SURREAL

완자 / 물질의 이중성

내신 만점 문제

A 물질의 이중성

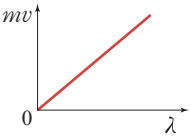
중요 **01** 표는 두 입자 A와 B의 질량과 속력을 나타낸 것이다.

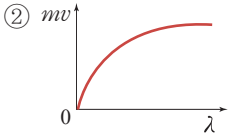
입자	질량	속력
A	m	$2v$
B	$2m$	$3v$

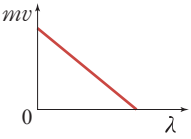
A와 B의 물질파 파장의 비 $\lambda_A : \lambda_B$는?

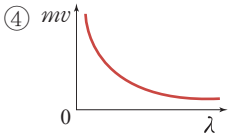
① 1 : 3 ② 2 : 1 ③ 2 : 3
④ 3 : 1 ⑤ 3 : 2

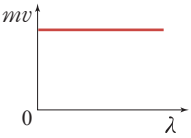
중요 **02** 전자의 운동량(mv)과 물질파 파장(λ)의 관계를 나타낸 그래프로 옳은 것은?

① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

서술형

03 야구공과 전자 중 파동성을 관찰하기 어려운 것을 고르고, 그 까닭을 서술하시오.

중요 **04** 그림은 같은 방향으로 운동하는 입자 A와 B가 각각 속력 $2v_0$, v_0으로 등속도 운동을 하다가 충돌 후 충돌 전과 같은 방향으로 v_0, v의 속력으로 등속도 운동하는 모습을 나타낸 것이다. A와 B의 질량은 각각 m, $3m$이고, 충돌 후 A와 B의 물질파 파장은 각각 λ_A, λ_B이다.

$\lambda_A : \lambda_B$는? (단, A와 B의 상호작용 외의 작용은 무시한다.)

① 1 : 1 ② 2 : 1 ③ 3 : 2
④ 4 : 1 ⑤ 4 : 3

05 물질의 이중성에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 물질은 입자성과 파동성을 모두 가진다.
ㄴ. 물질의 운동량의 크기가 클수록 파동성이 잘 나타난다.
ㄷ. 데이비슨·거머의 실험으로 전자가 파동성을 갖는다는 것이 증명되었다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

06 다음은 데이비슨·거머 실험에 대한 설명이다.

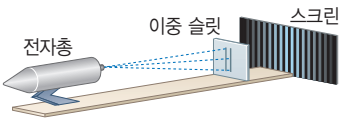
- 데이비슨과 거머는 니켈 결정에 54 V의 전압으로 가속된 전자선을 입사시켜 50°의 각으로 산란된 전자가 많은 것을 발견하였다.
- 이들은 X선이 결정면에서 반사하여 회절하는 것과 같이 전자도 회절한다고 생각하였다.
- 이들은 전자의 드브로이 파장을 구한 후 50°의 각으로 산란된 전자가 [(가)] 조건을 만족하는 것을 확인하여 드브로이의 [(나)] 이론을 검증하였다.

(가)와 (나)에 들어갈 말로 옳은 것은?

(가)	(나)	(가)	(나)
① 상쇄 간섭	정상파	② 상쇄 간섭	물질파
③ 보강 간섭	정상파	④ 보강 간섭	물질파
⑤ 보강 간섭	전자기파		

07 다음은 이중 슬릿에 속력이 같은 전자를 통과시켰을 때 스크린에 밝고 어두운 무늬가 생기는 모습을 설명한 것이다.

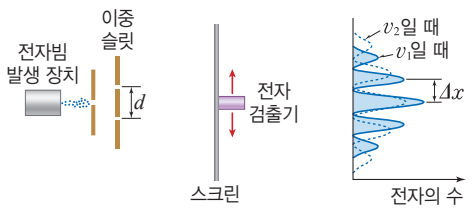
- 이중 슬릿을 통과한 전자가 [(가)]하기 때문에 스크린에 밝고 어두운 무늬가 생긴다.
- 실험 결과 전자가 [(나)]의 성질을 갖는다는 것을 알 수 있다.



(가), (나)에 들어갈 말로 옳은 것은?

	(가)	(나)		(가)	(나)
①	직진	입자	②	직진	파동
③	간섭	입자	④	간섭	파동
⑤	굴절	입자			

08 그림 (가)는 전자빔 발생 장치에서 나와 간격이 d인 이중 슬릿을 통과하여 스크린의 각 지점에 도달하는 전자의 수를 전자 검출기로 측정하는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 전자빔 발생 장치에서 나오는 속력이 각각 v_1, v_2인 전자들을 사용하여 각 지점에서 일정한 시간 동안 측정한 전자의 수를 개략적으로 나타낸 것이다.



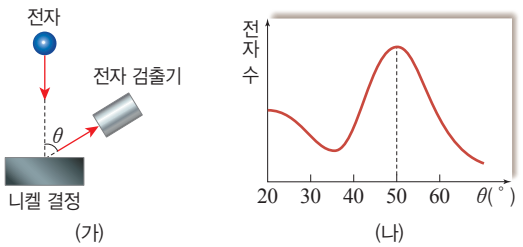
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 전자의 파동성을 확인할 수 있는 실험이다.
ㄴ. $v_1 < v_2$이다.
ㄷ. 전자의 속력이 v_1일 때, d를 줄이면 Δx가 커진다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요 **09** 그림 (가)는 전자선을 니켈 결정에 입사시켰을 때 입사한 전자선과 튀어나온 전자가 이루는 각 θ를 변화시키며 검출되는 전자 수를 측정하는 모습을, (나)는 검출된 전자의 수를 θ에 따라 나타낸 것이다. $\theta = 50^\circ$일 때 검출된 전자의 수가 최대이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. $\theta = 50^\circ$일 때 검출되는 전자의 물질파는 보강 간섭 조건을 만족한다.
ㄴ. (나)를 통해 전자의 입자성을 설명할 수 있다.
ㄷ. 이 실험을 통해 전자선의 파장이 드브로이가 제안한 물질파 파장과 같다는 것이 입증되었다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10 그림 (가)는 X선을 고체 결정에 쪼였을 때 나타나는 무늬를, (나)는 전자의 흐름인 전자선을 얇은 금속박에 쪼였을 때 나타나는 무늬를 나타낸 것이다.

