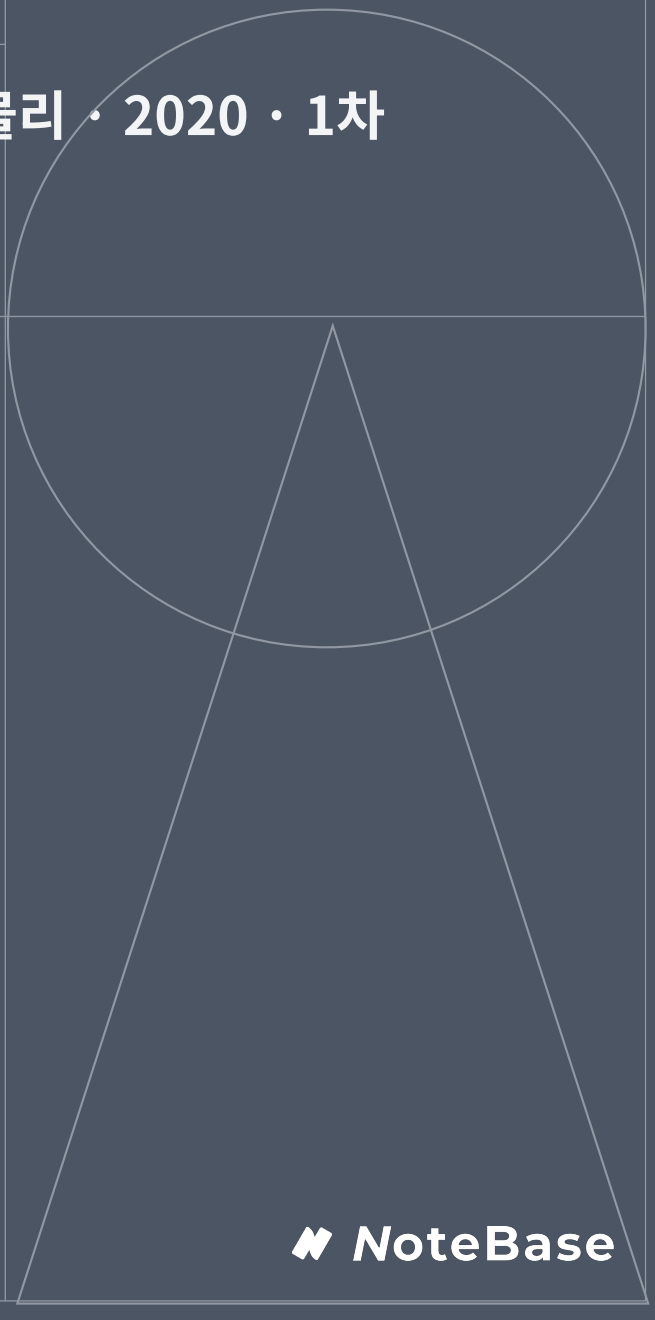
# 기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2020 · 1차



NoteBase

# 기출OX 해설집

## 공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2020 · 1차

### 공무원/해경/일반직 9급 · 물리 · 2020 · 1차

**문 1. 다음 중 72 km/h의 속력으로 30초 동안 이동한 물체의 이동 거리는 몇 m인가?**

① 100 m

② 200 m

③ 400 m

④ 600 m

**정답 4번**

**출제 포인트**

속력을 $km/h$에서 $m/s$로 환산한 뒤, 이동 거리 = 속력 × 시간을 적용하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 속력: $72km/h$

이동 시간: $30s$

구해야 할 값: 이동 거리

주의할 조건: 속력과 시간의 단위를 각각 $m/s$, $s$로 통일해야 한다.

**사용할 공식**

이동 거리=속력×시간

속력이 일정한 물체가 일정 시간 동안 이동한 거리를 묻고 있으므로 이 공식을 사용한다.

**계산 과정**

먼저 속력을 환산한다.

$72km/h = 72 \times \frac{1000m}{3600s} = 20m/s$

따라서 이동 거리는 다음과 같다.

$20m/s \times 30s = 600m$

NoteBase

**선지 판단**

① X — 계산 결과는 600$m$이므로 100$m$는 틀리며, 올바른 값은 600$m$이다.
② X — 계산 결과는 600$m$이므로 200$m$는 틀리며, 올바른 값은 600$m$이다.
③ X — 계산 결과는 600$m$이므로 400$m$는 틀리며, 올바른 값은 600$m$이다.
④ O — 72$km/h$는 20$m/s$이고, 이를 30$s$ 동안 유지하면 600$m$를 이동한다.

**오답 포인트**

속력 72$km/h$에 시간 30$s$를 바로 곱하면 시간 단위가 서로 달라 잘못된다. 먼저 $km/h$를 $m/s$로 바꾸어야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

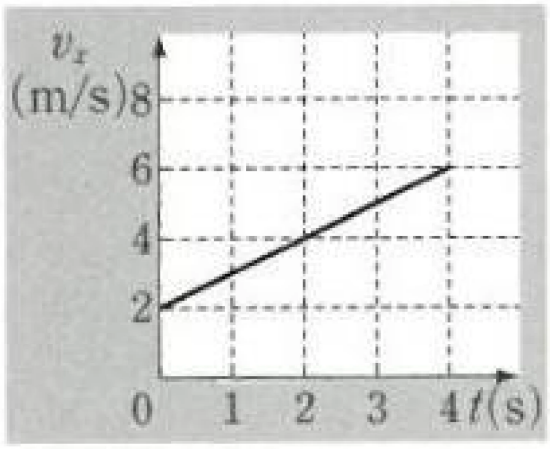
속력과 시간의 단위를 먼저 통일한 뒤, 이동 거리 = 속력 × 시간을 적용하고 결과의 거리 단위를 확인한다.

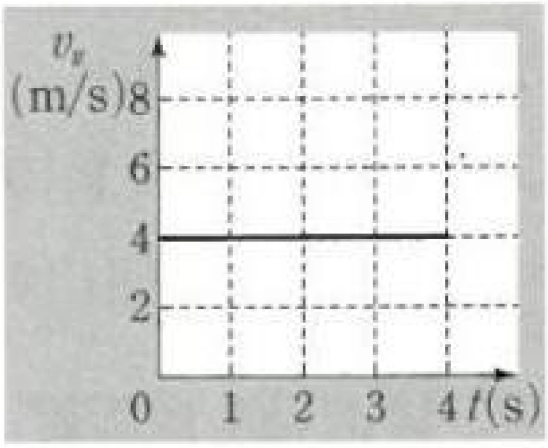
**암기 포인트**

$km/h$를 $m/s$로 바꿀 때는 3.6으로 나눈다.

NoteBase

**문 2. 다음 그림은 $xy$ 평면에서 등가속도 운동하는 질량이 $m$인 물체의 $x$축 방향 속력 $v_x$와 $y$축 방향 속력 $v_y$를 시간 $t$에 따라 각각 나타낸 것이다. 0초부터 4초까지 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 2N이고, 알짜힘이 물체에 한 일은 $W$이다.**
**다음 중 $W$와 $m$으로 옳은 것은?**




① W: 16 J, m: 1 kg

② W: 16 J, m: 2 kg

③ W: 32 J, m: 2 kg

④ W: 32 J, m: 2.5 kg

**정답 3번**

**출제 포인트**

속도 성분의 시간에 따른 변화에서 가속도를 구해 $F = ma$로 질량을 계산하고, 알짜힘이 한 일은 운동 에너지의 변화와 같다는 일·에너지 정리로 일을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: $v_x$는 0초의 $2m/s$에서 4초의 $6m/s$로 일정하게 증가하고, $v_y$는 $4m/s$로 일정하다. 알짜힘의 크기는 $2N$이다.
구해야 할 값: 질량 $m$과 0초부터 4초까지 알짜힘이 한 일 $W$이다.
주의할 조건: 속력은 $x$축 성분과 $y$축 성분을 함께 고려하지만, 가속도는 변하는 속도 성분에서만 생긴다.

NoteBase

### 사용할 공식

가속도 성분은 $a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$, $a_y = \frac{\Delta v_y}{\Delta t}$이고, 알짜힘과 질량의 관계는 $F = ma$이다. 알짜힘이 한 일은 일·에너지 정리에 따라 W=Δ K=12m(v_f^2-v_i^2)이다.
속도-시간 그래프의 기울기가 가속도이므로 먼저 가속도를 구하며, 알짜힘이 한 일은 물체의 운동 에너지 변화와 같으므로 처음과 나중의 전체 속력 제곱을 비교한다.

### 계산 과정

1. $x$축 가속도는 $a_x = \frac{6-2}{4} = 1 m/s^2$이고, $v_y$가 일정하므로 $a_y = 0$이다. 따라서 가속도의 크기는 $a = 1 m/s^2$이다.
2. $F = ma$에서 $m = \frac{F}{a} = \frac{2N}{1 m/s^2} = 2kg$이다.
3. 처음과 나중의 속력 제곱은 각각 $v_i^2 = 2^2 + 4^2 = 20 m^2/s^2$, $v_f^2 = 6^2 + 4^2 = 52 m^2/s^2$이다.
4. 따라서 W=12×2×(52-20)=32 J이다.

### 선지 판단

① X — $W : 16J$, $m : 1kg$은 모두 틀리다. 올바르게는 $W : 32J$, $m : 2kg$이다.
② X — $m : 2kg$은 맞지만 $W : 16J$가 틀리다. 전체 운동 에너지 변화를 계산하면 올바른 일은 $W : 32J$이다.
③ O — 계산 결과 $W : 32J$, $m : 2kg$이므로 옳다.
④ X — $W : 32J$은 맞지만 $m : 2.5kg$이 틀리다. $F = ma$에 따라 올바른 질량은 $m : 2kg$이다.

