



메가 N제

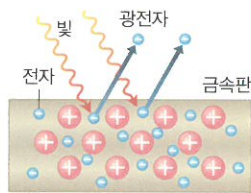
빛과 물질의 이중성

Infinite devotion to the assignment

빛과 물질의 이중성

1 빛의 이중성

(1) **광전 효과**: 금속 표면에 특정 진동수보다 진동수가 큰 빛을 비추 때 금속으로부터 전자가 방출되는 현상 **자료 1**



▲ 광전 효과

- ① **광전자**: 광전 효과에 의해 금속 표면에서 튀어나오는 전자
- ② **광전 효과 실험 결과**

- 빛의 진동수가 특정 진동수보다 작으면 아무리 센 빛을 비추어도 광전자가 방출되지 않는다.
- 빛의 진동수가 특정 진동수보다 크면 빛의 세기가 아무리 약해도 광전자가 즉시 방출된다.
- 광전자의 최대 운동 에너지는 빛의 진동수가 클수록 크며, 빛의 세기와는 관계가 없다. **빛의 세기가 세면 방출되는 광전자의 수가 많아진다.**

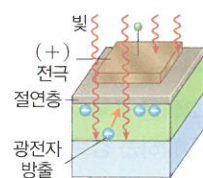
(2) **광양자설**: 아인슈타인이 제안한 이론으로, 빛을 불연속적인 에너지를 갖는 입자의 흐름으로 보고 광전 효과를 설명하였다.

- ① **광자의 에너지**: 진동수가 f 인 광자는 에너지가 hf 인 입자이다.
- ② **한계 진동수**: 금속에서 전자가 방출되기 위한 빛의 최소 진동수

(3) **빛의 이중성**: 빛은 간섭과 회절을 일으키는 파동의 성질과 광전 효과 같은 입자의 성질을 함께 갖는데, 이를 빛의 이중성이라고 한다.

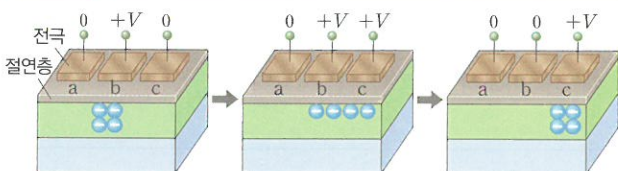
2 영상 정보 기록

(1) **전하 결합 소자(CCD)**: 수많은 광 다이오드가 규칙적으로 배열되어 광전 효과를 이용해 빛 신호를 전기 신호로 변환하는 반도체 소자이다.



(2) **영상 정보 기록**: 각 화소에 저장된 전자를 전하량 측정 장치로 이동시켜 전자의 양을 측정하여 데이터로 저장한다. → CCD는 색을 구별하지 못하므로 컬러 필터를 CCD 위에 배열하여 컬러 영상을 얻는다. **자료 2**

자료 분석 CCD에서 전자를 이동시키는 원리



전압 $+V$ 가 걸려 있는 극판 b 아래에 전자가 모여 있다. 전극 c에도 전압 $+V$ 를 걸면 전자가 b와 c 아래에 끌려오 모인다. b에 걸려 있는 전압을 제거하면 전자들은 극판 c 아래에 모인다.

(3) **이미지 센서(CCD, CMOS 등)의 활용**: 우주 망원경, 차량용 카메라, 내시경, 디지털카메라, CCTV 등

3 물질의 이중성

(1) **물질파**: 물질 입자가 갖는 파동을 물질파 또는 드브로이파라고 한다.

- ① **광자의 운동량**: 파장이 λ 인 광자의 운동량은 $p = \frac{h}{\lambda}$ 이다.
- ② **물질파 파장**: 드브로이는 $p = \frac{h}{\lambda}$ 가 빛뿐만 아니라 입자에서도 성립한다는 물질파 이론을 제안하였다. 질량이 m 인 입자가 속력 v 로 운동할 때 물질파 파장 λ 는 다음과 같다. **자료 3**

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad (\text{플랑크 상수 } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})$$