(가)와 (나)를 통해 알 수 있는 사실에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

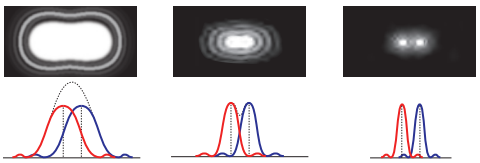
보기

ㄱ. X선도 입자의 성질을 가지고 있다.
ㄴ. 전자선도 X선과 같이 회절을 일으킨다.
ㄷ. 전자의 파동성을 확인할 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

B 전자 현미경

11 그림 (가)~(다)는 인접한 두 광원의 빛이 한 슬릿을 지날 때 스크린에 맺힌 상을 나타낸 것이다.

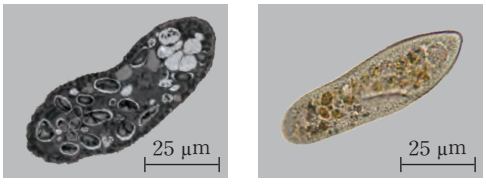


(가) (나) (다)

파장이 길수록 두 점의 상이 잘 구분되지 않는 까닭과 관계가 있는 빛의 성질은?

① 빛의 회절 ② 빛의 간섭
③ 빛의 굴절 ④ 빛의 반사
⑤ 빛의 중첩

12 그림 (가)와 (나)는 동일한 시료를 광학 현미경과 전자 현미경에서 같은 배율로 관찰한 영상을 순서 없이 나타낸 것이다. 물체의 구조는 (가)가 (나)보다 더 선명하다.



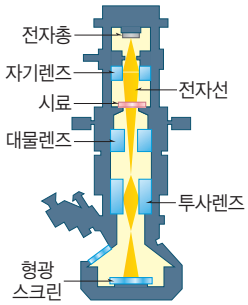
(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 전자 현미경으로 관찰한 영상이다.
ㄴ. (나)의 현미경은 물체의 크기와 상관없이 항상 선명한 상을 관찰할 수 있다.
ㄷ. (가)에 사용되는 파동의 파장은 (나)에 사용되는 파동의 파장보다 길다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13 그림은 투과 전자 현미경(TEM)의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 전자가 시료를 통과할 때 전자가 산란되는 정도가 달라지는 현상을 이용하여 상을 관찰한다.
ㄴ. 시료를 두껍게 제작할수록 내부 구조를 선명하게 관찰할 수 있다.
ㄷ. 3차원적 구조를 관찰하는 데 주로 사용된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

중요 **14** 다음은 전자 현미경에 대한 설명이다.

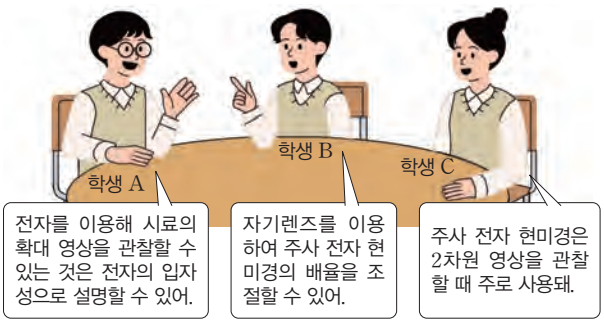
㉠ 전자 현미경이 광학 현미경과 가장 크게 다른 점은 가시광선 대신 전자선을 사용한다는 것이다. 전자 현미경은 전자석 코일로 만든 ㉡ 자기렌즈를 사용하여 확대된 상을 얻는다. 또한 전자 현미경은 광학 현미경보다 ㉢ 분해능이 좋다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. ㉠은 물질의 파동성을 이용한다.
ㄴ. ㉡은 자기장을 이용하여 전자선의 경로를 휘게 하는 역할을 한다.
ㄷ. ㉢은 빛이나 전자의 속력이 빠를수록 우수하다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15 주사 전자 현미경(SEM)에 대해 학생 A, B, C가 대화하는 모습을 나타낸 것이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

① A ② B ③ C
④ A, B ⑤ B, C

16 다음은 전자 현미경 A와 B에 대한 특징을 설명한 것이다. A와 B는 투과 전자 현미경(TEM), 주사 전자 현미경(SEM)을 순서 없이 나타낸 것이다.

- A: 시료의 표면에 파장이 짧은 전자의 물질파를 쪼였을 때 시료에서 되돌아오는 전자선의 정보를 분석하는 원리이다.
- B: 시료가 두꺼우면 전자의 속력이 느려져 분해능이 떨어지기 때문에 시료를 매우 얇게 제작한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A는 전자의 파동성을 이용하고, B는 전자의 입자성을 이용한다.
ㄴ. A에서 전자의 속력이 빠를수록 물질파 파장은 짧아진다.
ㄷ. 3차원적 구조를 관찰할 수 있는 것은 B이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

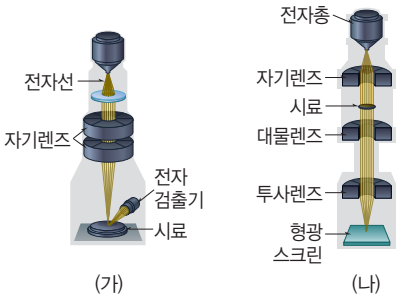
서술형
17 전자 현미경의 분해능이 광학 현미경보다 우수한 까닭을 서술하시오.

