 빛의 굴절에 의한 입사각과 굴절각



- 매질 1과 2는 입사각이 굴절각보다 크므로 매질의 굴절률이 공기의 굴절률보다 크다.
- 공기에서 매질 1과 2로 각각 입사할 때 입사각은 같지만, 굴절각은 매질 2에서가 더 작다. 따라서 굴절률은 $n_1 < n_2$ 이다.
- 매질 3은 입사각이 굴절각보다 작으므로 매질의 굴절률이 공기의 굴절률보다 작다.

다. 매질 2의 굴절률이 매질 1의 굴절률보다 크므로 굴절률이 큰 매질 2에서 굴절률이 작은 매질 1로 초록색 레이저 빛을 입사하면 굴절각이 입사각보다 커진다.

오답 피하기 7. 입사각이 커지면 굴절각도 커진다.

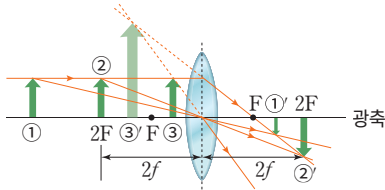
나. 굴절률이 큰 매질로 바꾸면 굴절각이 작아진다.

- 05 ③
③ 초점에서 퍼져 나가는 빛은 볼록 렌즈에서 굴절한 뒤 광축에 나란하게 진행한다.
오답 피하기 ① 가운데가 두껍고 바깥쪽이 얇은 렌즈는 볼록 렌즈이고, 가운데가 얇고 바깥쪽이 두꺼운 렌즈는 오목 렌즈이다.
② 광축에 나란하게 진행하다가 볼록 렌즈에서 굴절한 빛은 한 점에서 모인다.
④ 물체의 위치가 초점 거리보다 가까우면 실체보다 커 보인다.
⑤ 빛이 모이는 점을 초점이라고 하며, 렌즈의 중심에서 초점까지의 거리를 초점 거리라고 한다.

- 06 ⑤
7. 광선 a는 광축에 나란하게 입사하였으므로 렌즈에서 굴절한 뒤 초점 F'을 지난다.
나. 물체의 한 점 P에서 반사한 광선들은 렌즈에서 굴절한 뒤 상점 P'으로 모인다. 이처럼 물체의 각 점에 대한 상점이 모여 형성된 모습을 상이라고 한다.
다. 광선 e는 볼록 렌즈의 초점 F를 지나므로 렌즈에서 굴절한 뒤 광축과 나란하게 진행한다.

- 07 ②
다. 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리가 초점 거리보다 짧을 때에는 물체보다 크고 바로 선 모습의 허상이 생긴다.
오답 피하기 7. 물체의 위치가 초점 거리의 2 배보다 멀 때에는 물체보다 작은 거꾸로 선 실상이 생긴다.
나. 물체의 위치가 초점 거리보다 멀고 초점 거리의 2 배보다 가까울 때에는 물체보다 큰 거꾸로 선 실상이 생긴다.

자료 분석 ● 물체와 렌즈의 거리에 따른 상의 특성



a: 물체와 렌즈 거리, F: 초점, f: 초점 거리

물체	물체의 위치	상의 모양	크기
①	$a > 2f$	거꾸로 선 실상	물체보다 작음.
②	$f < a \leq 2f$	거꾸로 선 실상	물체와 같거나 큼. ($a = 2f$ 일 때 같음.)
③	$a < f$	바로 선 허상	물체보다 큼.

08 A. 돋보기는 볼록 렌즈로 만들어져 있으며, 물체를 확대해 볼 때 사용한다.

B. 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리가 초점 거리보다 짧을 때 돋보기로 물체의 확대된 바로 선 상을 볼 수 있다.

오답 피하기 C. 돋보기로 본 물체의 확대된 바로 선 상은 허상이다.

09 D. 물체의 위치가 초점 거리의 2 배일 때 물체와 같은 크기의 실상이 생긴다.

오답 피하기 ㄱ. 물체의 위치가 초점 거리보다 짧을 때, 확대된 허상이 생긴다. 이때 허상은 렌즈 뒤쪽에서 만나지 않으므로 스크린에 맺히지 않는다.