(2) **물질파의 실험적 증거**

데이비슨·거머 실험	<p>전자선을 금속막에 입사시켰을 때 회절하여 특정 각도에서 보강 간섭을 일으킨다. 이때 전자가 나타내는 파동의 파장과 드브로이의 물질파 이론으로 계산한 파장이 일치하였다.</p> <p>전자는 50°에서 가장 많이 검출된다.</p>
طوم슨의 전자선 회절 실험	<p>전자선을 금속막에 입사시켜 X선의 회절과 닮은 전자의 회절 사진을 얻었다. → 전자가 X선과 같이 파동의 성질을 갖는다는 것을 확인하였다.</p> <p>▲ X선 회절 무늬 ▲ 전자선 회절 무늬</p>

4 전자 현미경

(1) **분해능과 파장**: 광학 기구를 사용할 때 빛의 회절 때문에 가까이 있는 두 점을 구분하는 데 한계가 있는데, 이 한계를 분해능이라고 한다. 파장이 짧을수록 회절이 잘 일어나지 않으므로 분해능이 좋다.

(2) **전자 현미경의 종류** **자료 4** 전자가 모이지 않도록 시료를 전기 전도성이 좋은 금속 등으로 얇게 코팅하여 관찰한다.

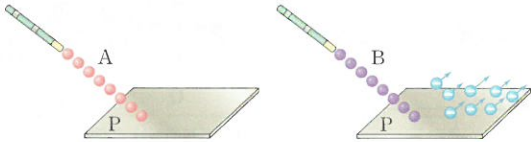
투과 전자 현미경(TEM)	주사 전자 현미경(SEM)
<p>전자선을 시료에 투과시켜 상을 얻는다. 전자가 시료를 통과할 때 속력이 느려지는 것을 방지하기 위해 시료를 얇게 만들어야 한다.</p> <p>전자총 자기렌즈 시료 형광 스크린</p>	<p>시료 표면에 전자선을 주사한 후 반사되어 나오는 전자선으로부터 상을 얻는다. 시료의 3차원 표면 구조를 관찰할 수 있다.</p> <p>전자총 자기렌즈 감지기 모니터 시료</p>

다음 자료에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

자료 1 광전 효과

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림과 같이 금속판 P에 단색광 A를 비추었더니 광전자가 방출되지 않았고, 단색광 B를 비추었더니 광전자가 방출되었다.

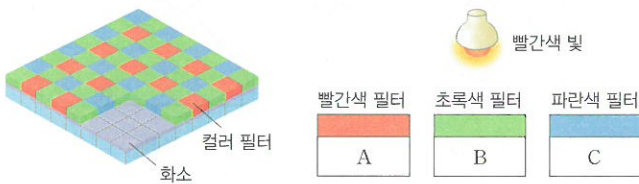


- 446 진동수는 B가 A보다 크다. ○/×
- 447 A의 진동수는 P의 한계 진동수보다 크다. ○/×
- 448 A의 세기를 증가시키면 P에서 광전자가 방출된다. ○/×
- 449 B를 비출 때 어느 정도 시간이 흐른 후에 광전자가 방출된다. ○/×
- 450 B의 세기를 증가시키면 단위 시간 동안 방출되는 광전자의 개수가 증가한다. ○/×

자료 2 전하 결합 소자(CCD)와 컬러 필터

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 전하 결합 소자(CCD)의 광 다이오드(A, B, C) 위에 서로 교차된 구조의 컬러 필터를 배열한 모습을 나타낸 것이다.

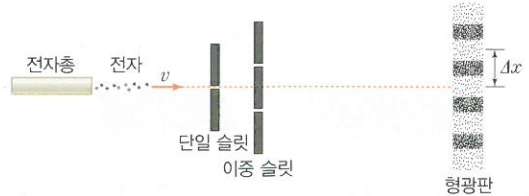


- 451 전하 결합 소자(CCD)의 광 다이오드에 빛이 닿으면 광전 효과에 의해 전기 신호가 만들어진다. ○/×
- 452 광 다이오드 위에 컬러 필터 배열하는 것은 A, B, C가 빛의 세기만 측정하기 때문이다. ○/×
- 453 빨간색 빛이 입사했을 때 광전 효과가 일어나는 것은 B와 C이다. ○/×
- 454 비추는 빛의 진동수가 클수록 전하 결합 소자(CCD)의 광 다이오드에서 많은 전자가 발생한다. ○/×
- 455 전하 결합 소자(CCD)의 원리와 관련 있는 빛의 성질은 빛의 파동성이다. ○/×

자료 3 물질파

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 속력이 v 인 전자가 단일 슬릿과 이중 슬릿을 통과하여 형광판에 나타난 간섭무늬를 관찰하는 실험을 모식적으로 나타낸 것이다. Δx 는 이웃한 밝은 무늬 사이 간격이다.