18 그림은 전자 현미경 A를 이용하여 촬영한 시료 표면의 3차원 영상을 나타낸 것이다. A는 투과 전자 현미경 또는 주사 전자 현미경 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. A는 투과 전자 현미경이다.
ㄴ. 관찰 대상은 전기 전도성이 좋아야 한다.
ㄷ. 시료 표면에서 튀어나오는 전자를 측정하여 상을 재구성한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19 그림 (가)와 (나)는 투과 전자 현미경(TEM)과 주사 전자 현미경(SEM)의 구조를 순서 없이 나타낸 것이다. 전자총에서 방출되는 전자의 속력은 투과 전자 현미경(TEM)이 주사 전자 현미경(SEM)보다 크다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 주사 전자 현미경(SEM)이다.
ㄴ. 전자총에서 방출된 물질파 파장은 (가)에서가 (나)에서보다 짧다.
ㄷ. (나)는 세포의 내부 구조를 관찰하는 데 주로 사용된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

실력 UP 문제

01 그림 (가)는 전자선을 금속박에 입사시켰을 때 얻은 무늬를, (나)는 X선을 같은 금속박에 입사시켰을 때 얻은 회절 무늬를 나타낸 것이다.

(가) (나)

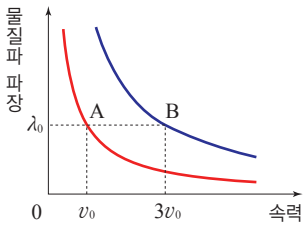
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)는 회절하여 생긴 무늬이다.
ㄴ. 전자가 파동의 성질을 갖고 있음을 알 수 있다.
ㄷ. (가)에서 전자선의 속력이 빠를수록 밝은 무늬 사이의 간격이 커진다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 질량이 각각 m_A, m_B인 입자 A와 B의 물질파 파장을 속력에 따라 나타낸 것이다.



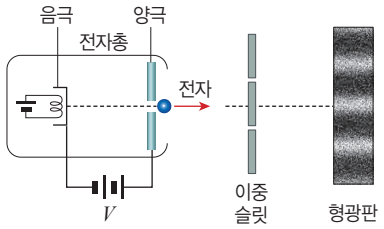
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A, B의 운동량 크기가 같을 때 물질파 파장은 A가 B보다 짧다.
ㄴ. $m_A : m_B = 3 : 1$이다.
ㄷ. A의 속력이 $3v_0$일 때 물질파 파장은 $\frac{1}{6}\lambda_0$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 그림은 음극판에 정지해 있던 전자가 음극판과 양극판 사이에 걸린 전압 V에 의해 양극판의 틈을 통해 방출되는 모습을 나타낸 것이다. 양극판을 통과한 전자는 이중 슬릿을 통과한 뒤 형광판에 충돌하여 간섭무늬를 만든다.



V가 증가할 때 감소하는 물리량으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

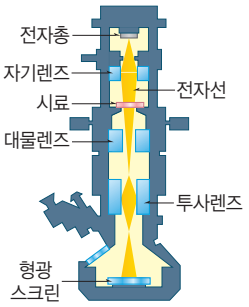
보기

ㄱ. 양극판을 통과하는 순간 전자의 운동량 크기
ㄴ. 전자의 물질파 파장
ㄷ. 형광판에 나타난 간섭무늬에서 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 다음은 투과 전자 현미경(TEM)에 대한 설명이다.

투과 전자 현미경(TEM)은 시료를 통과한 전자선이 형광 스크린에 투사되어 확대된 영상을 얻는다. 이때 ㉠ 전자선이 시료를 통과하는 동안 전자의 속력은 느려진다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 자기렌즈는 전자의 진행 경로를 휘게 하여 전자들을 모으는 역할을 한다.
ㄴ. 시료를 투과할 때 전자의 속력이 느려지면 물질파 파장이 길어지므로 분해능이 낮아진다.
ㄷ. ㉠으로 인한 문제를 해결하려면 시료의 표면을 금속으로 두껍게 코팅해야 한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

중단원

핵심 정리

01 빛의 중첩과 간섭

1. 파동의 중첩과 간섭

(1) **파동의 중첩 원리:** 두 파동이 만나 중첩될 때 합성파의 변위는 각 파동의 변위를 합한 것과 같다.

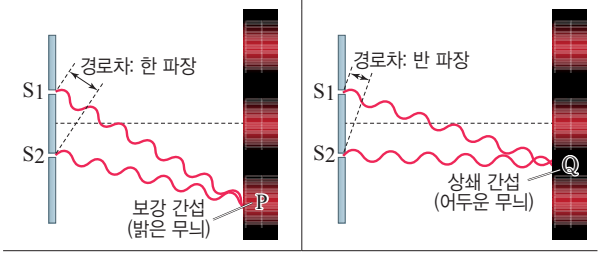
(2) **파동의 간섭:** 파동이 중첩되어 진폭이 변하는 현상

보강 간섭	상쇄 간섭
두 파동이 (❶) 위상으로 만나 합성파의 진폭이 커짐	두 파동이 (❷) 위상으로 만나 합성파의 진폭이 작아짐

2. 빛의 간섭

(1) **이중 슬릿에 의한 빛의 간섭:** 이중 슬릿을 통과한 두 빛이 스크린에서 간섭을 일으켜 간섭무늬를 생성한다.

밝은 무늬	어두운 무늬
경로차 $=\lvert S_1P-S_2P\rvert=\frac{\lambda}{2}(2m)$ $(m=0, 1, 2, 3, \cdots\cdots)$	경로차 $=\lvert S_1Q-S_2Q\rvert=\frac{\lambda}{2}(2m+1)$ $(m=0, 1, 2, 3, \cdots\cdots)$



(2) 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭 현상은 빛의 (❸)의 증거이다.