### 오답 포인트

$v_y = 4 m/s$가 운동 에너지에는 포함되지만 처음과 나중에 같아서 $\Delta K$를 구할 때 서로 소거된다는 점이 함정이다. 또한 알짜힘의 크기 $2N$을 가속도 $2 m/s^2$로 잘못 읽으면 질량을 $1kg$으로 오판하게 된다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

속도-시간 그래프에서는 각 성분의 기울기로 가속도 벡터를 구한 뒤 $F = ma$를 적용하고, 일은 처음과 나중의 모든 속도 성분을 사용해 $W = \Delta K$로 계산한다.

### 암기 포인트

속도-시간 그래프의 기울기는 가속도이고, 알짜힘이 한 일은 전체 운동 에너지의 변화이다: $F = ma$, $W = \Delta K$.

NoteBase

**문 3. 다음 중 지면에서 5 m 높이에 있던 질량 2 kg의 물체가 지면에 도달할 때의 속도는?(단, 중력 가속도는 $10\text{m/s}^2$이며 낙하하는 동안 공기의 저항에 의한 열 에너지로의 전환은 없었다.)**

① 10 m/s

② 20 m/s

③ 50 m/s

④ 100 m/s

**정답 1번**

**출제 포인트**

공기 저항으로 인한 에너지 손실이 없을 때 역학적 에너지 보존을 이용하여 낙하 속력을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 높이 $h = 5\text{m}$, 중력 가속도 $g = 10\text{m/s}^2$이다.
구해야 할 값: 물체가 지면에 도달할 때의 속력 $v$이다.
주의할 조건: 공기 저항에 의한 열에너지 전환이 없으므로 낙하 전후의 역학적 에너지가 보존된다. 질량은 계산 과정에서 소거된다.

**사용할 공식**

중력 위치 에너지가 운동 에너지로 전환되므로
$mgh = \frac{1}{2}mv^2$
이다. 양변의 $m$을 소거하면
$v = \sqrt{2gh}$
가 된다. 에너지 손실이 없다는 조건이 있으므로 역학적 에너지 보존식을 사용한다.

**계산 과정**

주어진 값을 대입하면
$v = \sqrt{2 \times 10 \times 5} = \sqrt{100} = 10\text{m/s}$
이다. 따라서 지면에 도달할 때의 속력은 $10\text{m/s}$이다.

NoteBase

### 선지 판단

① O — 계산 결과가 10m/s이므로 옳다.
② X — 20m/s는 역학적 에너지 보존식에서 얻어지는 값이 아니다. 올바르게는 10m/s이다.
③ X — 50m/s는 $gh = 50\text{m}^2/\text{s}^2$을 속력으로 잘못 본 값이다. 올바르게는 $v = \sqrt{2gh} = 10\text{m/s}$이다.
④ X — 100m/s는 $2gh = 100\text{m}^2/\text{s}^2$, 즉 $v^2$의 수치를 속력 $v$로 잘못 본 값이다. 제곱근을 취한 10m/s가 올바르다.

### 오답 포인트

계산 중 얻는 $2gh = 100\text{m}^2/\text{s}^2$은 속력 자체가 아니라 속력의 제곱 $v^2$이다. 마지막에 제곱근을 취해야 하며, 위치 에너지와 운동 에너지에 공통으로 들어 있는 질량은 소거되므로 낙하 속력에 영향을 주지 않는다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

공기 저항이 없는 낙하 문제에서는 높이 차를 확인하고 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$를 세운 뒤, $v = \sqrt{2gh}$로 계산하고 단위를 검산한다.

### 암기 포인트

공기 저항이 없는 정지 낙하에서는 $v = \sqrt{2gh}$이며, 질량과 무관하다.

NoteBase

**문 4. 다음 설명 중 가장 옳지 않은 것은?**

① 자기장의 단위는 T(테슬라)이다.

② 직류 전동기는 자기력의 원리를 이용한 것이다.

③ 자기력선은 자석의 N극에서 나와서 S극으로 들어간다.

④ 솔레노이드 내부에서는 중심쪽으로 갈수록 자기장이 세다.

**정답 4번**

**출제 포인트**

자기장의 단위, 전동기의 작동 원리, 자기력선의 방향, 솔레노이드 내부 자기장의 특징을 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

자기장은 자석이나 전류 주위에서 자기력이 작용하는 공간이며, 자기력선의 밀도가 클수록 자기장이 세다.
충분히 긴 솔레노이드의 내부 자기장은 끝부분을 제외하면 거의 균일하고, 그 크기는 $B = \mu_0 nI$로 나타낸다.

**선지별 해설**

① O — 자기장, 즉 자기 선속 밀도의 SI 단위는 T(테슬라)이다.
② O — 직류 전동기는 자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 자기력을 이용하여 회전력을 만든다.
③ O — 자석 바깥에서 자기력선은 N극에서 나와 S극으로 들어간다. 자석 내부에서는 S극에서 N극으로 이어져 폐곡선을 이룬다.
④ X — 틀린 표현은 '중심쪽으로 갈수록 자기장이 세다'이다. 충분히 긴 이상적인 솔레노이드의 내부 자기장은 끝부분을 제외하면 위치에 따라 거의 변하지 않고 균일하다.

**오답 포인트**

④에서 실제 솔레노이드의 끝부분에 나타나는 가장자리 효과를 '내부에서는 중심으로 갈수록 계속 세진다'라는 일반적 성질로 확대하면 안 된다. 교과서의 충분히 긴 솔레노이드에서는 내부 자기장을 거의 균일하게 본다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

솔레노이드 문제에서는 먼저 충분히 길고 촘촘히 감긴 이상적 모형인지 확인한다. 이 모형이면 내부 자기장은 $B = \mu_0 nI$로 거의 일정하고 외부 자기장은 매우 작다고 판단한다.

**암기 포인트**

자기장의 단위는 T, 전동기는 전류가 받는 자기력, 자석 바깥의 자기력선은 N극에서 S극, 긴 솔레노이드 내부는 거의 균일이다.

NoteBase

**문 5. 다음 중 전자기력을 이용한 기구가 아닌 것은?**

① 전류계

② 전압계

③ 발전기

④ 전동기

**정답 3번**

**출제 포인트**

전류가 흐르는 도선이 자기장에서 받는 전자기력과, 자기 선속의 변화로 기전력이 생기는 전자기 유도를 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

전자기력은 자기장 속에서 전류가 흐르는 도선이 받는 힘이며, 전류계·전압계의 가동 코일과 전동기의 회전에 이용된다. 전자기 유도는 코일을 지나는 자기 선속이 변할 때 유도 기전력이 생기는 현상이며, 발전기의 기본 원리이다.

**선지별 해설**

① X — 전류계의 가동 코일에는 측정 전류가 흐르고, 자기장 속 코일이 받는 전자기력의 돌림힘으로 바늘이 움직인다. 따라서 '전류계'는 전자기력을 이용하지 않는 기구가 아니라 전자기력을 이용하는 기구이다.
② X — 전압계는 큰 저항과 전류 측정 장치를 결합하여 작은 전류가 흐르게 하고, 가동 코일이 받는 전자기력으로 바늘을 움직인다. 따라서 '전압계'도 전자기력을 이용하지 않는 기구가 아니라 전자기력을 이용하는 기구이다.
③ O — 발전기는 코일과 자기장의 상대 운동으로 자기 선속을 변화시켜 유도 기전력을 만드는 장치이다. 핵심 원리는 전자기력이 아니라 전자기 유도이다.
④ X — 전동기는 자기장 속의 전류가 받는 전자기력으로 코일에 돌림힘을 발생시켜 회전한다. 따라서 '전동기'는 전자기력을 이용하지 않는 기구가 아니라 전자기력을 이용하는 기구이다.

**오답 포인트**

발전기와 전동기는 모두 코일과 자기장을 사용하지만 작동 원리가 다르다. 발전기는 운동을 전기 에너지로 바꾸는 전자기 유도 장치이고, 전동기는 전기 에너지를 운동으로 바꾸는 전자기력 장치이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

자기장 속 전류가 힘을 받아 움직이면 전자기력, 자기 선속의 변화로 전압이나 전류가 생기면 전자기 유도로 판단한다.

NoteBase

**암기 포인트**

전동기는 전류가 힘을 받아 회전하고, 발전기는 회전으로 전류를 유도한다.

NoteBase

**문 6. 코일의 양끝에 검류계를 연결해 놓고 막대자석을 코일에 접근시키거나 멀리 가져가면 검류계의 바늘이 움직인다. 이처럼 코일 내부를 통과하는 자기장을 변화시킬 때 코일에 전류가 흐르는 전자기 유도 현상과 가장 관계가 깊은 물리학자는 다음 중 누구인가?**

① 드 브로이

② 키르히호프

③ 맥스웰

④ 패러데이

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 전자기 유도 현상과 이를 발견한 물리학자 마이클 패러데이를 연결하는 문제이다.