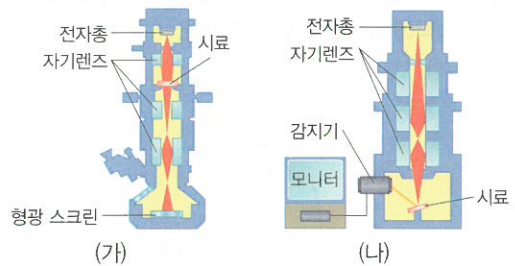


- 456 간섭무늬는 전자의 파동성 때문에 나타난다. ○/×
- 457 v 를 증가시키면 Δx 도 증가한다. ○/×
- 458 이중 슬릿 사이의 간격이 넓어질수록 Δx 가 증가한다. ○/×

자료 4 전자 현미경

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림 (가), (나)는 주사 전자 현미경(SEM)과 투과 전자 현미경(TEM)을 순서 없이 나타낸 것이다.



- 459 (가)는 주사 전자 현미경이다. ○/×
- 460 (가), (나) 모두 광학 현미경보다 분해능이 좋다. ○/×
- 461 (가)의 시료는 두껍게 만들어야 한다. ○/×
- 462 (나)는 시료 표면의 3차원 구조를 확인할 수 있다. ○/×
- 463 전자총에서 쏘는 전자의 속력이 클수록 전자 현미경의 분해능이 좋다. ○/×

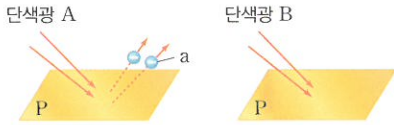
STEP 2

학교 기출 문제로 내신 대비하기

1 빛의 이중성

학교비중
464

그림과 같이 금속판 P에 단색광 A를 비추었더니 광전자가 방출되었고, P에 단색광 B를 비추었더니 광전자가 방출되지 않았다. A를 비출 때 방출되는 광전자 중 속력이 최대인 광전자 a의 운동 에너지는 E_a 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A의 광자의 에너지는 E_a 보다 크다.
- ㄴ. B의 진동수는 P의 한계 진동수보다 크다.
- ㄷ. B의 세기를 증가시키면 P에서 광전자가 방출된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

465

그림과 같이 금속박 검전기 위에 대전시킨 금속판 A를 올려놓고 단색광 P 또는 Q를 비추었더니, P를 비출 때는 금속박이 오므라들었고 Q를 비출 때는 금속박에 아무런 변화가 없었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

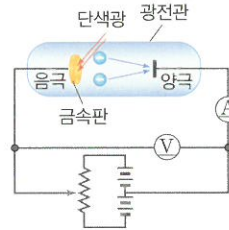
보기

- ㄱ. 진동수는 P가 Q보다 크다.
- ㄴ. P를 비추는 동안 전자가 금속박에서 A로 이동한다.
- ㄷ. 금속박이 오므라드는 동안 금속박은 양(+)전하로 대전되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

학교비중
466

그림은 금속판에 단색광을 비추면서 광전자가 방출되는지 알아보는 실험 장치이다. 표는 단색광 A, B, C를 금속판 P, Q에 비출 때의 실험 결과이다.



단색광	A	B	C
금속판			
P	×	○	⊖
Q	○	○	×

○: 광전자가 방출됨.
×: 광전자가 방출되지 않음.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

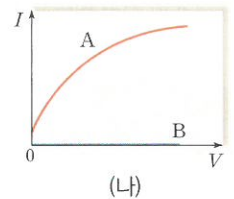
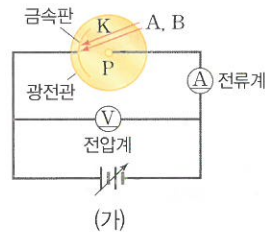
- ㄱ. 진동수는 A가 B보다 크다.
- ㄴ. 한계 진동수는 P가 Q보다 크다.
- ㄷ. ⊖은 ×이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

467 서술형

난이도 상

그림 (가)와 같이 장치하고 광전관의 금속판에 단색광 A 또는 B를 비추었다. A, B의 진동수는 f_A, f_B 이다. 그림 (나)는 (가)에서 전류계의 측정값 I 를 전압계의 측정값 V 에 따라 나타낸 것이다.