3. 빛의 간섭의 활용

(1) **얇은 막에 의한 빛의 간섭:** 얇은 막의 양쪽 면에서 반사한 빛이 간섭할 때, 막의 두께와 보는 각도에 따라 반사한 빛의 경로차가 달라져 보강 간섭하는 빛의 색도 달라진다.

(2) **곤충의 표면 색깔:** 모르포 나비, 비단벌레, 공작새 깃털 등에서 볼 수 있는 다양한 색은 표면 구조에 따라 특정한 색의 빛이 (❹)하여 나타난 것이다.

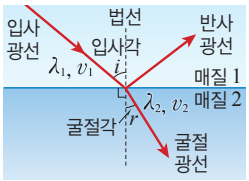
(3) **빛의 간섭을 활용한 예**

① 무반사 코팅, 태양 전지의 반사 방지막: 반사된 빛의 (❺)을 이용한다.

② 위조 방지용 홀로그램: 보는 각도에 따라 보강 간섭이 일어나는 다른 색깔이나 문양이 나타난다.

02 빛의 굴절

1. 빛의 굴절 빛이 다른 매질로 진행할 때 속력이 달라져 진행 방향이 변하는 현상



- 굴절 법칙: 빛이 매질 1에서 매질 2로 진행할 때 입사각(i)과 굴절각(r)의 (❻)의 비는 일정하다. 또 두 매질에서 빛의 속력(v_1, v_2)과 파장(λ_1, λ_2)의 비도 일정하다.

$$\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{v_1}{v_2}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{n_2}{n_1}=n_{12}$$

2. 볼록 렌즈 가운데가 가장자리보다 두꺼운 렌즈

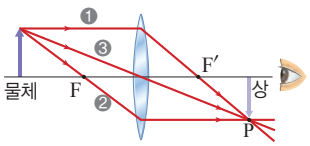
(1) **초점:** 볼록 렌즈의 광축과 나란하게 지나는 빛이 모이는 점

① 광축과 나란하게 입사한 빛은 초점에 모인다.

② 초점에서 나온 빛은 광축과 나란하게 진행한다.

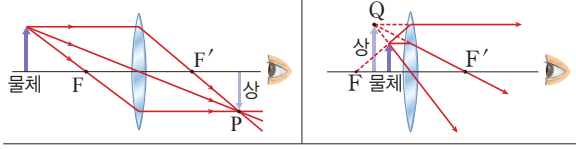
(2) (❼): 렌즈를 지나는 빛의 대표 경로로 상의 크기와 위치를 찾는 방법

❶ 광축과 나란한 광선은 굴절 후 초점을 지난다.
❷ 초점을 지난 광선은 굴절 후 광축과 나란하게 진행한다.
❸ 렌즈의 중심을 지나는 광선은 경로가 바뀌지 않고 직진한다.



(3) **볼록 렌즈에 의한 상**

물체가 초점 바깥에 있을 때 → 렌즈 반대편에 (❽)이 생김	물체가 초점 안쪽에 있을 때 → 물체와 같은 쪽에 (❾)이 생김



3. 볼록 렌즈의 이용

(1) **볼록 렌즈의 활용:** 망원경과 현미경, 돋보기, VR 기기(헤드 마운트 디스플레이), 빔프로젝트 등에 활용된다.

(2) **포토 리소그래피(photolithography) 공정:** 볼록 렌즈를 이용하여 미세한 패턴을 형성하는 기술 ➡ 볼록 렌즈가 축소된 (❿)을 맺는 현상을 활용하여 반도체 공정에서 정밀한 소자와 회로를 구현하는 데 사용된다.

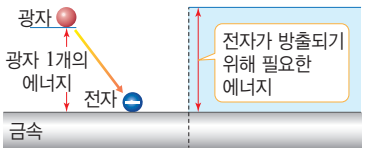
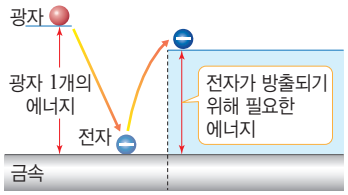
03 / 빛의 이중성

1. (⑪) 금속 표면에 빛을 비출 때 전자가 방출되는 현상이며, 이때 방출되는 전자를 광전자라고 한다.

(1) **광양자설:** 빛은 광자(광양자)라고 하는 불연속적인 에너지 입자의 흐름이며, 진동수 f인 광자가 가지는 에너지는 $E=$(⑫)이다.

(2) (⑬): 광전자를 방출시킬 수 있는 최소한의 진동수
➡ 전자가 방출되기 위해 필요한 에너지와 관련 있음

(3) **광자의 에너지와 광전자의 방출**

광전자가 방출되지 않을 때	 광자 1개의 에너지가 전자가 방출되기 위해 필요한 에너지보다 작으면 광전자가 방출되지 않는다.
광전자가 방출될 때	 광자 1개의 에너지가 전자가 방출되기 위해 필요한 에너지보다 크면 광전자가 방출된다.

2. 빛의 (⑭) 빛은 파동성과 입자성을 모두 가지고 있으며, 상황에 따라 둘 중 하나의 성질만 측정된다.

3. 영상 정보 저장 장치

(1) **전하 결합 소자(CCD):** 이미지 센서의 일종으로, 광전 효과를 이용해 빛 신호를 (⑮)로 바꾸는 장치

① **디지털카메라의 영상 정보 저장 과정:** 렌즈를 통해 들어온 빛은 CCD의 광 다이오드에 각각 다른 색깔, 다른 세기로 도달하여 광전자가 방출된다. ➡ 빛의 세기에 따라 방출되는 광전자의 수가 다르므로 화소별로 다른 정보를 얻는다. ➡ 이 정보를 디지털로 변환하여 메모리 카드에 기록한다.

② **컬러 필터:** CCD는 빛의 세기만을 측정할 수 있고 색을 구분할 수 없어 컬러 필터를 통해 빛을 RGB로 분리하여 색상에 따른 밝기 정보를 얻는다.

