



 Physics HighTop

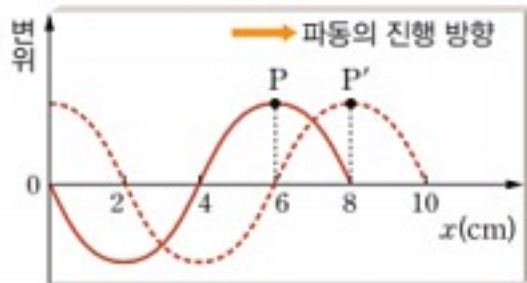
## 빛의 중첩과 간섭

**Logic will get you from A to B  
Imagination will take you everywhere**

**Albert Einstein (1879-1955)**

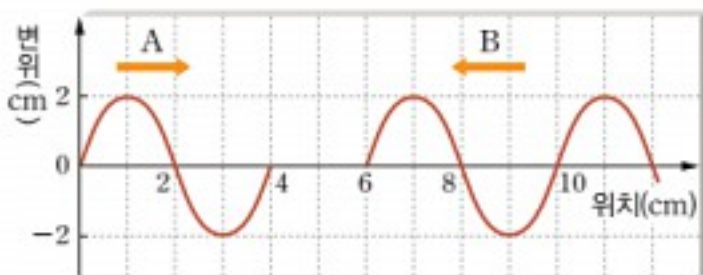
# 개념 기본 문제

**01** 그림은 일정한 속력으로  $x$ 축과 나란하게 진행하는 파동의 변위를 위치  $x$ 에 따라 나타낸 것이다. 마루의 위치는 0.1초 동안 점 P에서 점 P'으로 2 cm 이동하였다.



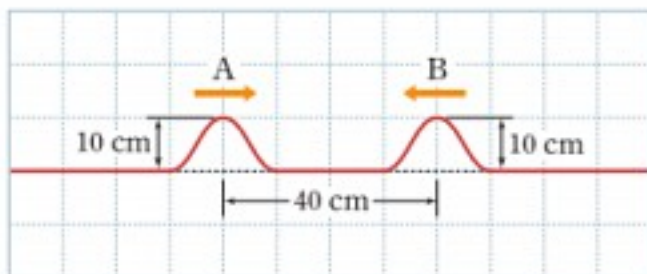
- (1) 이 파동의 진동수는 몇 Hz인지 구하시오.
- (2) 이 파동의 속력은 몇 cm/s인지 구하시오.

**02** 그림은 연속적으로 발생하는 두 파동 A, B가 같은 속력으로 서로 반대 방향으로 진행하는 모습을 나타낸 것이다.



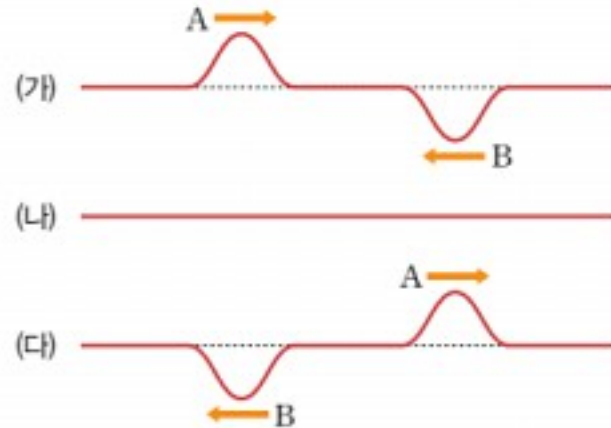
두 파동이 중첩되었을 때 합성파의 최대 변위를 구하시오.