**핵심 정리**

드 브로이: 물질파 — 입자도 파동의 성질을 가지며, 입자의 운동량과 파장이 연결된다고 제안하였다.
키르히호프: 회로 법칙 — 회로의 접점에서는 전류가 보존되고, 닫힌 회로에서는 전위차의 대수합이 0이 된다는 법칙을 세웠다.
맥스웰: 전자기 이론 — 전기장과 자기장의 관계를 방정식으로 통합하고 전자기파의 존재를 이론적으로 밝혔다.
패러데이: 전자기 유도 — 코일을 통과하는 자기선속이 변하면 유도 기전력이 생긴다는 현상을 발견하였다.

**선지별 해설**

① X — 드 브로이는 물질파 가설과 관련된 인물이다. 틀린 연결은 '드 브로이—전자기 유도'이며, 올바르게는 '드 브로이—물질파'이다.
② X — 키르히호프는 전기 회로의 전류 법칙과 전압 법칙으로 대표되는 인물이다. 틀린 연결은 '키르히호프—전자기 유도'이며, 올바르게는 '키르히호프—회로 법칙'이다.
③ X — 맥스웰은 전기와 자기를 통합한 전자기 이론 및 맥스웰 방정식과 관련된 인물이다. 틀린 연결은 '맥스웰—전자기 유도의 발견'이며, 올바르게는 '패러데이—전자기 유도의 발견'이다.
④ O — 패러데이는 자석과 코일의 상대 운동처럼 코일을 지나는 자기선속이 변할 때 유도 전류가 생기는 전자기 유도 현상을 발견하였다.

**출제자가 노린 함정**

전자기 현상이라는 공통점 때문에 맥스웰을 고르기 쉽다. 그러나 이 문항은 전자기 이론의 수학적 통합이 아니라, 자기선속의 변화로 전류가 생기는 현상의 발견자를 묻고 있으므로 패러데이를 선택한다.

NoteBase

### 다시 나오면 이렇게 판단

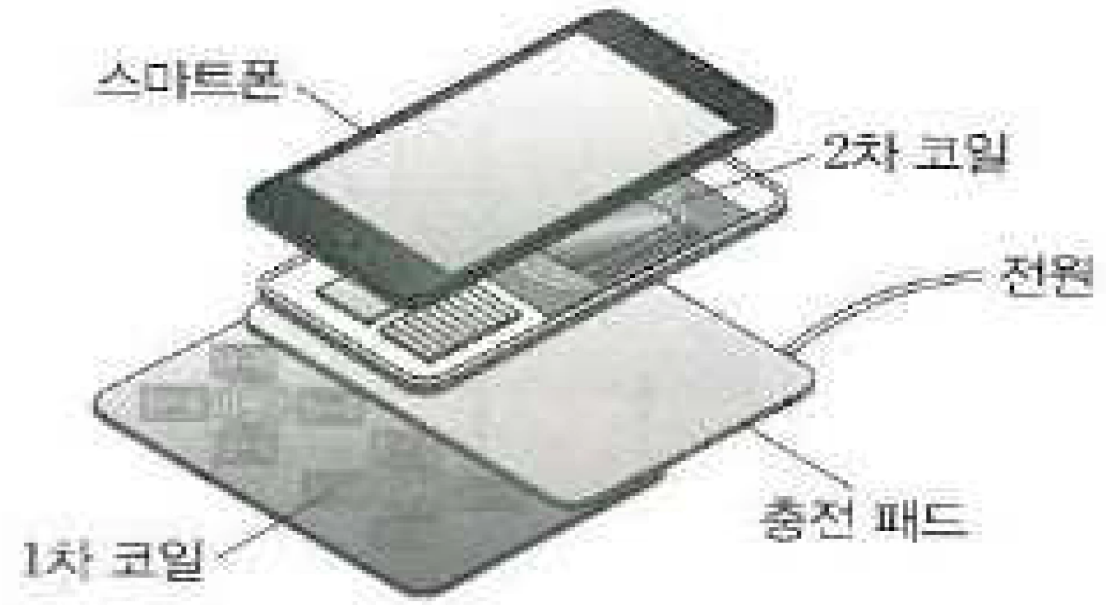
자석을 코일에 넣거나 빼서 전류가 생기는 장면은 '자기선속 변화 → 유도 기전력'으로 해석하고 패러데이와 연결한다. 물질파는 드 브로이, 회로 법칙은 키르히호프, 전자기 이론의 통합은 맥스웰로 구분한다.

### 암기 포인트

패러데이 = 자기선속 변화에 의한 전자기 유도이다.

NoteBase

**문 7. 다음 그림은 무선 충전 패드 위에 스마트폰을 올려놓고 충전하는 것을 나타낸 것이다. 충전 패드의 1차 코일에 전원을 연결하면 스마트폰 내부의 2차 코일에 의해 스마트폰이 충전된다. 다음 중 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?**




<보기>

㉠ 1차 코일에 흐르는 전류에 의한 자기장은 시간에 따라 변한다.

㉡ 2차 코일에는 기전력이 유도된다.

㉢ 충전 패드와 스마트폰 사이의 거리가 멀수록 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 감소한다.

① ㉠

② ㉡

③ ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉡, ㉢

**정답 4번**

**출제 포인트**

무선 충전에서 1차 코일의 시간에 따라 변하는 자기장이 2차 코일을 지나는 자기선속을 변화시켜 기전력과 전류를 유도한다는 전자기 유도 원리를 판단하는 문제이다.

NoteBase

### 핵심 개념

전자기 유도는 코일을 지나는 자기선속이 시간에 따라 변할 때 코일에 기전력이 생기는 현상이다. 유도 기전력의 크기는 패러데이 법칙 $\mathcal{E} = -N\frac{d\Phi_B}{dt}$로 나타낸다. 1차 코일과 2차 코일의 거리가 멀어지면 두 코일 사이의 자기적 결합이 약해져 2차 코일의 유도 기전력과 전류가 감소한다.

### 선지별 해설

① X — ㉠은 옳지만 ㉡과 ㉢도 모두 옳으므로 ㉠만 고른 것이 틀렸다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉢이다.
② X — ㉡은 옳지만 ㉠과 ㉢도 모두 옳으므로 ㉡만 고른 것이 틀렸다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉢이다.
③ X — ㉡과 ㉢은 옳지만 ㉠도 옳으므로 ㉠을 제외한 것이 틀렸다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉢이다.
④ O — 1차 코일에는 시간에 따라 변하는 전류가 흘러 변하는 자기장을 만들고, 이 자기장이 2차 코일을 지나는 자기선속을 변화시켜 기전력을 유도한다. 또한 두 코일 사이의 거리가 멀어질수록 자기적 결합이 약해져 2차 코일의 전류가 감소하므로 ㉠, ㉡, ㉢이 모두 옳다.

### 오답 포인트

㉡의 유도 기전력만 떠올리고, 유도가 일어나려면 ㉠처럼 자기장이 시간에 따라 변해야 한다는 조건이나 ㉢처럼 코일 간 거리가 멀어질수록 자기적 결합이 약해진다는 점을 빠뜨리기 쉽다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

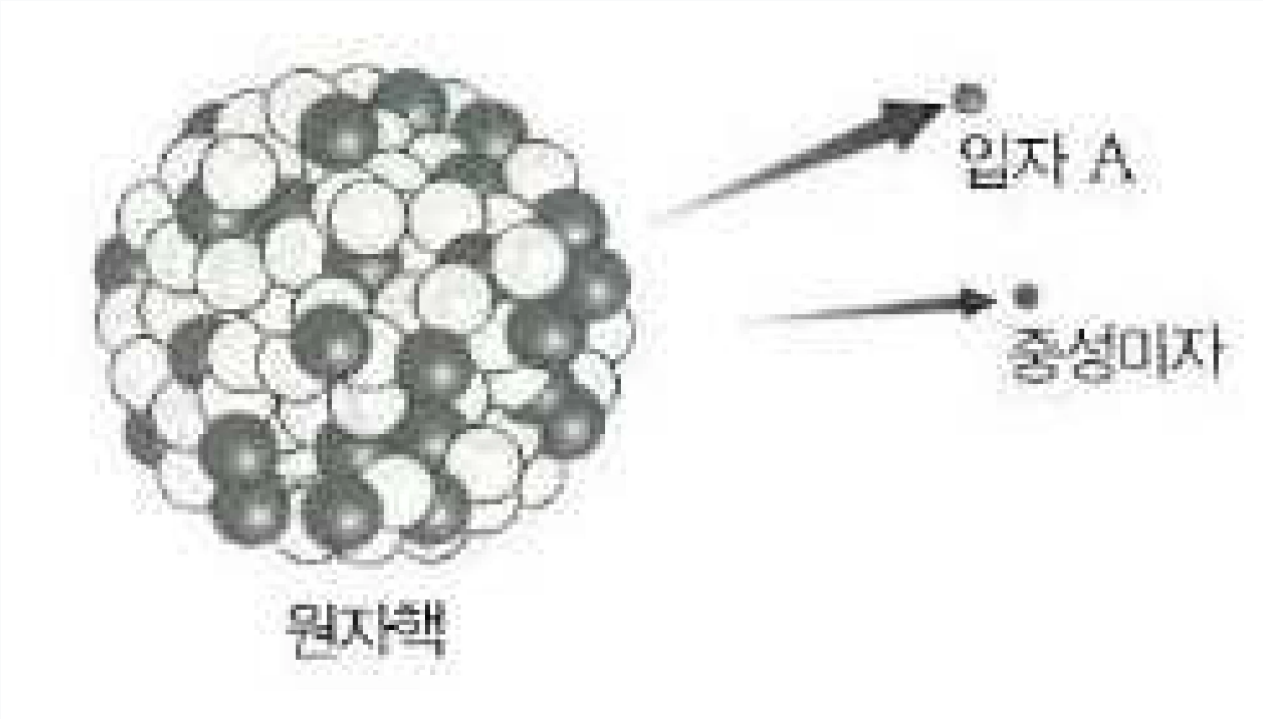
먼저 1차 코일의 변하는 전류가 변하는 자기장을 만드는지 확인하고, 다음으로 그 자기선속 변화가 2차 코일에 기전력을 유도하는지 판단한다. 마지막으로 코일 사이의 거리가 증가하면 자기적 결합과 유도 전류가 감소한다는 관계를 적용한다.