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

04 / 물질의 이중성

1. 물질의 이중성

(1) **물질파:** (⑯)는 빛이 입자와 파동의 성질을 모두 가지고 있듯이, 전자와 같은 입자도 파동의 성질을 나타낼 것이라고 주장하였다.

(2) **물질파 파장:** 질량이 m인 입자가 속력 v로 운동할 때 물질파 파장 λ는 다음과 같다.

$$\lambda=\frac{h}{mv}\ (\text{플랑크 상수 } h=6.63\times10^{-34}\ \text{J}\cdot\text{s})$$

(3) **물질파 확인 실험**

데이비슨·거머 실험	전자선을 금속박에 입사시켰을 때, (⑰) 현상이 나타남을 보였다.
톰슨의 실험	전자선을 금속박에 입사시켜 X선의 회절과 닮은 전자의 회절 사진을 얻었다. ➡ 물질파의 존재를 확인하였다. ↑ X선 ↑ 전자선

(4) **물질의** (⑱): 물질도 입자성과 파동성을 모두 가진다.
➡ 일상생활에서 물질파를 관측할 수 없는 것은 물질파 파장이 너무 짧아 파동성을 관찰하기 어렵기 때문이다.

2. 전자 현미경

(1) **전자 현미경:** 빛 대신 전자의 (⑲)를 이용하는 현미경

① **분해능:** 서로 가까이 있는 두 점을 구분하여 볼 수 있는 능력으로 파장이 짧을수록 분해능이 좋다.

② (⑳): 코일로 만든 원통형의 전자석으로, 전자가 자기장에 의해 진행 경로가 휘어지는 성질을 이용하여 전자선을 굴절시켜 아주 좁은 지점에 모아준다.

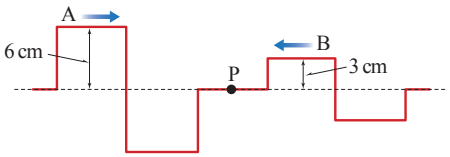
③ **광학 현미경과 전자 현미경:** 전자의 물질파 파장이 가시광선의 수천 분의 일 정도로 짧기 때문에 전자 현미경의 분해능이 더 좋다.

(2) **전자 현미경의 종류**

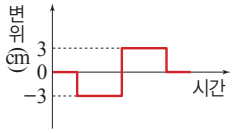
구분	주사 전자 현미경	(㉑) 전자 현미경
원리	전자선을 얇게 만든 시료에 투과시켜 시료의 단면 구조의 상을 관찰한다.	전자선을 시료에 쪼여 튀어나온 전자를 검출해 시료의 입체 상을 관찰한다.
특징	분해능이 투과 전자 현미경보다는 다소 떨어지지만 입체 영상을 볼 수 있다.	분해능이 좋아 세포의 내부 구조를 관찰하는 데 주로 사용한다.

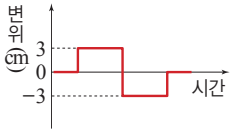
중단원 **마무리 문제** 난이도 ●●●

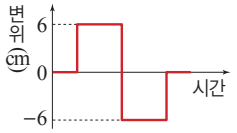
01 그림과 같이 파장과 속력이 같고, 진폭이 각각 6 cm, 3 cm인 두 파동 A와 B가 서로 반대 방향으로 진행하고 있다.

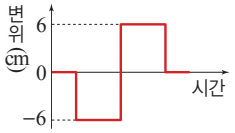


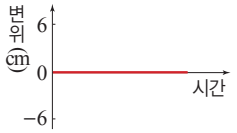
두 파동의 중간 지점에 있는 매질상의 한 점 P의 변위를 시간에 따라 나타낸 그래프로 옳은 것은?

① 

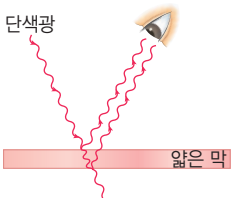
② 

③ 

④ 

⑤ 

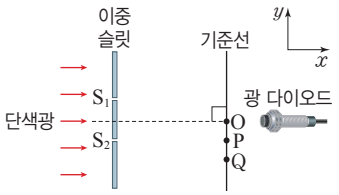
02 그림은 얇은 막의 양쪽 면에서 반사된 단색광을 관찰하여 빛을 보는 모습을 나타낸 것이다.
이와 같은 원리가 적용된 예로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?



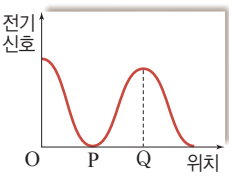
보기
ㄱ. 안경의 반사 방지 코팅
ㄴ. 태양 전지의 에너지 전환 효율을 높이는 반사 방지막
ㄷ. 바라보는 각도에 따라 다른 색깔이나 그림이 보이는 홀로그램

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 그림 (가)와 같이 단색광이 이중 슬릿을 통과하도록 한 뒤 y축을 따라 광 다이오드를 이동하면서 빛의 세기를 측정하였다. 점 O는 S_1과 S_2로부터 같은 거리에 있는 점이다. 그림 (나)는 광 다이오드가 만든 전기 신호의 세기를 위치에 따라 나타낸 것이다.



(가)



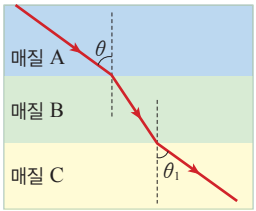
(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

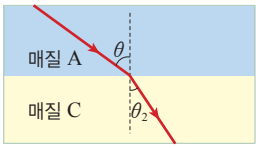
보기
ㄱ. P에서 상쇄 간섭이 일어난다.
ㄴ. 두 슬릿 S_1, S_2에서 Q까지의 경로차는 $\frac{\lambda}{2}$이다.
ㄷ. 광 다이오드가 전기 신호를 만드는 것은 빛의 입자성으로 설명할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)는 굴절률이 각각 n_A, n_B, n_C인 세 매질 A, B, C를 나란히 붙여놓고 A에서 B를 향해 빛을 비추었을 때 빛의 경로를, (나)는 A와 C를 붙여놓고 (가)와 같은 입사각으로 빛을 비추었을 때 빛의 경로를 나타낸 것이다.