(1) A와 B의 진동수를 비교하시오.

(2) B의 세기를 2배로 할 때 전류계에 전류가 흐르는지를 까닭과 함께 서술하시오.

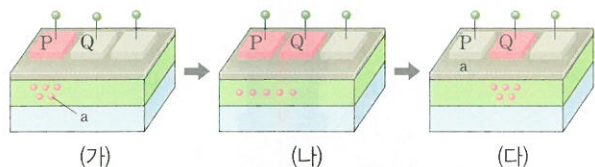
(3) 금속판의 한계 진동수의 범위에 대해 서술하시오.

2 영상 정보 기록

468

난이도 상

그림 (가)~(다)는 전하 결합 소자(CCD)에서 금속 전극 P 아래에 쌓여 있던 입자 a들이 금속 전극 Q 아래로 이동하는 과정을 순서대로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. a는 양(+)전하이다.
- ㄴ. (나)에서 P, Q에 모두 (+)전압이 걸려 있다.
- ㄷ. CCD는 빛의 파동성을 이용하여 영상 정보를 기록한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

☆ 고빈준

469

그림은 학생 A, B, C가 전하 결합 소자(CCD)의 각각의 광 다이오드 위에 빨간색(R), 초록색(G), 파란색(B) 컬러 필터가 배열되어 있는 것을 보고 대화하는 모습을 나타낸 것이다.

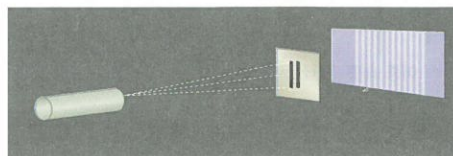
제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ A, C
- ④ B, C ⑤ A, B, C

3 물질의 이중성

470

그림은 이중 슬릿에 전자를 쬐었을 때, 스크린에 밝고 어두운 무늬가 생기는 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

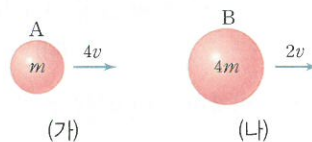
- ㄱ. 전자가 파동의 성질을 갖는다는 것을 알 수 있다.
- ㄴ. 전자의 속력을 증가시키면 전자의 물질파 파장이 짧아진다.
- ㄷ. 전자의 속력을 증가시키면 밝은 무늬 사이의 간격이 커진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

☆ 고빈준

471

그림 (가)는 질량이 m 인 입자 A가 $4v$ 의 속력으로 운동하는 것을, (나)는 질량이 $4m$ 인 물체 B가 $2v$ 의 속력으로 운동하는 것을 나타낸 것이다.



A, B의 물질파 파장을 각각 λ_A, λ_B 라고 할 때, $\frac{\lambda_A}{\lambda_B}$ 는?

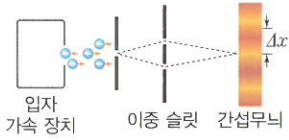
- ① 1 ② $\sqrt{2}$ ③ 2
- ④ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ⑤ $\frac{1}{2}$

STEP 2 학교 기출 문제로 내신 대비하기

✔최다오답

472

그림과 같이 입자 가속 장치에서 발생한 입자를 단일 슬릿과 이중 슬릿에 통과시킨 후, 스크린에 만들어지는 간섭무늬의 간격 Δx 를 측정하였다. 표는 입자 A, B의 운동량과 속력에 따른 Δx 를 나타낸 것이다.



입자	운동량	속력	Δx
A	p	v	l
B	$\frac{1}{2}p$	$4v$	㉠

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 물질파 파장은 A가 B보다 길다.
- ㄴ. 질량은 A가 B의 8배이다.
- ㄷ. ㉠은 $2l$ 이다.