**03** 그림은 진폭이 10 cm이고 속력이 같은 두 파동 A, B가 서로 반대 방향으로 진행하는 것을 나타낸 것이다. 그림의 순간에서 5초 후, 중첩된 합성파의 최대 변위는 20 cm이다.



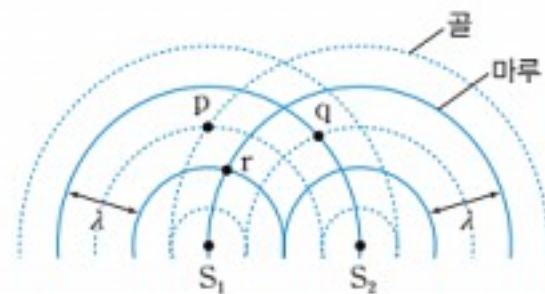
그림의 순간에서 10초 후, 두 파동의 모양을 그리시오.

**04** 그림 (가), (나), (다)는 서로 반대 방향으로 진행하는 두 파동 A, B가 중첩되는 과정을 시간의 흐름에 따라 나타낸 것이다.



- (1) A와 B의 최대 변위의 크기를 비교하시오.
- (2) (나)는 A와 B가 어떤 간섭을 한 결과인지 쓰시오.
- (3) (다)에서 알 수 있는 파동의 성질을 쓰시오.

**05** 그림은 두 점  $S_1, S_2$ 에서 파장이  $\lambda$ 이고 진폭과 진동수가 같은 두 파동이 같은 위상으로 발생하여 중첩될 때 어느 순간 파동의 마루와 골을 각각 실선과 점선으로 나타낸 것이다.



- (1) 파면 위의 점 p, q, r에 대해 설명한 다음 글의 ㉠ ~ ㉢에 각각 알맞은 말을 쓰시오.

- p, r: 두 파동이 ( ㉠ ) 위상으로 만나 ( ㉡ ) 간섭을 한다.
- q: 두 파동이 ( ㉢ ) 위상으로 만나 ( ㉣ ) 간섭을 한다.

- (2) 그림의 순간 p, r에서 합성파의 진폭을 비교하시오.
- (3)  $S_1, S_2$ 에서 q까지의 경로차를 구하시오.

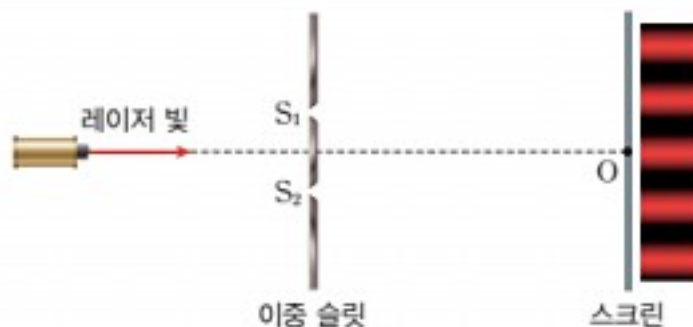
**06** 다음은 빛의 본성에 대한 설명이다.

17세기에는 빛의 본성을 알갱이의 흐름으로 보는 입자설과 매질의 진동으로 보는 파동설이 서로 대립하였으나, 뉴턴이 입자설을 제시한 뒤로는 오랫동안 빛의 본성을 입자로 생각하였다. 이러한 상황은 19세기 초 영이 그림과 같은 이중 슬릿에 의한 빛의 (㉠) 무늬를 해석하고, 빛의 파장을 측정하여 빛의 (㉡) 을 증명하면서 바뀌게 되었다.



㉠, ㉡에 알맞은 말을 각각 쓰시오.

**07** 그림은 이중 슬릿  $S_1$ ,  $S_2$ 를 통과한 레이저 빛이 스크린에 밝고 어두운 무늬를 만드는 것을 나타낸 것이다. 스크린 위의 점 O는  $S_1$ ,  $S_2$ 로부터 같은 거리만큼 떨어져 있다.