(가)



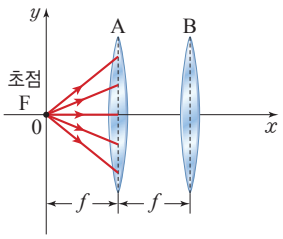
(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. $\theta_1=\theta_2$이다.
ㄴ. 굴절률은 B가 가장 크다.
ㄷ. $\sin\theta_1=\frac{n_B}{n_C}\sin\theta$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 초점 거리가 각각 f, $2f$인 볼록 렌즈 A와 B를 나란히 배치한 모습을 나타낸 것이다. A와 B의 광축은 모두 x축상에 있고, 두 볼록 렌즈 사이의 거리는 f이다. A의 초점은 xy평면의 원점에 있으며, 원점에서 빛이 나오고 있다.



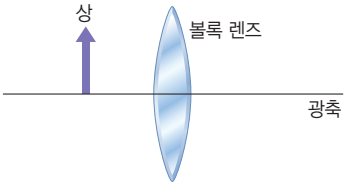
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A와 B 사이에서 빛은 광축과 나란하게 진행한다.
ㄴ. B에서 굴절한 빛은 $x=3f$인 x축상의 점에 모인다.
ㄷ. A를 제거하면 B에서 굴절한 빛은 $x=4f$인 x축상의 점에 모인다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림은 볼록 렌즈에 의한 물체의 상을 나타낸 것이다. 물체와 상은 볼록 렌즈의 왼쪽에 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 물체는 볼록 렌즈와 초점 사이에 있다.
ㄴ. 상의 위치에는 빛이 실제로 모이지 않는다.
ㄷ. 물체를 볼록 렌즈에 더 가까이 가져가면 상의 크기는 작아진다.

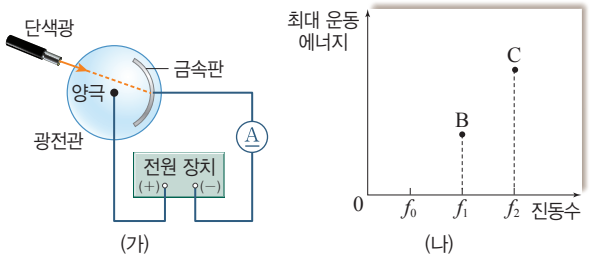
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 그림 (가)~(라)는 빛과 관련된 여러 현상을 나타낸 것이다.

(가)		물속에 다리를 담그면 다리가 짧아 보인다.
(나)		모르포 나비의 날개는 색소가 없어도 푸른 빛을 낸다.
(다)		비눗방울의 표면에서 다양한 색깔이 관찰된다.
(라)		스마트폰의 광센서는 주변 밝기를 감지하여 화면 밝기를 자동으로 조절해 준다.

(1) (가)~(라)에서 빛의 굴절과 관련 있는 현상을 모두 쓰시오.
(2) (가)~(라)에서 빛의 파동성으로만 설명할 수 있는 현상을 모두 쓰시오.
(3) (가)~(라)에서 빛의 입자성으로만 설명할 수 있는 현상을 모두 쓰시오.

08 그림 (가)는 광전관에 전원 장치와 전류계를 연결한 뒤 단색광 A, B, C를 비추는 모습을, (나)는 (가)에서 단색광의 진동수에 따른 광전자의 최대 운동 에너지를 측정한 결과를 나타낸 것이다. 금속판의 한계 진동수는 f_0이며, A를 비출 때 광전자가 방출되지 않았다.



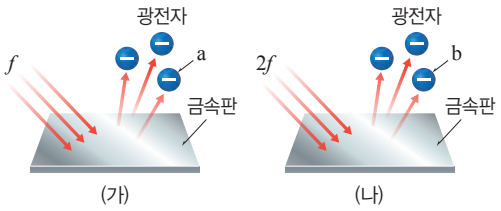
(나)를 통해 알 수 있는 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 빛의 세기는 C가 B보다 크다.
ㄴ. A의 진동수는 f_0보다 작다.
ㄷ. 광자 1개의 에너지는 C가 B보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 그림 (가)와 (나)는 동일한 금속판에 진동수가 f, $2f$인 단색광을 각각 비추었을 때 광전자가 방출되는 모습을 나타낸 것이다. 광전자 a, b는 방출되는 광전자 중 속력이 최대인 광전자이다.



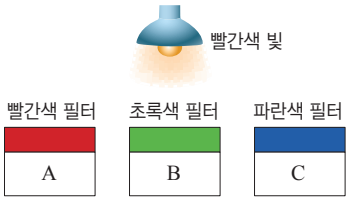
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 광전자의 운동 에너지는 a가 b보다 작다.
ㄴ. 물질파 파장은 a가 b보다 작다.
ㄷ. 진동수가 f, $2f$인 빛을 함께 비추면 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 b보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

10 그림은 전하 결합 소자(CCD)의 컬러 필터를 나타낸 것이다. A, B, C는 같은 종류의 광 다이오드이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A, B, C는 빛의 세기만 측정한다.
ㄴ. 빨간색 빛이 입사하면 A에서는 광전 효과가 일어난다.
ㄷ. 전하 결합 소자(CCD)는 빛의 색상에 따른 밝기 정보를 얻기 위해 컬러 필터를 사용한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 그림 (가)와 (나)는 각각 X선과 전자선을 알루미늄박에 입사시켰을 때 얻은 회절 무늬를 나타낸 것이다. 회절 무늬 사이의 간격은 (가)에서와 (나)에서가 같고, X선의 파장은 λ이다.