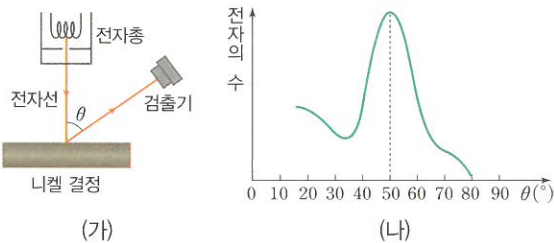
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

☆고빈출

473

서술형

그림 (가)와 같이 질량이 m 인 전자를 운동 에너지 E_0 으로 니켈 결정에 입사시키고 입사하는 전자선과 이루는 각 θ 를 변화시키면서 검출되는 전자의 수를 측정하였다. 그림 (나)는 (가)의 측정 결과로 $\theta = 50^\circ$ 에서 검출되는 전자의 수가 최대가 되었다.



(1) 실험 결과가 전자의 입자성을 뒷받침하는지, 파동성을 뒷받침하는지 서술하십시오.

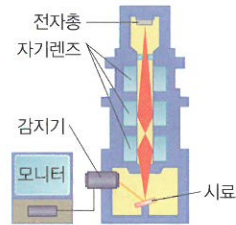
(2) $\theta = 50^\circ$ 에서 어떤 간섭이 일어났는지 서술하십시오.

4 전자 현미경

☆고빈출

474

그림은 투과 전자 현미경(TEM) 또는 주사 전자 현미경(SEM)의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

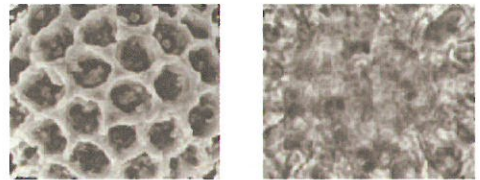
보기

- ㄱ. 주사 전자 현미경이다.
- ㄴ. 전자의 속력이 클수록 전자의 물질파 파장은 짧다.
- ㄷ. 시료의 3차원 표면 구조를 관찰할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

475

그림 (가), (나)는 각각 광학 현미경과 전자 현미경을 사용하여 동일한 시료를 촬영한 사진을 순서 없이 나타낸 것이다. 시료의 상은 (가)에서 (나)에서보다 선명하다.



(가)

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 현미경의 분해능은 (가)에서가 (나)에서보다 좋다.
- ㄴ. (가)는 전자 현미경을 이용하여 촬영한 것이다.
- ㄷ. 전자 현미경은 전자의 입자성을 이용한다.

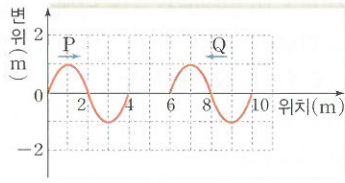
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 빛의 중첩과 간섭

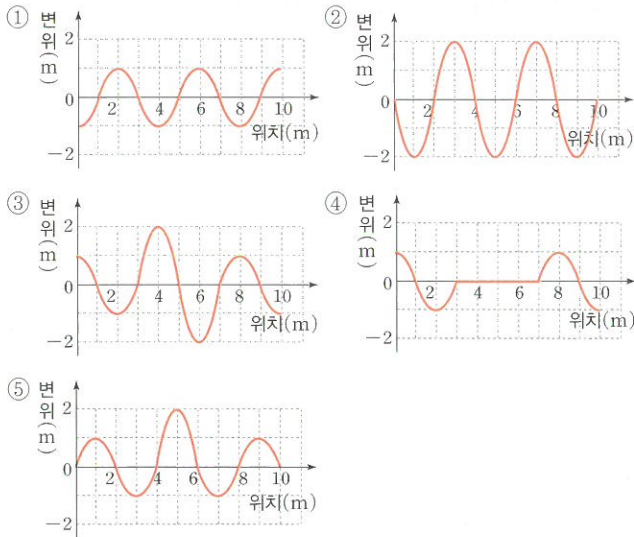
✓최다오답

476

그림은 파장과 진폭이 같고 연속적으로 발생하는 두 파동 P, Q가 서로 반대 방향으로 진행할 때, 두 파동이 만나기 전 어느 순간의 모습을 나타낸 것이다. P와 Q의 속력은 1 m/s로 같다.