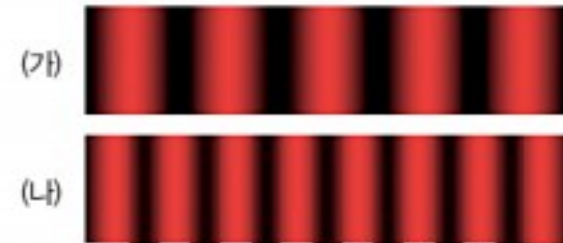


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

보기

- ㄱ. 밝은 무늬는  $S_1$ ,  $S_2$ 를 지난 빛이 같은 위상으로 만나서 나타난다.
- ㄴ. 어두운 무늬는  $S_1$ ,  $S_2$ 를 지난 빛이 상쇄 간섭을 일으켜서 나타난다.
- ㄷ.  $S_1$ ,  $S_2$ 에서 스크린까지의 경로차가 빛의 반파장의 홀수 배가 되면 밝은 무늬가 나타난다.
- ㄹ. 파장이 더 짧은 레이저 빛으로 바뀌어도 O에서는 밝은 무늬가 나타난다.

**08** 그림 (가), (나)는 단색광을 실험 조건을 다르게 하여 이중 슬릿에 비추었을 때 스크린에 나타난 간섭무늬를 나타낸 것이다.

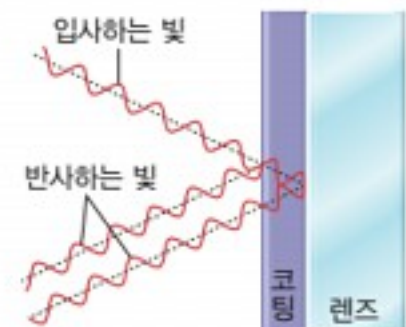


다음은 한 가지 실험 조건만을 바꾸어 간섭무늬를 (가)에서 (나)로 변하게 하는 방법이다.

- 이중 슬릿 사이의 간격을 (㉠) 시킨다.
- 이중 슬릿과 스크린 사이의 거리를 (㉡) 시킨다.

㉠, ㉡에 알맞은 말을 각각 쓰시오.

**09** 그림은 안경 렌즈에 얇은 반사 방지막을 알맞은 두께로 코팅하였을 때 빛의 진행 경로를 모식적으로 나타낸 것이다.



(1) 렌즈에 반사 방지막 코팅을 할 때와 하지 않을 때의 차이점을 보기에서 있는 대로 고르시오.

보기

- ㄱ. 입사하는 빛의 세기가 증가한다.
- ㄴ. 반사하는 빛의 세기가 감소한다.
- ㄷ. 투과하는 빛의 세기가 감소한다.

(2) 이와 같은 원리로 설명할 수 있는 현상을 보기에서 있는 대로 고르시오.

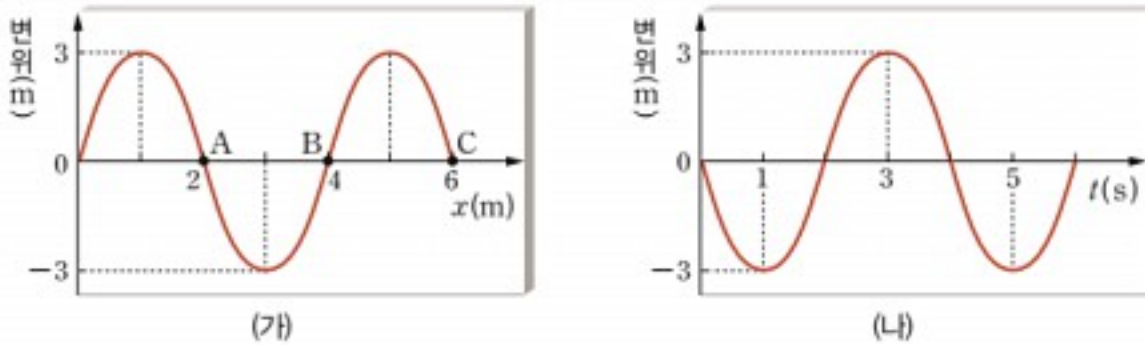
보기

- ㄱ. 모르포 나비의 날개가 파란색을 띤다.
- ㄴ. 지폐에 인쇄된 숫자는 보는 각도에 따라 다른 색깔로 보인다.
- ㄷ. 햇빛이 비치면 비눗방울 표면에 무지갯빛 무늬가 나타난다.