### 암기 포인트

변하는 전류 → 변하는 자기장 → 자기선속 변화 → 2차 코일의 유도 기전력이며, 코일 사이가 멀수록 유도 전류는 작아진다.

NoteBase

**문 8. 다음 그림은 원자핵 속의 중성자가 양성자로 바뀌면서 입자 A와 중성미자를 방출하는 모습을 모식적으로 나타낸 것이다. 다음 중 이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 모두 고른 것은?**




<보기>

㉠ A는 전자이다.

㉡ 양성자는 위 쿼크 1개, 아래 쿼크 2개로 이루어져 있다.

㉢ 약한 상호 작용의 매개 입자는 중성미자이다.

① ㉠

② ㉠, ㉡

③ ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉢

**정답 1번**

**출제 포인트**

중성자가 양성자로 바뀌며 입자를 방출하는 베타 붕괴 도식에서 전하 보존으로 입자 A를 판별하고, 양성자의 쿼크 구성과 약한 상호 작용의 매개 입자를 구분하는 문제이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① O — ㉠만 옳다. 중성자와 중성미자는 전하가 0이고 양성자는 전하가 $+e$이므로, 전하 보존에 따라 A의 전하는 $-e$이다. 따라서 A는 전자이다.
② X — ㉡이 틀렸다. '양성자는 위 쿼크 1개, 아래 쿼크 2개'라는 구성은 중성자의 구성이다. 올바르게는 양성자가 위 쿼크 2개와 아래 쿼크 1개로 이루어지므로, 옳은 진술의 조합은 ㉠뿐이다.
③ X — ㉡과 ㉢이 모두 틀렸다. 양성자의 쿼크 구성은 위 쿼크 2개와 아래 쿼크 1개이고, 약한 상호 작용의 매개 입자는 $W^+$, $W^-$, $Z^0$ 보손이다. 올바른 조합은 ㉠뿐이다.
④ X — ㉢이 틀렸다. 중성미자는 약한 상호 작용에 참여하는 입자이지만 매개 입자는 아니다. '약한 상호 작용의 매개 입자는 중성미자'는 '약한 상호 작용의 매개 입자는 $W^+$, $W^-$, $Z^0$ 보손이다'로 고쳐야 하므로, 옳은 조합은 ㉠뿐이다.

### 오답 포인트

㉡은 양성자와 중성자의 쿼크 구성을 서로 바꾸어 제시했고, ㉢은 약한 상호 작용에 참여하는 중성미자를 상호 작용을 전달하는 매개 입자로 바꾸어 제시했다. '상호 작용에 참여하는 입자'와 '상호 작용의 매개 입자'를 구분해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

입자 변환 도식에서는 먼저 전하 보존으로 방출 입자를 판별한다. 이어 양성자는 위·위·아래, 중성자는 위·아래·아래로 구분하고, 약한 상호 작용의 매개 입자는 $W$ 보손과 $Z$ 보손임을 적용한다.

### 암기 포인트

양성자 uud, 중성자 udd, 약한 상호 작용의 매개 입자 $W^{\pm}\cdot Z^0$이다.

NoteBase

**문 9. 반감기가 1,600년인 라듐 12 g이 있다. 다음 중 4,800년 후의 라듐의 질량은?**

① 6 g

② 4.5 g

③ 3 g

④ 1.5 g

**정답 4번**

**출제 포인트**

반감기가 몇 번 지났는지 구한 뒤, 매 반감기마다 남은 질량이 절반이 된다는 원리로 최종 질량을 계산하는 문제이다.

**조건 정리**

처음 질량: $12g$
반감기: 1,600년
경과 시간: 4,800년
구해야 할 값: 4,800년 후 남은 라듐의 질량

**사용할 공식**

반감기가 $n$번 지난 뒤의 질량은 다음과 같다.
$m = m_0\left(\frac{1}{2}\right)^n$
여기서 $m_0$는 처음 질량이고, $n$은 경과 시간을 반감기로 나눈 값이다. 라듐의 양은 반감기가 한 번 지날 때마다 직전 양의 절반이 되므로 이 공식을 사용한다.

**계산 과정**

1. 지난 반감기 횟수를 구한다.
$n = \frac{4,800}{1,600} = 3$
2. 처음 질량에 1/2을 세 번 곱한다.
$m = 12\left(\frac{1}{2}\right)^3 = 12 \times \frac{1}{8} = 1.5g$
따라서 4,800년 후 라듐의 질량은 $1.5g$이다.

NoteBase

### 선지 판단

① X — 6$g$은 반감기가 한 번 지난 1,600년 후의 질량이다. 4,800년 후에는 6$g$이 아니라 1.5$g$이다.
② X — 4.5$g$은 세 번의 반감기에 따른 지수적 감소 결과가 아니다. 올바른 질량은 $12 \times (1/2)^3 = 1.5g$이다.
③ X — 3$g$은 반감기가 두 번 지난 3,200년 후의 질량이다. 4,800년 후에는 한 번 더 절반이 되어 1.5$g$이다.
④ O — 4,800년은 반감기 3회에 해당하므로 남은 질량은 $12 \times (1/2)^3 = 1.5g$이다.

### 오답 포인트

반감기를 한 번만 적용해 ①을 고르거나 두 번만 적용해 ③을 고르기 쉽다. 먼저 4,800/1,600 = 3으로 반감기 횟수를 확정한 뒤 절반 감소를 정확히 세 번 적용해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

경과 시간을 반감기로 나누어 횟수 $n$을 구하고, 처음 양에 $(1/2)^n$을 곱한다. 마지막에는 반감기 횟수와 절반을 곱한 횟수가 같은지 확인한다.

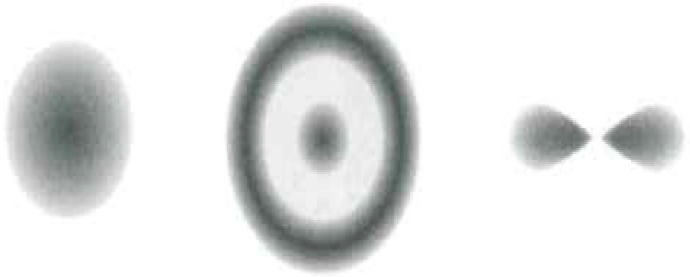
### 암기 포인트

반감기 1회마다 남은 양은 직전의 절반이며, 3회 후에는 처음 양의 1/8이 된다.

NoteBase

**문 10. 그림 (가), (나), (다)는 수소 원자의 양자수에 따른 전자구름의 형태를 모식적으로 나타낸 것이다. 표는 (가), (나), (다) 상태에서의 주 양자수 n, 궤도 양자수 l을 각각 나타낸 것이다.**
**다음 중 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?**

<그림>



(가) (나) (다)

<표>

| | n | l |
|---|---|---|
| (가) | 1 | ⓐ |
| (나) | 2 | 0 |
| (다) | 2 | 1 |

<보기>

㉠ 위 표의 ⓐ는 0이다.

㉡ 전자의 에너지 준위는 (나)가 (다)보다 낮다.

㉢ (다)의 상태에서 전자가 가질 수 있는 자기 양자수의 개수는 모두 3개이다.

① ㉠, ㉡

② ㉠, ㉢

③ ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉡, ㉢

**정답 2번**

**출제 포인트**

주 양자수 $n$, 궤도 양자수 $l$, 자기 양자수 $m_l$의 허용 범위와 수소 원자의 에너지 준위가 무엇에 의해 결정되는지를 묻는 문제이다.

NoteBase

### 핵심 개념

궤도 양자수는 $l = 0, 1, \ldots, n-1$의 값을 갖는다. 따라서 $n = 1$이면 $l = 0$만 가능하다.
수소 원자의 에너지 준위는 주 양자수 $n$에만 의존하므로 $n$이 같으면 $l$이 달라도 에너지가 같다.
자기 양자수는 $m_l = -l, -l+1, \ldots, l$이므로 가능한 값의 개수는 $2l+1$개이다.
㉠ O: (가)는 $n = 1$이므로 ⓐ에 해당하는 $l$은 0이다.
㉡ X: (나)와 (다)는 모두 $n = 2$이므로 에너지 준위가 같다. 틀린 표현은 '(나)가 (다)보다 낮다'이며, 올바르게는 '(나)와 (다)의 에너지 준위는 같다'이다.
㉢ O: (다)는 $l = 1$이므로 $m_l = -1, 0, 1$의 세 값을 가질 수 있다.

### 선지별 해설

① X — ㉠은 옳지만 ㉡은 틀리고, 옳은 ㉢이 빠져 있다. '㉠, ㉡'은 '㉠, ㉢'으로 고쳐야 한다.
② O — ㉠은 $n = 1$일 때 $l = 0$이라는 규칙에 맞고, ㉢은 $l = 1$일 때 가능한 $m_l$이 3개라는 규칙에 맞는다.
③ X — ㉡은 틀리고 옳은 ㉠이 빠져 있다. '㉡, ㉢'은 '㉠, ㉢'으로 고쳐야 한다.
④ X — ㉡을 포함하고 있어 틀리다. '㉠, ㉡, ㉢'은 '㉠, ㉢'으로 고쳐야 한다.