(가) (나)

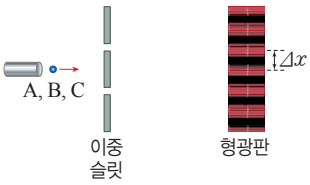
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 플랑크 상수는 h이다.)

보기

ㄱ. (가)와 (나)는 입자에서만 나타난다.
ㄴ. (나)에서 전자의 운동량의 크기는 $\frac{h}{\lambda}$이다.
ㄷ. (나)에서 전자선의 속력을 증가시킬수록 회절 무늬 사이의 간격은 감소한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

12 그림은 입자 A, B, C가 각각 이중 슬릿을 통과하여 형광판에 간섭무늬를 만든 모습을 나타낸 것이다. 표는 A, B, C의 질량, 단일 슬릿을 통과하기 전 속력, 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격 Δx를 나타낸 것이다.



구분	A	B	C
질량	$2m$	㉠	m
속력	㉡	v	$2v$
Δx	$2x_0$	x_0	x_0

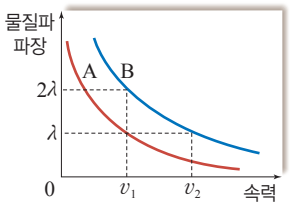
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ㉠은 $2m$이다.
ㄴ. ㉡은 v이다.
ㄷ. 단일 슬릿을 통과하기 전 입자의 운동 에너지는 B가 A의 4배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

13 그림은 입자 A와 B의 물질파 파장을 속력에 따라 나타낸 것이다.



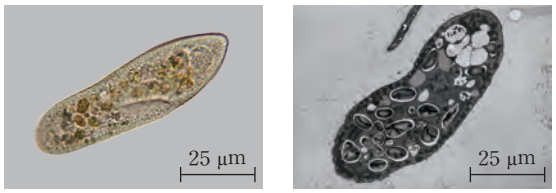
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A와 B의 운동량의 크기가 클수록 물질파 파장은 짧아진다.
ㄴ. 질량은 A가 B의 2배이다.
ㄷ. $v_2=\sqrt{3}v_1$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14 그림 (가)와 (나)는 각각 광학 현미경과 전자 현미경을 이용하여 짚신벌레를 관찰한 모습을 나타낸 것이다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

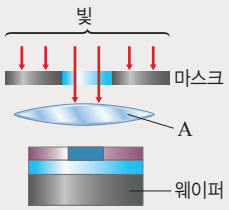
ㄱ. 분해능은 (가)가 (나)보다 좋다.
ㄴ. 전자의 운동량의 크기를 증가시키면 (나)에서 물체의 세부 구조를 더욱 선명한 영상으로 관찰할 수 있다.
ㄷ. (나)는 전자의 파동성을 이용한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

서술형 문제

15 빛이 한 매질에서 다른 매질로 진행할 때 굴절이 일어난다. 이러한 굴절 현상이 일어나는 까닭을 쓰고, 매질의 굴절률과 빛의 속력의 관계를 서술하시오.

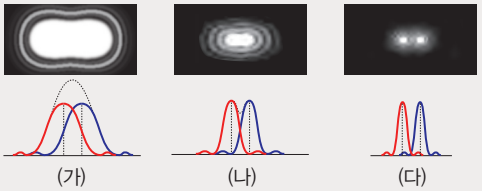
16 그림은 포토 리소그래피 공정에서 광학 기기 A를 이용하여 웨이퍼에 회로도를 새기는 모습을 나타낸 것이다.



A는 어떤 광학 기기인지 쓰고, 웨이퍼에 회로도를 새길 때 A를 사용하는 까닭을 서술하시오.

17 광전 효과가 빛의 입자설의 증거가 되는 까닭을 빛의 파동설과 비교하여 서술하시오.

18 그림 (가)에서 (다)로 갈수록 두 점의 상이 잘 구분되는 까닭과 관계 있는 파동의 성질을 쓰고, 분해능과 빛의 파장과의 관계를 서술하시오.

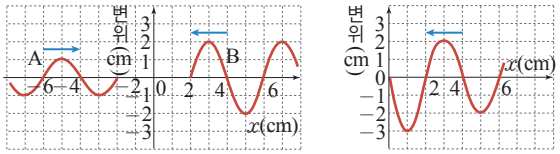


(가) (나) (다)

중단원

고난도 문제

01 그림 (가)는 파장과 속력이 같고 연속적으로 발생되는 두 파동 A와 B가 서로 반대 방향으로 진행할 때 시간 $t=0$인 순간의 모습을, (나)는 (가)에서 $t=2$초일 때 A와 B가 중첩된 모습을 나타낸 것이다.



(가) (나)

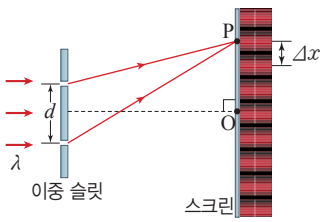
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A의 속력은 4 cm/s이다.
ㄴ. B의 진동수는 1 Hz이다.
ㄷ. $t=4$초일 때 $x=5$ cm에서 중첩된 파동의 변위는 -3 cm이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 레이저를 이용한 이중 슬릿 간섭 실험을 나타낸 것이다. 레이저 빛의 파장은 λ, 이중 슬릿의 간격은 d, 밝은 무늬 사이의 간격은 Δx이다.