# 개념 적용 문제

▶ 파동의 전파와 진행 속도

01 그림 (가)는  $t=0$ 일 때, 일정한 속력으로  $+x$  방향으로 진행하는 파동의 변위를 위치  $x$ 에 따라 나타낸 것으로, 점 A, B, C는  $x$ 축 위의 지점이다. 그림 (나)는 A~C 중 한 점의 변위를 (가)의 순간부터 시간  $t$ 에 따라 나타낸 것이다.



▶ 위치에 따른 변위 그래프에서 위상이 같은 이웃한 두 점 사이의 거리는 파장이고, 시간에 따른 변위 그래프에서 매질의 한 점이 1회 진동하는 데 걸린 시간은 주기이다.

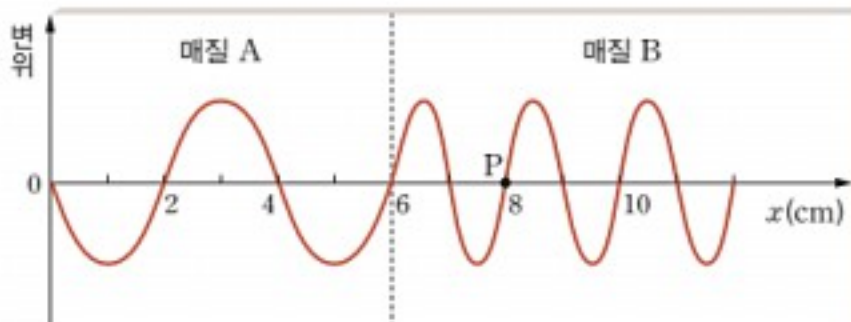
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. 진동수는 0.25 Hz이다.
  - ㄴ. 파동의 진행 속력은 2 m/s이다.
  - ㄷ. (나)는 B의 변위를 나타낸 것이다.

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

▶ 파동의 표현

02 그림은 시간  $t=0$ 일 때, 매질 A에서 매질 B로  $x$ 축과 나란하게 진행하는 파동의 변위를 위치  $x$ 에 따라 나타낸 것이다. 점 P는  $x$ 축상의 지점이고, A에서 파동의 진행 속력은 2 cm/s이다.



▶ 파동의 진행 속력은 파동을 전달하는 매질에 따라 달라진다. 그러나 같은 파동이라면 주기와 진동수는 매질에 따라 달라지지 않는다.

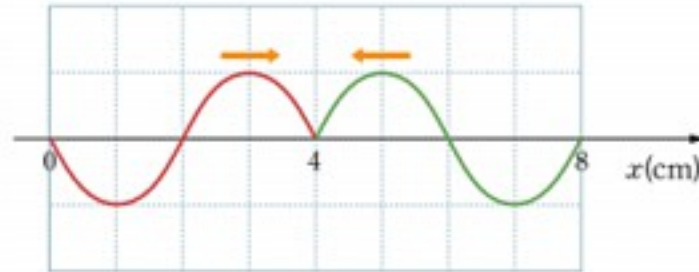
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. A에서 파동의 파장은 6 cm이다.
  - ㄴ. B에서 파동의 진행 속력은 1 cm/s이다.
  - ㄷ. P에서 파동의 변위는  $t=2$ 초일 때와  $t=4$ 초일 때가 같다.

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

▶ 파동의 중첩

**03** 그림은  $x$ 축 위에서 파장, 주기, 진폭이 같은 두 파동이 연속적으로 발생하여 서로 반대 방향으로 진행하는 모습을 나타낸 것이다. 두 파동의 주기는 4초, 진폭은 1 cm이다.



▶ 파동의 파장과 주기가 같으면 파동의 진행 속력이 같다. 따라서 두 파동은 같은 시간 동안 같은 거리만큼 이동한다.