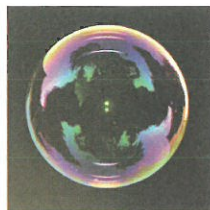


이 순간으로부터 3초가 지났을 때, 두 파동이 만나서 부분적으로 중첩된 파동의 모습으로 옳은 것은?



477

그림은 비눗방울에 백색광을 비출 때 다양한 색이 보이는 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

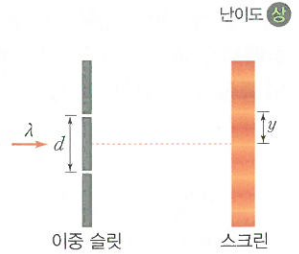
보기

- ㄱ. 빛의 굴절로 설명할 수 있다.
- ㄴ. 빛의 입자성 때문에 나타나는 현상이다.
- ㄷ. 이 원리는 렌즈의 무반사 코팅에 적용된다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

478

그림은 이중 슬릿을 통과한 레이저 빛이 스크린에 간섭무늬를 만든 것을 나타낸 것이다. λ 는 레이저 빛의 파장, d 는 슬릿의 간격, y 는 간섭무늬 사이의 간격이다. 표는 λ 와 d 를 변화시키면서 y 를 측정한 자료이다.



구분	λ	d	y
실험 I	λ_0	d_0	y_0
실험 II	$\frac{1}{2}\lambda_0$	$2L_0$	㉠

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. ㉠은 y_0 보다 작다.
- ㄴ. 밝은 무늬가 생긴 지점에서는 보강 간섭이 일어난다.
- ㄷ. 이중 슬릿으로부터 밝은 무늬까지의 경로차는 어두운 무늬까지의 경로차와 같다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 빛의 굴절과 광학 기술

479

그림은 진공에서 물질 A로 입사한 단색광의 진행 경로를 나타낸 것이다.



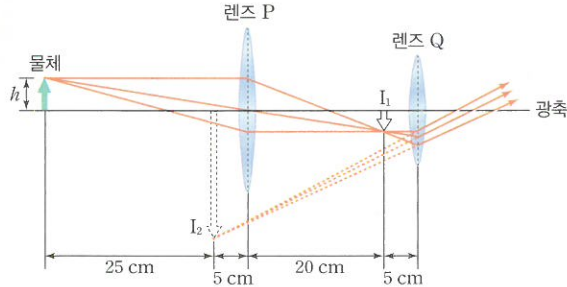
A의 굴절률은? (단, 모는 간격은 일정하다.)

- ① 2
- ② 3
- ③ $\frac{3}{2}$
- ④ $\frac{4}{3}$
- ⑤ $\frac{5}{3}$

480

난이도 상

그림은 광축 위에 놓인 높이 h 인 물체에서 나온 빛의 일부가 볼록 렌즈 P, Q를 통과하여 진행하는 경로와 상 I_1, I_2 를 나타낸 것이다. P의 중심에서 물체, I_1, I_2 까지의 거리는 각각 30 cm, 20 cm, 5 cm이고, Q의 중심에서 I_1 까지의 거리는 5 cm이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

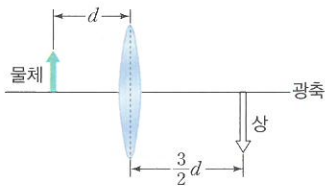
보기

- ㄱ. I_2 의 높이는 $3h$ 이다.
- ㄴ. P의 초점 거리는 20 cm보다 크다.
- ㄷ. Q의 초점 거리는 5 cm보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

481

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



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 상은 실상이다.
- ㄴ. 렌즈의 초점 거리는 d 보다 크다.
- ㄷ. 상의 크기는 물체의 크기의 $\frac{3}{2}$ 배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 빛과 물질의 이중성

482

그림은 금속박 검전기 위에 올려놓은 금속판 A를 대전시킬 때, 금속박이 벌어진 모습을 나타낸 것이다. 이 상태에서 A에 단색광 P를 비추었다니 아무런 변화가 없었고, 단색광 Q를 비추었다니 금속박이 오므라들었다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?