### 오답 포인트

㉡에서 전자구름의 모양이 다르면 에너지도 다르다고 판단하기 쉽다. 그러나 수소 원자에서는 에너지가 $n$에만 의존하므로, (나)의 $2s$ 상태와 (다)의 $2p$ 상태는 에너지가 같다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $0 \le l \le n-1$로 궤도 양자수를 정하고, 수소 원자의 에너지는 $n$만 비교한다. 자기 양자수의 개수는 $2l+1$로 판단한다.

### 암기 포인트

수소 원자는 같은 $n$이면 같은 에너지이고, 주어진 $l$에서 자기 양자수는 $2l+1$개이다.

NoteBase

**문 11. 속도 25 m/s로 달리는 차가 정지해 있던 차를 스쳐 지나갈 때 정지해 있던 차가 $10\text{m/s}^2$의 가속도로 출발하였다면 두 차는 몇 초 후에 만나겠는가?**

① 2초

② 3초

③ 4초

④ 5초

**정답 4번**

**출제 포인트**

같은 지점에서 출발한 등속 운동 물체와 등가속도 운동 물체의 위치를 시간에 관한 식으로 나타내고, 두 위치가 다시 같아지는 시각을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

등속 운동하는 차의 속도: $25\text{m/s}$
정지 상태에서 출발한 차의 초속도: $0\text{m/s}$
정지 상태에서 출발한 차의 가속도: $10\text{m/s}^2$
두 차는 $t = 0$일 때 같은 위치에 있으며, 구하는 것은 출발 후 다시 만나는 시각이다.

**사용할 공식**

등속 운동의 위치는 $x = vt$, 등가속도 운동의 위치는 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$이다. 두 차가 만날 때 같은 출발점으로부터의 이동 거리가 같으므로 두 위치식을 같게 놓는다.

**계산 과정**

등속 운동하는 차의 이동 거리는 $x_1 = 25t$이다.
정지 상태에서 출발한 차의 이동 거리는 $x_2 = \frac{1}{2} \times 10t^2 = 5t^2$이다.
두 차가 만나는 조건은
$25t = 5t^2$
이므로 $5t(t - 5) = 0$이다. $t = 0$은 두 차가 처음 같은 지점에 있던 순간이므로, 출발 후 다시 만나는 시각은 $t = 5\text{s}$이다.

NoteBase

### 선지 판단

① X — ‘2초’일 때 두 차의 이동 거리는 각각 50m, 20m로 같지 않다. 틀린 표현 ‘2초’는 ‘5초’로 고쳐야 한다.
② X — ‘3초’일 때 두 차의 이동 거리는 각각 75m, 45m로 같지 않다. 틀린 표현 ‘3초’는 ‘5초’로 고쳐야 한다.
③ X — ‘4초’일 때 두 차의 이동 거리는 각각 100m, 80m로 같지 않다. 틀린 표현 ‘4초’는 ‘5초’로 고쳐야 한다.
④ O — ‘5초’일 때 두 차가 모두 125m를 이동하므로 다시 만난다.

### 오답 포인트

상대속도를 단순히 일정하다고 보고 거리를 나누면 안 된다. 정지해 있던 차의 속도는 시간에 따라 증가하므로 두 차의 속도가 같아지는 2.5s와 위치가 같아져 다시 만나는 5s를 구분해야 한다. 또한 방정식의 해 $t = 0$은 처음 스쳐 지나간 순간이므로 ‘몇 초 후’의 답에서 제외한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

같은 출발점에서 움직이는 두 물체가 만나는 시각은 각 물체의 위치식을 세운 뒤 위치를 같게 놓아 구한다.
방정식에 $t = 0$이 포함되면 출발 순간인지 다시 만나는 순간인지 문제의 표현과 대조한다.

### 암기 포인트

만남 조건은 속도가 아니라 위치가 같은 것이다. 등속 운동은 $x = vt$, 정지 상태에서 시작하는 등가속도 운동은 $x = \frac{1}{2}at^2$이다.

NoteBase

**문 12. 질량이 50 kg인 사람이 엘리베이터를 탔다. 엘리베이터의 중력 가속도가 $9.8\text{m/s}^2$이라면, 다음 중 이 사람의 몸무게가 가장 무겁게 측정될 때는?**

① 엘리베이터가 $0.5\text{m/s}^2$의 가속도로 내려가고 있을 때

② 엘리베이터가 $0.5\text{m/s}^2$의 가속도로 올라가고 있을 때

③ 엘리베이터가 등속으로 내려가고 있을 때

④ 엘리베이터가 등속으로 올라가고 있을 때

**정답 2번**

### 출제 포인트

이 문제는 엘리베이터의 가속도 방향에 따라 사람이 바닥을 누르는 힘, 즉 저울에 측정되는 수직항력이 어떻게 달라지는지를 판단하는 문제이다.

### 조건 정리

사람의 질량은 $m = 50\text{kg}$, 중력 가속도는 $g = 9.8\text{m/s}^2$, 엘리베이터의 가속도 크기는 $a = 0.5\text{m/s}^2$이다. 구해야 하는 값은 겉보기 무게인 수직항력 $N$이다. 속도의 방향이 아니라 가속도의 방향이 겉보기 무게를 결정한다.

### 사용할 공식

위쪽을 양의 방향으로 잡으면 운동 방정식은 $N - mg = ma$이다. 따라서 위쪽 가속에서는 $N = m(g + a)$, 아래쪽 가속에서는 $N = m(g - a)$, 등속 운동에서는 $a = 0$이므로 $N = mg$이다. 저울은 사람에게 작용하는 수직항력의 크기를 측정하므로 이 공식을 사용한다.

### 계산 과정

위쪽 가속일 때는 $N = 50(9.8 + 0.5) = 515\text{N}$이다. 아래쪽 가속일 때는 $N = 50(9.8 - 0.5) = 465\text{N}$이다. 등속 운동일 때는 가속도가 0이므로 $N = 50 \times 9.8 = 490\text{N}$이다. 따라서 측정값이 가장 큰 경우는 위쪽으로 가속할 때이다.

NoteBase

**선지 판단**

① X — 아래쪽으로 $0.5\text{m/s}^2$의 가속도가 생기면 측정값은 465N으로 작아진다. 틀린 표현은 '가장 무겁게 측정'된다는 판단이며, 올바르게는 위쪽으로 가속할 때 가장 무겁게 측정된다.
② O — 위쪽으로 $0.5\text{m/s}^2$의 가속도가 생기면 측정값은 515N으로 네 경우 중 가장 크다.
③ X — 등속으로 내려갈 때는 가속도가 0이므로 측정값은 490N이다. 틀린 표현은 내려가는 운동 자체가 측정값을 최대로 만든다는 판단이며, 올바르게는 등속 운동의 측정값은 정지 상태와 같다.
④ X — 등속으로 올라갈 때도 가속도가 0이므로 측정값은 490N이다. 틀린 표현은 올라가는 운동 자체가 측정값을 최대로 만든다는 판단이며, 올바르게는 위쪽으로 가속해야 측정값이 커진다.

**오답 포인트**

'올라간다·내려간다'라는 속도 방향과 '위로 가속한다·아래로 가속한다'라는 가속도 방향을 혼동하기 쉽다. ③과 ④처럼 등속이면 이동 방향과 관계없이 가속도가 0이므로 겉보기 무게는 모두 $mg$이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 가속도 방향을 확인한 뒤, 위쪽 가속이면 $N = m(g + a)$, 아래쪽 가속이면 $N = m(g - a)$, 등속이면 $N = mg$를 적용한다.

**암기 포인트**

위로 가속하면 무겁게, 아래로 가속하면 가볍게, 등속이면 원래 무게로 측정된다.

NoteBase

**문 13. 마찰을 무시할 수 있는 얼음판 위에서, 질량 40 kg인 어린이는 10 m/s의 속력으로, 질량 60 kg인 어른은 5 m/s의 속력으로 마주보며 달려오다가 정면으로 충돌하였다. 충돌 직후 두 사람이 껴안았다면 다음 중 두 사람의 속력(m/s)은?**

① 0.5 m/s

② 1 m/s

③ 2 m/s

④ 4 m/s

**정답 2번**

**출제 포인트**

두 사람이 충돌 후 한 덩어리처럼 움직이는 완전비탄성충돌에서 운동량 보존 법칙을 이용해 공통 속력을 구하는 문제이다.

**조건 정리**

어린이의 질량과 속력: $40kg$, $10m/s$
어른의 질량과 속력: $60kg$, $5m/s$
두 사람은 서로 마주보며 달리므로 속도의 방향이 반대이다. 어린이의 운동 방향을 양(+)으로 두면 어린이의 속도는 $+10m/s$, 어른의 속도는 $-5m/s$이다.
충돌 직후 껴안았으므로 두 사람의 합성 질량은 $100kg$이고 공통 속도 $v$로 움직인다.

**사용할 공식**

외력이 무시되는 충돌에서는 충돌 전후의 전체 운동량이 보존된다.
$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$
마찰을 무시할 수 있어 수평 방향 외력이 없고, 충돌 후 두 사람이 붙어서 함께 움직이므로 이 공식을 사용한다.