중첩된 파동에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

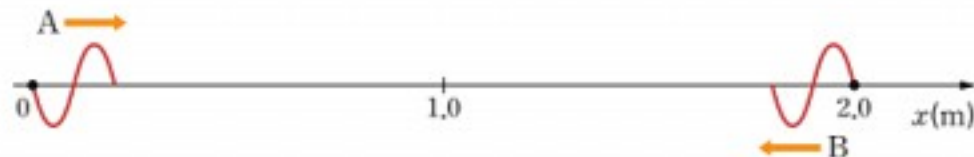
보기

- ㄱ. 파동의 속력은 1 cm/s이다.
- ㄴ. 그림의 순간부터 1초가 지난 순간  $x=4$  cm에서 파동의 변위는 2 cm이다.
- ㄷ. 그림의 순간부터 4초 이후  $x=0$ 부터  $x=8$  cm까지 파동의 진폭이 0인 지점의 수는 5개이다.

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

▶ 파동의 중첩과 간섭

**04** 그림은  $x$ 축 위의  $x=0$ ,  $x=2.0$  m에서 파장, 진폭, 속력이 같은 두 파동 A, B가 반대 위상으로 각각 연속적으로 발생하여 서로 반대 방향으로 진행하는 것을 나타낸 것이다. A, B의 파장은 0.2 m, 진폭은 0.1 m이다.



▶ 보강 간섭은 두 파동이 같은 위상으로 중첩되었을 때이고, 상쇄 간섭은 두 파동이 반대 위상으로 중첩되었을 때이다.

A, B가 중첩할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

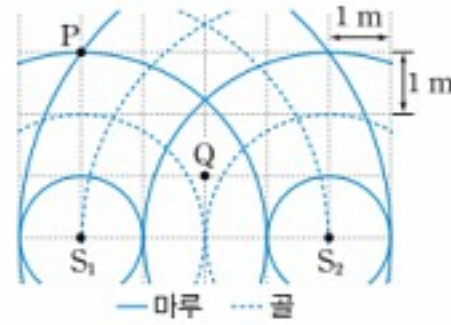
보기

- ㄱ. 두 파원으로부터  $x=1.0$  m인 곳까지의 경로차는 0이다.
- ㄴ.  $x=1.0$  m인 곳에서 A, B는 보강 간섭한다.
- ㄷ.  $x=1.1$  m인 곳에서 합성파의 진폭은 0.2 m이다.

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

➤ 파동의 간섭

**05** 그림은 파원  $S_1, S_2$ 에서 진동수와 진폭이 같고 동일한 위상으로 발생시킨 두 파동이 같은 속력으로 진행할 때, 시간  $t=0$ 인 순간의 모습을 나타낸 것이다. 두 파동의 진폭은  $A$ 이고, 실선과 점선은 각각 파동의 마루와 골의 위치를, 점  $P, Q$ 는 평면상의 고정된 지점을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?



➤ 두 파원에서 위상이 같은 파동이 발생할 때 두 파원으로부터의 경로차가 반파장의 짝수 배인 곳은 보강 간섭이 일어나고, 홀수 배인 곳은 상쇄 간섭이 일어난다.

보기

- ㄱ. P에서는 보강 간섭이 일어난다.
- ㄴ. Q에서 중첩된 파동의 진폭은 0이다.
- ㄷ.  $\overline{S_1S_2}$ 에서 상쇄 간섭이 일어나는 지점의 수는 4개이다.

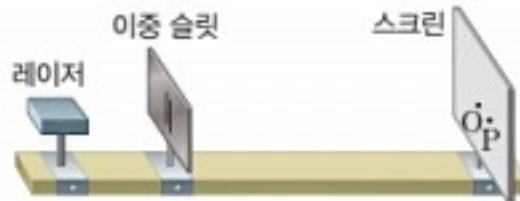
- ① ㄴ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 이중 슬릿에 의한 간섭 실험

**06** 다음은 빛의 간섭 실험이다.

실험 과정

(가) 그림과 같이 스크린은 레이저 빛의 진행 방향과 수직이 되도록, 이중 슬릿은 스크린과 나란하도록 설치한다.