ㄴ. 물체와 렌즈 사이의 거리(a)와 렌즈와 상 사이의 거리(b)가 같을 때 a의 $\frac{1}{2}$ 이 초점 거리 f가 된다.

10 ㄱ, ㄴ, D. 물체가 초점 거리의 2 배(10 cm)보다 멀리 있으므로 렌즈의 오른쪽에 물체보다 크기가 작고 상하좌우가 뒤집힌 실상이 생긴다.

11 ㄱ, ㄴ. 포토 리소그래피 공정의 노광 과정에서는 정밀 광학 기술을 이용해 기판에 미세 회로를 만든다. A와 C는 렌즈이고, B는 회로가 그려져 있는 마스크이다.

D. 마스크에 새겨진 회로의 상을 렌즈를 통해 축소해 감광액을 펴 바른 기판에 투영하면 기판이 놓여 있는 아래 판이 이동하면서 각 칩에 회로를 정밀하게 새긴다.

12 ⑤ 마스크에 새겨진 회로의 상은 렌즈를 통해 축소된 상이 기판에 투영된다.

오답 피하기 ①, ④ 포토 리소그래피 공정 중 노광 과정에서는 빛을 마스크로 보내 마스크에 새겨진 회로의 상을 만들고 이를 렌즈를 통해 축소하여 기판에 투영해 미세한 회로를 새긴다.

②, ③ 반도체 소자나 디스플레이 제작 공정에서 매우 정밀한 회로를 기판에 인쇄할 때 포토 리소그래피라는 광학 기술을 사용하며, 기판 준비, 산화, 감광액 도포, 노광, 현상, 식각의 공정을 거친다.

13

(1) $\frac{\sin 45^\circ}{\sin x} = \sqrt{2}$ 에서 $\sin x = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$ 이므로 $x = 30^\circ$ 이다.

(2) 빛이 진행할 때 같은 매질에서는 굴절률이 같다. 따라서 매질 A에서 공기로 빛이 다시 진행할 때에는 O 지점에서의 입사각과 같은 45° 로 굴절한다.

14

(1) 물체의 거리가 초점 거리의 2 배일 때 물체와 같은 크기의 실상이 생기며, 이때 물체에서 렌즈까지의 거리와 렌즈에서 상까지의 거리가 같다. 따라서 x가 초점 거리(15 cm)의 2 배인 30 cm 일 때 스크린에 물체와 동일한 크기의 상이 생긴다.

(2) 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리가 초점 거리의 2 배일 때 물체에서 렌즈까지의 거리와 렌즈에서 상까지의 거리가 같고, 상의 크기가 물체의 크기와 동일하다. x가 30 cm이면, 초점 거리의 2 배인 30 cm 지점에 물체가 있게 된다.

채점 기준	배점(%)
물체와 렌즈 사이의 거리에 따른 상의 특징을 근거로 들어 옳게 설명한 경우	100
물체와 렌즈 사이의 거리에 따른 상의 특징을 근거로 들어 설명하였으나 논리성이 부족한 경우	50

15

(1) 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리가 초점 거리보다 짧으므로 물체보다 큰 바로 선 허상이 생긴다.

(2) 물체의 위치가 초점 거리와 초점 거리의 2 배 사이에 있으므로 물체보다 큰 거꾸로 선 실상이 생긴다.

16

(1) 노광 과정의 마스크에는 정밀한 회로의 상이 그려져 있으며, 빛이 마스크에 새겨진 회로의 상을 만들고 이를 렌즈를 통해 축소하여 웨이퍼에 투영한다.

(2) 볼록 렌즈는 물체보다 작은 실상을 만들 수 있다. 따라서 마스크에 새겨진 전자 회로는 볼록 렌즈를 통해 웨이퍼에 축소된 상으로 만들 수 있기 때문에 15 cm 크기의 전자 회로를 작은 크기로 웨이퍼에 새길 수 있다.

채점 기준	배점(%)
포토 리소그래피 공정에서 볼록 렌즈가 물체보다 작은 실상을 만들 수 있음을 옳게 설명한 경우	100
볼록 렌즈가 작은 실상을 만들기 때문이라고만 쓴 경우	30