**계산 과정**

어린이의 진행 방향을 양(+)으로 정해 운동량의 방향을 부호로 나타낸다.
$40 \times 10 + 60 \times (-5) = 100v$
$400 - 300 = 100v$
$v = 1m/s$
따라서 두 사람은 어린이가 달리던 방향으로 $1m/s$의 속도로 움직이며, 속력은 $1m/s$이다.

NoteBase

### 선지 판단

① X — ‘$0.5m/s$’는 운동량 보존식으로 얻은 $1m/s$와 다르다. 올바르게는 $1m/s$이다.
② O — 전체 운동량은 $100kg \cdot m/s$, 합성 질량은 $100kg$이므로 속력은 $1m/s$이다.
③ X — ‘$2m/s$’는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 반대 방향의 운동량을 빼서 $1m/s$이다.
④ X — ‘$4m/s$’는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 각 속력을 단순 비교하지 않고 질량을 곱한 운동량의 합을 합성 질량으로 나누어 $1m/s$로 구한다.

### 오답 포인트

‘마주보며’라는 조건을 놓치면 두 속도를 같은 부호로 넣게 된다. 속력은 음수가 아니지만 운동량을 계산할 때는 서로 반대인 속도의 방향을 반드시 부호로 구분해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

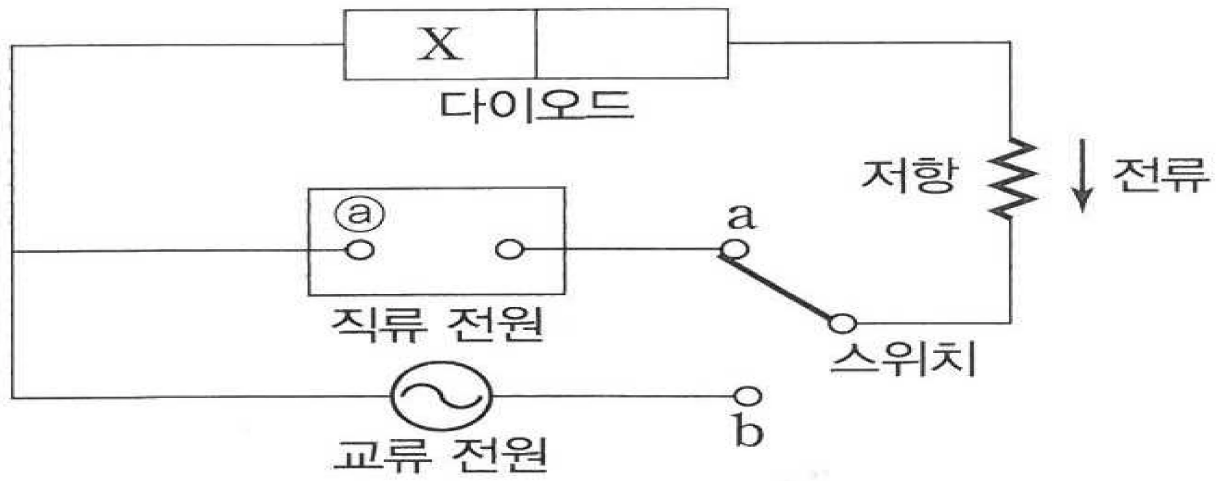
먼저 한쪽 방향을 양(+)으로 정하고 각 물체의 속도에 부호를 붙인다. 충돌 후 붙으면 전체 운동량을 두 물체의 합성 질량으로 나누며, 마지막에 속도의 절댓값을 취해 속력을 판단한다.

### 암기 포인트

붙는 충돌에서는 운동량은 보존되지만 운동에너지는 보존되지 않는다. 공통 속도는 ‘부호를 포함한 전체 운동량 ÷ 합성 질량’이다.

NoteBase

**문 14. 다음 그림은 p-n 접합 다이오드, 직류 전원, 교류 전원, 스위치, 저항을 이용하여 회로를 구성하고 스위치를 a에 연결하였더니 저항에 화살표 방향으로 전류가 흐르는 것을 나타낸 것이다. X는 p형 반도체와 n형 반도체 중 하나이다. 다음 중 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?**




<보기>

㉠ 직류 전원의 단자 ⓐ는 (+)극이다.

㉡ X는 p형 반도체이다.

㉢ 스위치를 b에 연결하면 저항에 흐르는 전류의 방향은 변한다.

① ㉠, ㉡

② ㉠, ㉢

③ ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉡, ㉢

**정답 1번**

**출제 포인트**

저항의 전류 방향에서 직류 전원의 극성과 다이오드의 p-n 배치를 역으로 판단하고, 교류 전원에 연결했을 때 다이오드가 전류를 한 방향으로만 통과시키는 정류 작용을 이해하는 문제이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① O
스위치가 a에 있을 때 저항의 전류가 아래쪽이므로 회로의 전류는 직류 전원의 ⓐ 단자에서 나와 다이오드의 X 쪽에서 반대쪽으로 흐른다. 따라서 ⓐ는 (+)극이고, 순방향 전류가 p형에서 n형으로 흐르므로 X는 p형이다. 또한 교류 전원에 연결하면 반대 방향의 반주기에는 다이오드가 역방향 바이어스되어 전류가 차단되므로 저항의 전류 방향은 바뀌지 않는다. 옳은 것은 ㉠과 ㉡이다.

② X
㉢을 옳다고 포함하고 ㉡을 제외한 것이 잘못이다. 틀린 표현 '㉠, ㉢'은 '㉠, ㉡'으로 고쳐야 한다.

③ X
㉢을 옳다고 포함하고 ㉠을 제외한 것이 잘못이다. 틀린 표현 '㉡, ㉢'은 '㉠, ㉡'으로 고쳐야 한다.

④ X
㉢을 옳다고 포함한 것이 잘못이다. 틀린 표현 '㉠, ㉡, ㉢'은 '㉠, ㉡'으로 고쳐야 한다.

### 오답 포인트

교류 전원에서는 전원의 극성이 반주기마다 바뀌지만, 다이오드는 순방향 반주기의 전류만 통과시킨다. 따라서 저항에는 한 방향의 맥동 전류가 흐르며, 전류의 방향이 번갈아 바뀐다고 판단하면 ㉢을 잘못 고르게 된다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

먼저 표시된 전류 방향을 회로 전체에 따라가 전류가 나오는 직류 전원 단자를 (+)극으로 정한다. 이어서 순방향 전류가 p형에서 n형으로 흐른다는 기준으로 다이오드의 양쪽을 판별한다. 교류 연결에서는 다이오드가 한쪽 반주기만 통과시키므로 부하의 전류 방향은 일정하다고 판단한다.

### 암기 포인트

다이오드의 순방향 전류는 p형에서 n형으로 흐르고, 교류를 한 방향의 맥동 전류로 바꾼다.

NoteBase

**문 15. 다음 중 파동의 회절에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?**

① 회절은 호이겐스의 원리로 설명할 수 있다.

② 회절은 슬릿의 폭이 넓을수록 잘 일어난다.

③ 회절은 파동의 파장이 짧을수록 잘 일어난다.

④ 빛에 의해 나타난 물체의 그림자는 회절현상으로 볼 수 있다.

**정답 1번**

**출제 포인트**

회절의 원리와 회절이 뚜렷해지는 조건인 파장과 슬릿 폭의 관계를 묻는 문제이다.

**핵심 개념**

회절은 파동이 좁은 틈을 통과하거나 장애물의 가장자리를 지날 때 직진 경로의 뒤쪽까지 퍼져 나가는 현상이다. 호이겐스의 원리에 따르면 파면의 각 점이 새로운 구면파의 파원이 되므로 회절을 설명할 수 있다. 회절은 슬릿 폭이 파장과 비슷하거나 그보다 작을수록 뚜렷하고, 같은 슬릿에서는 파장이 길수록 잘 나타난다.

**선지별 해설**

① O — 호이겐스의 원리는 파면 위의 각 점에서 발생한 2차 파동의 합으로 다음 파면이 만들어진다고 본다. 따라서 틈이나 장애물 가장자리에서 파동이 퍼지는 회절을 설명할 수 있다.
② X — 틀린 표현은 '슬릿의 폭이 넓을수록'이다. 올바르게는 파장이 일정할 때 슬릿의 폭이 좁아져 파장과 비슷하거나 그보다 작을수록 회절이 잘 일어난다.
③ X — 틀린 표현은 '파장이 짧을수록'이다. 올바르게는 슬릿의 폭이 일정할 때 파장이 길수록 회절이 잘 일어난다.
④ X — 틀린 표현은 '물체의 그림자는 회절현상'이라는 부분이다. 올바르게는 그림자의 형성은 빛의 직진성과 물체에 의한 차단으로 설명하며, 회절은 그림자 경계에서 빛이 휘어 들어가 경계가 흐려지는 현상과 관련된다.

**오답 포인트**

②와 ③은 회절의 조건을 반대로 제시한다. 회절의 정도는 파장에 대한 슬릿 폭의 상대적 크기로 판단하며, '좁은 슬릿·긴 파장'일수록 회절이 뚜렷하다. ④에서는 그림자의 형성 자체와 그림자 가장자리의 회절을 구분해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 슬릿 폭과 파장의 상대적 크기를 비교한다. 슬릿 폭이 파장에 가까워질수록, 또는 같은 슬릿에서 파장이 길어질수록 파동이 더 넓게 퍼진다고 판단한다.

NoteBase

**암기 포인트**

회절은 ‘좁은 틈, 긴 파장’에서 뚜렷하며 호이겐스의 원리로 설명된다.