(나) 파장이 다른 두 레이저 빛을 이중 슬릿에 각각 비추어 스크린상의 고정된 지점 O, P에 나타나는 간섭무늬를 관찰한다.

실험 결과

실험	파장	간섭무늬
I	$\lambda_1$	
II	$\lambda_2$	

- I, II에서 O에는 가장 밝은 무늬가 생겼다.
- I에서 P에는 O로부터 세 번째 어두운 무늬가 생겼고, II에서 P에는 O로부터 두 번째 밝은 무늬가 생겼다.

➤ 이중 슬릿을 통과한 두 빛이 같은 위상으로 중첩되어 진폭이 커지면 빛의 세기가 주변보다 세므로 밝은 무늬가 나타나고, 반대 위상으로 중첩되어 진폭이 작아지면 빛의 세기가 주변보다 약해져 어두운 무늬가 나타난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 빛이 파동의 성질을 가지는 것을 알 수 있다.
- ㄴ.  $\lambda_1$ 이  $\lambda_2$ 보다 크다.
- ㄷ. II에서 두 슬릿으로부터 P까지의 경로차는  $2\lambda_2$ 이다.

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

▶ 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭

**07** 그림과 같이 레이저 빛을 이중 슬릿  $S_1, S_2$ 에 비추었더니 슬릿으로부터 충분히 멀리 떨어진 스크린에 간섭무늬가 나타났다. 스크린상의 점  $O$ 는  $S_1, S_2$ 로부터 같은 거리인 지점이고, 점  $P$ 는  $O$ 로부터 세 번째 어두운 무늬가 생긴 지점이다.



▶ 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭에서 두 슬릿으로부터의 경로차가 반파장의 짝수 배인 곳은 밝은 무늬가 나타나고 홀수 배인 곳은 어두운 무늬가 나타난다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

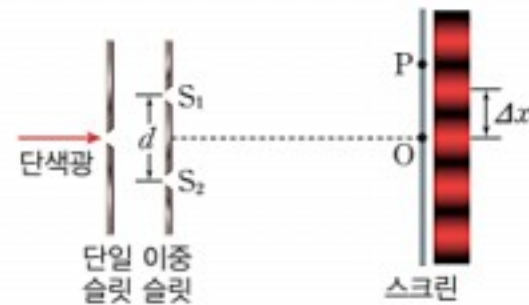
보기

- ㄱ.  $O$ 에서 멀어질수록  $S_1, S_2$ 로부터의 경로차가 증가한다.
- ㄴ.  $S_1, S_2$ 를 통과하여  $P$ 에 도달한 빛의 위상은 반대이다.
- ㄷ.  $|\overline{S_1P} - \overline{S_2P}|$ 는 사용한 레이저 빛 파장의  $\frac{5}{2}$ 배이다.

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

▶ 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭

**08** 그림은 파장이  $\lambda$ 인 단색광이 단일 슬릿과 슬릿 간격이  $d$ 인 이중 슬릿  $S_1, S_2$ 를 통과하여 슬릿으로부터 충분히 멀리 떨어진 스크린에 간격이  $\Delta x$ 인 간섭무늬를 만드는 것을 나타낸 것이다. 스크린 중앙의 점  $O$ 에 밝은 무늬가 생기고, 점  $P$ 에  $O$ 로부터 두 번째 어두운 무늬가 생긴다.