보기

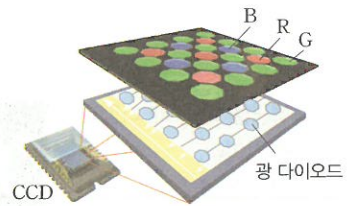
- ㄱ. A는 양(+)전하로 대전되어 있다.
- ㄴ. 진동수는 Q가 P보다 크다.
- ㄷ. A의 한계 진동수는 Q의 진동수보다 크다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

※고빈도

483

그림과 같이 전하 결합 소자(CCD)의 광 다이오드 위에는 빨간색(R), 초록색(G), 파란색(B)의 컬러 필터가 배열되어 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기 에서 있는 대로 고른 것은?

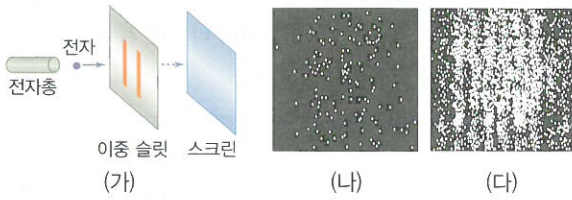
보기

- ㄱ. CCD는 입자의 파동성을 이용한다.
- ㄴ. 파란색 빛은 초록색 필터를 통과하지 못한다.
- ㄷ. CCD의 광 다이오드는 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지를 분석하여 빛의 색을 구분한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

484

그림 (가)와 같이 이중 슬릿에 전자를 1초에 한 개씩 발사하고 스크린에 나타나는 무늬를 관찰하였다. 그림 (나), (다)는 발사한 전자의 개수가 각각 100개, 10000개일 때 스크린에 나타난 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 전자 한 개는 스크린의 한 지점에 도달한다.
- ㄴ. (다)의 밝고 어두운 무늬는 왼쪽 슬릿을 통과한 전자와 오른쪽 슬릿을 통과한 또 다른 전자가 충돌하여 생긴다.
- ㄷ. (나), (다)를 통해 전자의 입자성과 파동성을 모두 확인할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

485

다음은 전자 현미경에 대한 설명이다.

전자 현미경은 전자를 이용하여 시료를 관찰하는 장치이다. 전자 현미경에서 이용하는 ㉠전자의 물질파 파장은 가시광선의 파장보다 짧으므로 전자 현미경은 가시광선을 이용하여 시료를 관찰하는 광학 현미경보다 (가)이/가 좋다.

전자 현미경에는 시료를 투과하는 전자를 이용하는 투과 전자 현미경(TEM)과 시료 표면에서 반사되는 전자를 이용하는 주사 전자 현미경(SEM)이 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

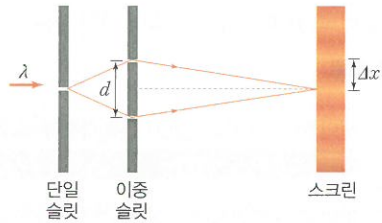
- ㄱ. 전자의 운동량이 작을수록 ㉠은 길다.
- ㄴ. '분해능'은 (가)에 해당된다.
- ㄷ. 주사 전자 현미경(SEM)을 이용하면 시료의 3차원 표면을 관찰할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형 문제

486

그림은 슬릿 사이의 간격이 d 인 이중 슬릿을 통과한 파장이 λ 인 단색광에 의해 스크린에 간격이 Δx 인 간섭무늬가 생긴 것을 나타낸 것이다.



(1) 파장이 λ 보다 긴 단색광을 사용할 때, Δx 가 어떻게 달라지는지를 그 까닭과 함께 서술하시오.

(2) 이중 슬릿 사이의 간격을 d 보다 증가시킬 때, Δx 가 어떻게 달라지는지 서술하시오.

487

난이도 상

그림과 같이 질량이 $2m$ 인 입자 A와 질량이 m 인 입자 B가 x 축을 따라 $+x$ 방향으로 운동하다가 충돌한다. 충돌 전 A, B의 물질파 파장은 각각 $\lambda, 5\lambda$ 이고, 충돌 후 A, B는 x 축상에서 운동하며 물질파 파장은 λ' 로 같다.



(1) 충돌 후 A, B의 운동 방향이 같은지, 반대인지를 운동량 보존 법칙을 이용하여 서술하시오.

(2) $\frac{\lambda'}{\lambda}$ 는 얼마인지 구하시오.