NoteBase

**문 16. 다음 중 다이오드에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?**

① 전류가 흐를 때 접합면을 통해 p형 반도체의 전자와 n형 반도체의 양공이 서로 반대 방향으로 이동한다.

② p형 반도체와 n형 반도체를 접합하여 만든 소자이다.

③ 고주파 속의 저주파 성분만을 검출하는 작용을 한다.

④ p형 반도체 쪽에 (+)극, n형 반도체 쪽에 (-)극을 연결해야만 전류가 흐른다.

**정답 1번**

**출제 포인트**

다이오드의 구조, 순방향 바이어스, 전하 운반자의 이동 및 정류·검파 작용을 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

다이오드는 p형 반도체와 n형 반도체를 접합한 소자이다. p형의 다수 운반자는 양공이고 n형의 다수 운반자는 전자이다. p형에 (+)극, n형에 (-)극을 연결하는 순방향 바이어스에서는 양공과 전자가 접합면을 향해 서로 반대 방향으로 이동하여 전류가 흐른다.

**선지별 해설**

① X — 틀린 표현은 'p형 반도체의 전자와 n형 반도체의 양공'이다. 순방향 전류의 주된 운반자는 p형 반도체의 양공과 n형 반도체의 전자이며, 이들이 접합면을 가로질러 서로 반대 방향으로 이동한다.
② O — 다이오드는 p형 반도체와 n형 반도체를 접합하여 만든 반도체 소자이다.
③ O — 다이오드는 한쪽 방향으로 전류를 잘 흐르게 하는 정류 작용을 하므로, 고주파 반송파에 실린 저주파 신호 성분을 꺼내는 검파에 이용된다.
④ O — 정상적인 순방향 도통에서는 p형 쪽에 (+)극, n형 쪽에 (-)극을 연결해야 장벽이 낮아져 전류가 흐른다. 반대로 연결하면 공핍층과 장벽이 커져 전류가 거의 흐르지 않는다.

**오답 포인트**

①은 이동 방향 자체보다 전하 운반자의 종류를 바꾸어 놓은 선지이다. p형에는 양공, n형에는 전자가 다수 운반자라는 점을 놓치면 옳은 설명처럼 보일 수 있다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

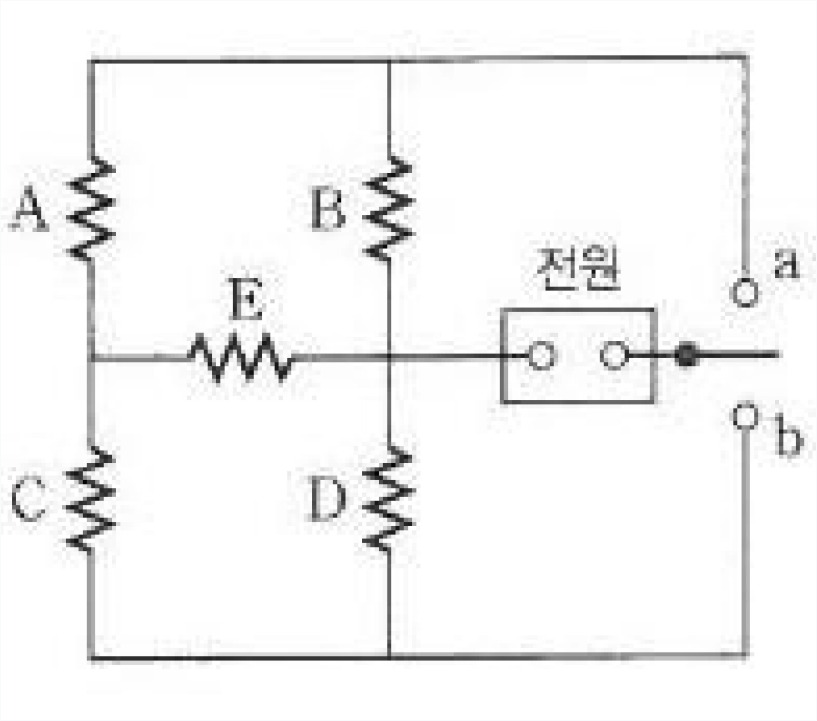
먼저 'p형=양공, n형=전자'를 대응시킨다. 이어서 p형 (+), n형 (-)이면 순방향 바이어스이므로 공핍층이 얇아지고 다수 운반자가 접합면을 넘어 전류가 흐른다고 판단한다.

**암기 포인트**

p형의 다수 운반자는 양공, n형의 다수 운반자는 전자이며, p(+)-n(-) 연결이 순방향이다.

NoteBase

**문 17. 다음 그림은 저항 A, B, C, D, E와 전압이 일정한 전원, 스위치로 회로를 구성한 것을 나타낸 것이다. 저항 A~E의 저항값은 각각 $2R$, $2R$, $3R$, $3R$, $12R$이다. 스위치를 a, b에 각각 연결할 때, 총 저항값은 각각 $R_a$, $R_b$이다. 다음 중 $\frac{R_a}{R_b}$는?**




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

**정답 3번**

**출제 포인트**

스위치가 연결되는 단자에 따라 전원에서 바라본 직렬·병렬 연결을 다시 정리하고, 두 합성저항의 비를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

저항값은 $A = B = 2R$, $C = D = 3R$, $E = 12R$이다.
스위치를 a에 연결하면 전원은 위쪽 도선과 B·D의 중간 접점 사이에 연결되고, b에 연결하면 B·D의 중간 접점과 아래쪽 도선 사이에 연결된다.
구해야 할 값은 $R_a/R_b$이다.

NoteBase

### 사용할 공식

직렬 연결은 $R_{\text{s}} = R_1 + R_2$, 병렬 연결은 $R_{\text{p}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$를 사용한다. 각 스위치 위치에서 같은 두 접점 사이에 놓인 가지는 병렬이고, 가지 안에서 중간 접점에 다른 갈래가 없으면 직렬이기 때문이다.

### 계산 과정

1. a에 연결할 때 C와 D는 직렬이므로 $C + D = 6R$이다. 이것과 E가 병렬이므로
$R_{CD \parallel E} = \frac{(6R)(12R)}{6R + 12R} = 4R$
이다. 이 저항에 A를 직렬로 더하면 $6R$이고, 그 가지가 B와 병렬이므로
$R_a = \frac{(6R)(2R)}{6R + 2R} = \frac{3}{2}R$
이다.
2. b에 연결할 때 A와 B는 직렬이므로 $A + B = 4R$이다. 이것과 E가 병렬이므로
$R_{AB \parallel E} = \frac{(4R)(12R)}{4R + 12R} = 3R$
이다. 이 저항에 C를 직렬로 더하면 $6R$이고, 그 가지가 D와 병렬이므로
$R_b = \frac{(6R)(3R)}{6R + 3R} = 2R$
이다.
3. 따라서
$\frac{R_a}{R_b} = \frac{\frac{3}{2}R}{2R} = \frac{3}{4}$
이다.

### 선지 판단

① X — 계산 결과는 1/2이 아니라 3/4이다.
② X — 계산 결과는 2/3이 아니라 3/4이다.
③ O — $R_a = 3R/2$, $R_b = 2R$이므로 그 비는 3/4이다.
④ X — 계산 결과는 4/5가 아니라 3/4이다.

### 오답 포인트

스위치 위치만 바뀌었는데도 같은 직렬·병렬 구조라고 보는 것이 함정이다. a에서는 먼저 C와 D를 직렬로 묶지만, b에서는 먼저 A와 B를 직렬로 묶어야 한다. 또한 마지막에는 $R_a/R_b$의 분자와 분모를 바꾸지 않아야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

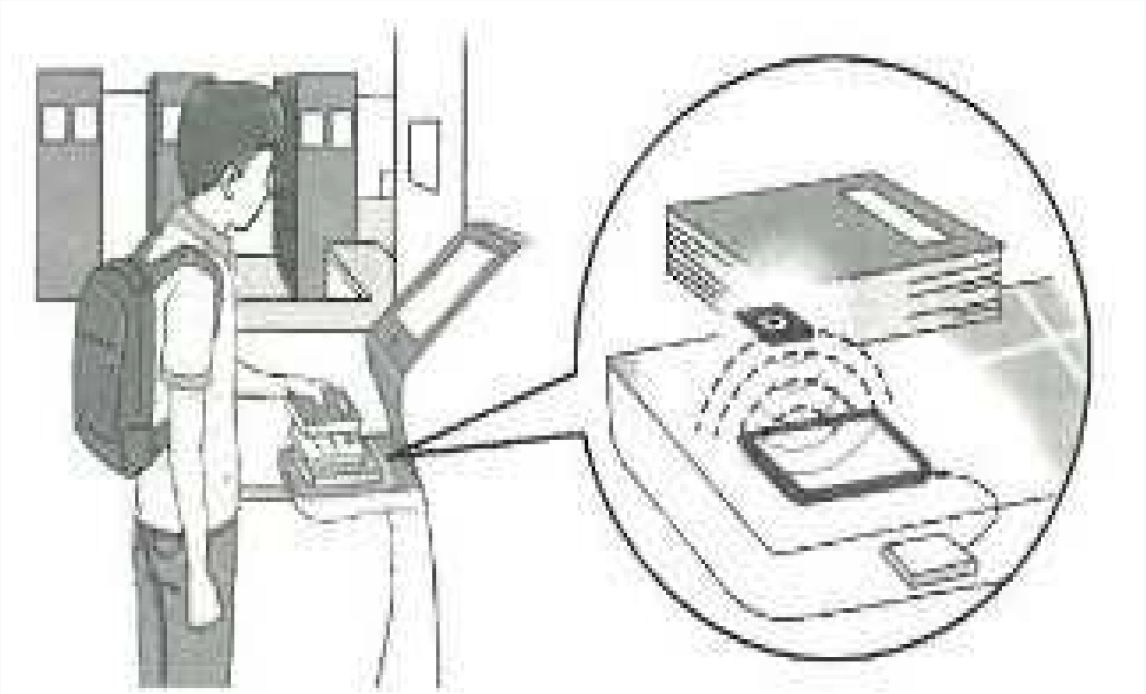
스위치가 연결된 두 단자를 합성저항의 양 끝으로 정한 뒤, 갈래가 없는 중간 접점은 직렬로 묶고 같은 두 접점을 공유하는 가지는 병렬로 묶는다. 스위치 위치마다 회로를 따로 단순화한 후 요구된 순서대로 비를 계산한다.