▶ 파동은 좁은 틈을 통과하면 뒤쪽으로 퍼져 나가는 성질이 있다. 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭에서 어두운 무늬는 반파장의 홀수 배인 곳에 생기고, 간섭무늬의 간격은 이중 슬릿 사이의 간격이나 파장에 따라 달라진다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

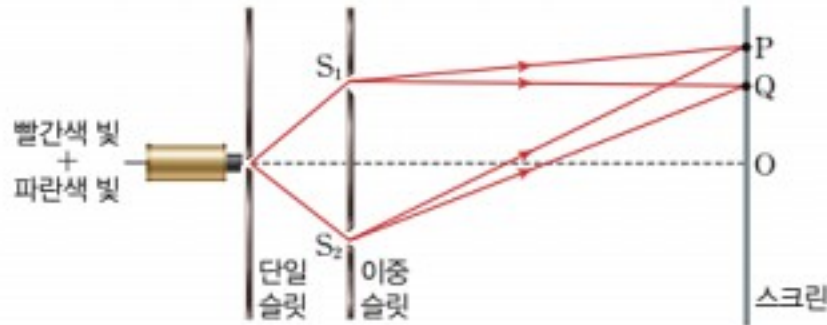
- ㄱ. 단색광은 단일 슬릿을 통과하면서 회절한다.
- ㄴ.  $|\overline{S_1P} - \overline{S_2P}| = \frac{3}{2}\lambda$ 이다.
- ㄷ. 다른 조건은 그대로 두고 이중 슬릿의 간격만  $2d$ 로 바꾸면 간섭무늬의 간격은  $2\Delta x$ 가 된다.

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

➤ 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭

09 그림은 빨간색 빛과 파란색 빛을 동시에 비추었을 때 이중 슬릿  $S_1, S_2$ 를 통과하여 슬릿으로부터 충분히 멀리 떨어진 스크린에 간섭무늬를 만드는 것을 나타낸 것이다. 스크린의 중앙 O에 밝은 무늬가 생겼고, 점 P, Q는 두 빛이 각각 O로부터 첫 번째 어두운 무늬를 만드는 지점이다.

➤ 빛의 파장에 따라 간섭무늬의 간격이 달라지며, 빨간색 빛이 파란색 빛보다 파장이 길다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. P는 빨간색 빛에 의한 간섭무늬이다.
  - ㄴ. Q 부분은 파란색으로 보인다.
  - ㄷ.  $S_1$ 과  $S_2$ 의 간격을 좁히면 P, Q 모두 O에서 멀어진다.

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

➤ 빛의 간섭 활용

10 그림 (가)는 빛의 삼원색의 합성을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 햇빛을 받은 비누막에서 일어나는 빛의 간섭을 나타낸 것이다. A는 어느 순간에 비누막에서 자홍색으로 보이는 부분이다.

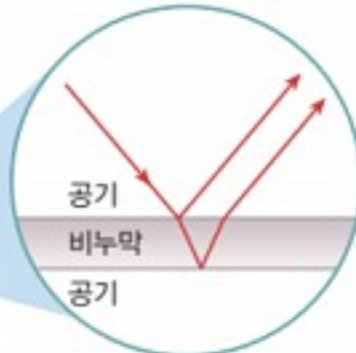
➤ 빛의 삼원색의 합성에서 초록색 빛과 자홍색 빛이 합성되면 흰색 빛(백색광)이 되는 것을 알 수 있다. 반대로 백색광에서 초록색 빛을 빼면 자홍색 빛만 남는다.



(가)



(나)