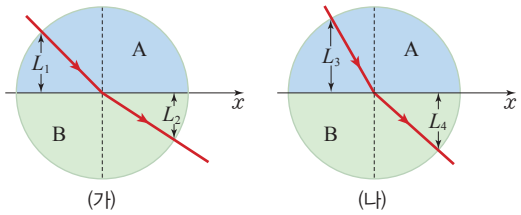
스크린상의 점 O는 밝은 무늬의 중심이고, 점 P는 세 번째 밝은 무늬가 생긴 곳이다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 두 슬릿으로부터 P까지의 경로차는 3λ이다.
ㄴ. d보다 슬릿 간격이 작은 이중 슬릿을 사용하면 무늬 간격이 좁아진다.
ㄷ. λ보다 작은 파장의 빛을 이용하면 P에서 어두운 무늬를 만들 수 없다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림 (가)는 굴절률이 각각 n_1, n_2인 반원형 매질 A와 B를 붙여 원 모양으로 만들고 공기 중에서 원의 중심을 향해 단색광을 입사시킬 때 빛의 경로를, (나)는 (가)에서 입사각을 다르게 했을 때 빛의 경로를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 원의 지름을 x축으로 놓았을 때, 빛의 경로와 원이 만나는 점 사이의 거리는 각각 L_1, L_2, L_3, L_4이다.



(가) (나)

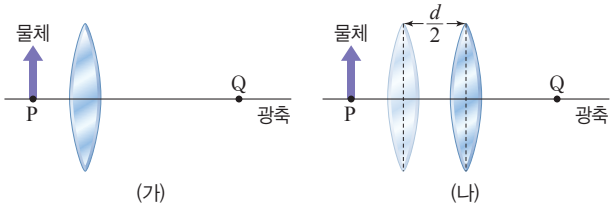
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 빛의 파장은 A에서가 B에서보다 작다.
ㄴ. $\frac{L_1}{L_2}=\frac{L_3}{L_4}$이다.
ㄷ. 굴절률은 A가 B보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)는 점 P에 물체를 놓았을 때 상이 생기지 않는 모습을, (나)는 (가)에서 볼록 렌즈를 오른쪽으로 $\frac{d}{2}$만큼 이동시킨 모습을 나타낸 것이다. (나)에서 점 Q에 물체와 같은 크기의 상이 생겼다.



(가) (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. 볼록 렌즈의 초점 거리는 d이다.
ㄴ. (가)에서 P는 볼록 렌즈의 초점이다.
ㄷ. (나)에서 Q에 생긴 상은 거꾸로 선 실상이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05 그림은 진동수가 각각 f_1, f_2인 빛 A와 B를 금속판 P, Q에 비추는 모습을, 표는 금속판에 비추는 빛의 조합에 따른 광전자의 최대 운동 에너지 E_k를 나타낸 것이다. P에서 전자가 방출되기 위해 필요한 최소한의 에너지는 E_0이고, $2f_1=3f_2$이다.

금속판	빛	E_k
P	A	$1.5E_0$
	B	㉠
Q	A	$2E_0$
	A+B	㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

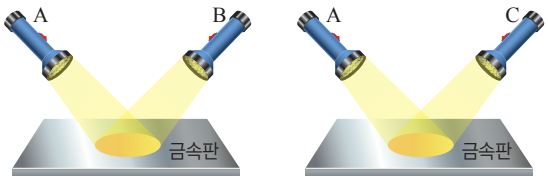
ㄱ. 금속판의 한계 진동수는 P가 Q보다 크다.

ㄴ. ㉠은 $\frac{2}{3}E_0$이다.

ㄷ. ㉡은 $2E_0$보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

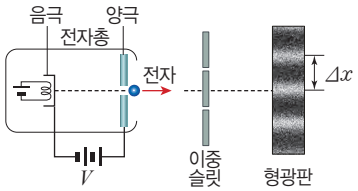
06 그림 (가)는 금속판에 진동수가 다른 단색광 A와 B를 동시에 비추는 모습을, (나)는 (가)와 동일한 금속판에 진동수가 다른 단색광 A와 C를 동시에 비추는 모습을 나타낸 것이다. A의 진동수는 금속판의 한계 진동수보다 크고, 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.



이에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① 광전자의 최대 운동 에너지는 금속판에 B만 비출 때가 A만 비출 때보다 작다.
② (나)에서 C를 끄더라도 광전자는 방출된다.
③ (가)에서 A를 더 밝게 비추면 방출되는 광전자의 수는 많아진다.
④ B의 진동수는 C의 진동수보다 크다.
⑤ B의 진동수는 한계 진동수보다 크다.

07 그림은 전자총에서 가속되어 발사된 전자들이 이중 슬릿을 지나 스크린의 형광판에 충돌해 만든 간섭무늬를 나타낸 것이다. 표는 전자총에서 가속 전압에 따라 발사된 전자의 속력과 이중 슬릿의 간격 d, 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격 Δx를 나타낸 것이다.



가속 전압	속력	d	Δx
V_0	㉠	d_0	x_0
$3V_0$	v_0	$2d_0$	㉡

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

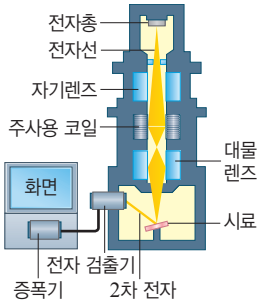
ㄱ. ㉠은 v_0보다 크다.

ㄴ. 전자의 물질파 파장은 가속 전압이 V_0일 때가 $3V_0$일 때보다 길다.

ㄷ. $\frac{㉠}{㉡}=\frac{2v_0}{x_0}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08 그림은 주사 전자 현미경(SEM)의 구조를 나타낸 것이다. 전자총에서 방출된 전자의 운동 에너지가 E_0일 때 물질파 파장은 λ_0이다.
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?



보기

ㄱ. 시료의 2차원적 단면 구조를 관찰할 때 이용한다.

ㄴ. 운동 에너지가 $2E_0$인 전자의 물질파 파장은 $\frac{1}{2}\lambda_0$이다.

ㄷ. 자기장으로 전자의 진행 경로를 휘게 하여 초점을 맞춘다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