### 암기 포인트

직렬은 중간에 갈림이 없고, 병렬은 양 끝의 두 접점이 같다.

NoteBase

**문 18. 다음 그림은 도서관에서 학생이 RFID 도서 반납 시스템을 이용하여 여러권의 책을 한 번에 반납할 때 도서 반납 시스템의 작동 원리를 나타낸 것이다. 다음 중 이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 모두 고른 것은?**



<보기>

㉠ 리더는 자외선을 이용하여 태그의 정보를 읽는다.

㉡ 책에 부착된 태그에는 책을 식별할 수 있는 정보가 담겨 있다.

㉢ 정보를 주고받을 때 태그와 리더에는 전자기파 공명 현상이 일어난다.

① ㉠

② ㉠, ㉡

③ ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉡, ㉢

**정답 3번**

**출제 포인트**

RFID가 태그에 저장된 식별 정보를 전파로 읽고, 리더와 태그의 공명 조건을 이용해 신호를 주고받는 원리를 묻는 문제이다.

NoteBase

### 핵심 개념

RFID는 무선 주파수의 전자기파를 이용하여 태그에 저장된 정보를 비접촉 방식으로 식별하는 기술이다. 도서에 붙인 태그에는 책의 식별 정보가 저장되며, 리더와 태그의 회로를 해당 주파수에 맞추면 공명에 의해 에너지와 신호를 효율적으로 주고받을 수 있다. 자외선은 전자기파의 한 종류이지만 RFID 리더가 태그를 읽는 데 사용하는 파가 아니다.

### 선지별 해설

① X — ㉠만 고른 선택지이다. ㉠의 '자외선'이 틀렸으며, 올바르게는 리더가 무선 주파수의 전자기파를 이용해 태그 정보를 읽는다.
② X — ㉡은 맞지만 ㉠이 틀렸으므로 옳은 설명만을 고른 조합이 아니다. '㉠, ㉡'이 아니라 '㉡, ㉢'이 올바른 조합이다.
③ O — ㉡과 ㉢은 모두 옳다. 태그에는 책의 식별 정보가 담겨 있고, 리더와 태그는 동조된 전자기적 공명을 이용해 정보를 주고받는다.
④ X — ㉡과 ㉢은 맞지만 ㉠이 포함되어 틀린 조합이다. '㉠, ㉡, ㉢'이 아니라 '㉡, ㉢'이 올바른 조합이다.

### 오답 포인트

'무선으로 읽는다'는 말 때문에 빛의 한 종류인 자외선을 떠올리기 쉽지만, RFID의 RF는 무선 주파수를 뜻한다. 또한 복수 정답 조합형에서는 옳은 진술이 들어 있어도 틀린 진술 ㉠이 하나 포함되면 그 선택지 전체가 틀린다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

RFID 문제에서는 먼저 태그의 저장 정보와 리더가 사용하는 전파를 구분한다. 태그에는 식별 정보가 저장되고, 리더는 무선 주파수의 전자기파와 공명·동조를 이용해 그 정보를 읽는다고 판단한다.

### 암기 포인트

RFID는 자외선이 아니라 무선 주파수 전자기파이며, 태그에는 식별 정보가 저장되고 리더와 태그는 공명·동조로 신호를 주고받는다.

NoteBase

**문 19. 빛을 금속에 쬐어서 전자가 방출될 때, 다음 중 에너지가 가장 큰 것은?**

① 적외선

② γ선

③ 자외선

④ X선

**정답 2번**

**출제 포인트**

광전 효과에서 입사 광자의 진동수가 클수록 광자 에너지와 방출 전자의 최대 운동에너지가 커진다는 점을 묻는 문제이다.

**조건 정리**

같은 금속에 서로 다른 전자기파를 비춘다. 금속의 일함수는 일정하므로 각 전자기파의 진동수를 비교하면 된다. 진동수의 크기는 적외선 < 자외선 < X선 < γ선 순이다.

**사용할 공식**

광자 에너지는 $E = hf$이고, 방출 전자의 최대 운동에너지는 $K_{\max} = hf - \phi$이다. 여기서 $h$는 플랑크 상수, $f$는 빛의 진동수, $\phi$는 금속의 일함수이다. 같은 금속에서는 $\phi$가 일정하므로 $f$가 가장 큰 빛이 전자에 가장 큰 에너지를 전달한다.

**선지 판단**

① X — 적외선은 네 전자기파 중 진동수가 가장 작으므로 광자 에너지도 가장 작다. '에너지가 가장 큰 것은 적외선'이라는 판단은 틀리며, 올바르게는 γ선이 가장 크다.
② O — γ선은 네 전자기파 중 진동수가 가장 크므로 $E = hf$에 따라 광자 에너지가 가장 크고, 같은 금속에서 방출되는 전자의 최대 운동에너지도 가장 크다.
③ X — 자외선은 적외선보다 진동수가 크지만 X선과 γ선보다는 작다. 따라서 가장 큰 에너지를 갖는다는 표현은 틀리며, 올바르게는 γ선이 가장 크다.
④ X — X선은 자외선보다 진동수가 크지만 γ선보다는 작다. 따라서 가장 큰 에너지를 갖는다는 표현은 틀리며, 올바르게는 γ선이 가장 크다.

**오답 포인트**

빛의 세기와 진동수를 혼동하기 쉽다. 광전 효과에서 전자 한 개의 최대 운동에너지를 결정하는 것은 빛의 세기가 아니라 광자 한 개의 에너지, 즉 진동수이다. 또한 X선보다 γ선의 진동수가 더 크다는 전자기파 순서를 정확히 구분해야 한다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

같은 금속에 여러 종류의 빛을 비추는 문제에서는 $K_{max} = hf - \phi$를 세우고, 일함수 $\phi$는 같으므로 진동수 $f$가 가장 큰 전자기파를 고른다.

**암기 포인트**

광자 에너지는 진동수에 비례한다. 적외선 < 자외선 < X선 < γ선 순으로 에너지가 커진다.

NoteBase

**문 20. 다음 <보기>는 여러 가지 빛의 현상을 나타낸 것이다. 빛의 파동성으로만 설명이 가능한 것은?**

<보기>
㉠ 빛의 간섭 현상
㉡ 빛의 직진 현상
㉢ 빛의 회절 현상
㉣ 빛의 광전 효과

① ㉠, ㉡
② ㉠, ㉢
③ ㉡, ㉣
④ ㉢, ㉣

**정답 2번**

**출제 포인트**

빛의 간섭·회절과 직진·광전 효과를 구분하고, 빛의 파동성을 직접 보여 주는 현상을 고르는 문제이다.

**핵심 개념**

간섭은 둘 이상의 빛의 파동이 중첩되어 세기가 강해지거나 약해지는 현상이다. 회절은 빛이 좁은 틈을 지나거나 장애물의 가장자리를 지날 때 휘어져 퍼지는 현상이다. 두 현상은 빛의 파동성으로 설명된다. 반면 광전 효과는 빛이 에너지를 가진 광자로 작용한다는 입자성을 보여 준다. 빛의 직진은 균일한 매질에서 빛이 곧게 진행하는 현상으로, 빛의 파동성만을 입증하는 현상은 아니다.

**선지별 해설**

① X — ㉠ 간섭은 파동성으로 설명되지만, ㉡ 직진은 파동성으로만 설명되는 현상이 아니다. ㉡을 ㉢ 회절로 고치면 옳은 조합이 된다.
② O — ㉠ 간섭과 ㉢ 회절은 각각 파동의 중첩과 퍼짐으로 나타나는 대표적인 파동 현상이다.
③ X — ㉡ 직진은 파동성만의 증거가 아니며, ㉣ 광전 효과는 빛의 입자성을 보여 준다. ㉡, ㉣을 ㉠, ㉢으로 고치면 옳다.
④ X — ㉢ 회절은 파동 현상이지만, ㉣ 광전 효과는 입자성으로 설명된다. ㉣을 ㉠ 간섭으로 고치면 옳은 조합이 된다.

**오답 포인트**

빛과 관련된 모든 현상을 파동성의 증거로 묶는 것이 함정이다. 특히 ㉣ 광전 효과는 빛이 파동처럼 보이는 현상이 아니라, 광자가 전자에 에너지를 전달하는 입자적 현상이다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

겹쳐서 밝고 어두운 무늬가 생기면 간섭, 틈이나 모서리 뒤로 퍼지면 회절이므로 파동성으로 판단한다. 전자가 방출되면 광전 효과이므로 입자성으로 판단한다.

**암기 포인트**

간섭·회절은 파동성, 광전 효과는 입자성이다.

NoteBase