A에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

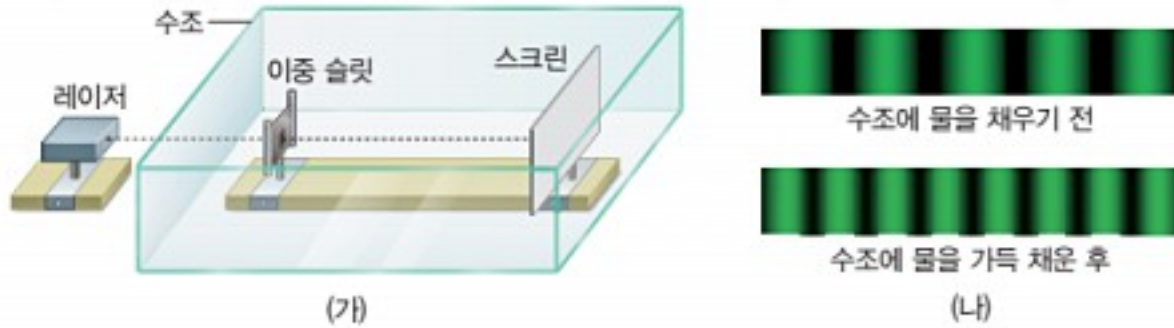
- 보기
- ㄱ. 가시광선 중에서 초록색 빛의 상쇄 간섭이 일어난다.
  - ㄴ. 다른 각도에서 보더라도 자홍색으로 보인다.
  - ㄷ. 시간이 지날수록 두께가 변하면서 다른 색으로 보인다.

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

# 1도전 문제

▶ 빛의 진행 속력과 빛의 간섭

11 그림 (가)는 이중 슬릿, 스크린을 수조에 설치한 후 레이저 빛을 비추어 스크린에 생긴 간섭무늬를 관찰하는 것을, 그림 (나)는 각각 (가)에서 수조에 물을 채우기 전과 가득 채운 후 스크린에 생긴 간섭무늬를 나타낸 것이다.



▶ 빛의 파장이 짧을수록 간섭무늬의 간격이 작아지며, 파동이 진행할 때 진동수는 변하지 않는다.

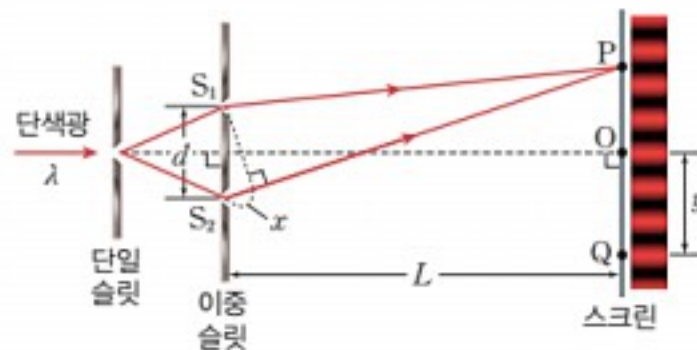
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (나)에서 밝은 부분은 상쇄 간섭에 의해 생긴다.
  - ㄴ. 빛의 파장은 물속에서가 공기 중에서보다 짧다.
  - ㄷ. 빛의 속력은 물속에서가 공기 중에서보다 느리다.

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

▶ 간섭 조건과 간섭무늬의 간격

12 그림과 같이 간격이  $d$ 인 이중 슬릿에 파장이  $\lambda$ 인 단색광을 비추었더니 이중 슬릿으로부터 거리  $L$ 만큼 떨어진 스크린에 밝고 어두운 간섭무늬가 나타났다. 스크린상의 점 O는 슬릿  $S_1$ 과  $S_2$ 로부터 같은 거리에 있고, 점 P, Q에서는 각각 O로부터 세 번째 어두운 무늬의 중심, 세 번째 밝은 무늬의 중심이 생긴다.  $x$ 는  $S_1, S_2$ 로부터 P까지의 경로차이고,  $y$ 는 O에서 Q까지의 거리이며  $L$ 은  $d$ 에 비해 매우 크다.



▶ 이중 슬릿으로부터의 경로차가 반파장의 짝수 배인 곳에서는 보강 간섭이 일어나 밝은 무늬가 생기고, 반파장의 홀수 배인 곳에서는 상쇄 간섭이 일어나 어두운 무늬가 생긴다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ.  $x = \frac{7\lambda}{2}$ 이다.
  - ㄴ.  $y = \frac{3L\lambda}{d}$ 이다.
  - ㄷ.  $L$ 이 커지면 P와 Q 사이에 생기는 밝은 무늬의 개수가 증가한다.

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