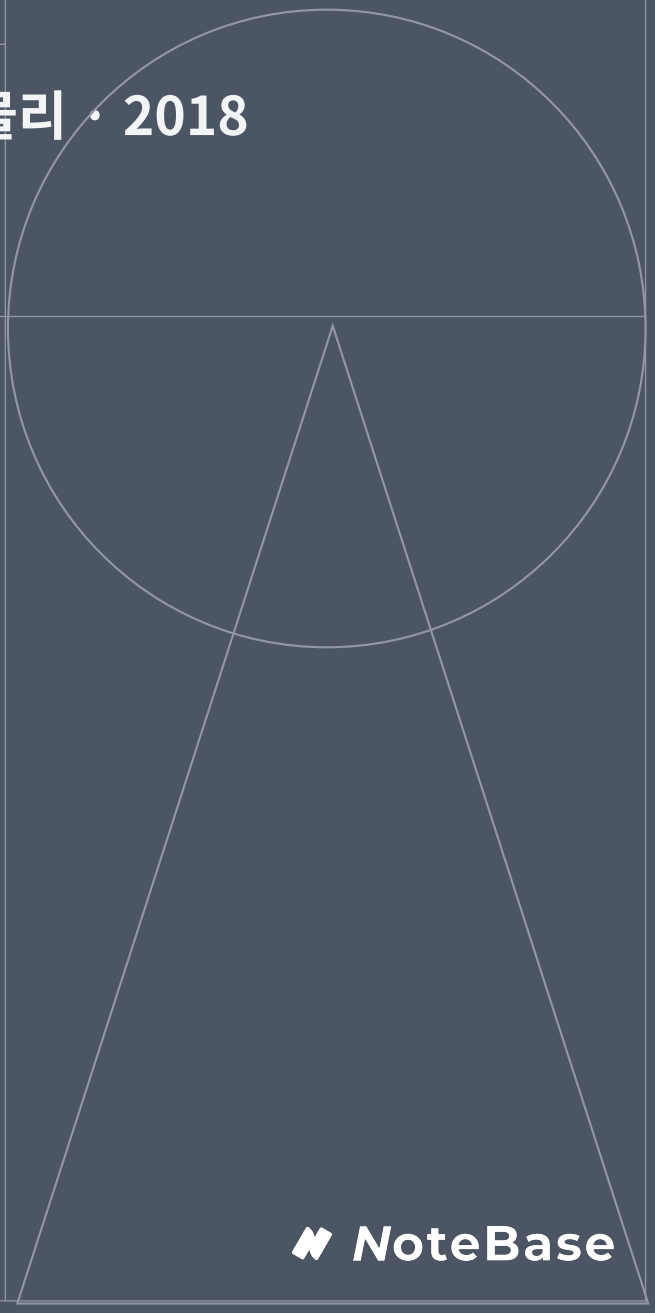
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2018



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2018

공무원/지방직/9급 경력 · 물리 · 2018

문 1. 다음은 일상에서 사용되는 전자기파의 예를 설명한 것으로 ㄱ ~ ㄷ의 특성을 옳게 짝지은 것은?

> ㄱ. 휴대전화와 같은 통신기기나 전자레인지에 사용된다.
> ㄴ. 물질에 쉽게 흡수되므로 물질을 가열하며, 비접촉 온도계에 사용된다.
> ㄷ. 에너지가 높아 생체조직과 유기체를 쉽게 투과하며, 공항에서 가방 속 물건을 검사하는 데 사용된다.

	ㄱ	ㄴ	ㄷ
①	마이크로파	적외선	X선
②	마이크로파	자외선	X선
③	자외선	적외선	γ선
④	적외선	자외선	X선

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전자기파의 종류를 일상생활의 용도와 정확히 연결할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

마이크로파: 통신과 전자레인지에 이용되는 전자기파이다.
적외선: 물질에 흡수되어 열에너지로 바뀌기 쉬우며, 물체가 방출하는 적외선을 감지하는 비접촉 온도계에 이용된다.
X선: 에너지가 높고 투과력이 커서 인체 내부 촬영이나 공항 수하물 검사에 이용된다.
따라서 ㄱ은 마이크로파, ㄴ은 적외선, ㄷ은 X선이다.

선지별 해설

① O — ㄱ을 마이크로파, ㄴ을 적외선, ㄷ을 X선으로 짝지어 세 설명과 모두 일치한다.
② X — ㄴ을 자외선으로 짝지은 부분이 틀리다. 물질에 잘 흡수되어 가열 효과를 내고 비접촉 온도계에 이용되는 것은 적외선이다. 올바르게는 '마이크로파－적외선－X선'이다.
③ X — ㄱ을 자외선, ㄷ을 γ선으로 짝지은 부분이 틀리다. 휴대전화 통신과 전자레인지에는 마이크로파가, 공항 수하물 검사에는 X선이 이용된다. 올바르게는 '마이크로파－적외선－X선'이다.
④ X — ㄱ을 적외선, ㄴ을 자외선으로 짝지은 부분이 틀리다. ㄱ은 마이크로파이고 ㄴ은 적외선이다. 올바르게는 '마이크로파－적외선－X선'이다.

NoteBase

오답 포인트

③의 γ선은 X선보다 일반적으로 에너지가 큰 전자기파라는 점 때문에 '높은 에너지와 투과력'이라는 표현만 보고 고르기 쉽다. 그러나 공항에서 가방 속 물건을 검사하는 대표적인 전자기파는 X선이다. 또한 비접촉 온도계는 물체가 방출하는 적외선을 감지한다.

다시 나오면 이렇게 판단

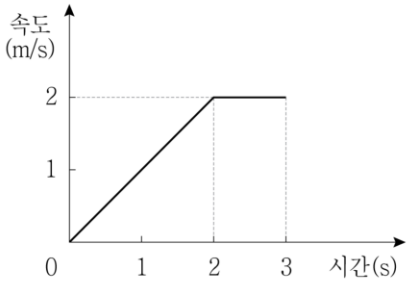
용도의 대표 키워드로 구별한다. 통신·전자레인지는 마이크로파, 열 감지·비접촉 온도계는 적외선, 인체 내부·수하물 투과 검사는 X선으로 판단한다.

암기 포인트

마이크로파는 통신·조리, 적외선은 열 감지, X선은 투과 검사이다.

NoteBase

문 2. 그림은 직선 운동하는 물체의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다. 이 물체의 운동에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 0초에서 2초까지 등가속도 운동을 한다.
② 0초에서 2초까지 이동한 거리가 2초에서 3초까지 이동한 거리보다 크다.
③ 0초부터 2초까지 평균속력은 1 m/s이다.
④ 1초일 때 가속도의 크기는 1 m/s^{2}이다.

정답 2번

출제 포인트

속도-시간 그래프의 기울기로 가속도를, 그래프 아래 넓이로 이동 거리를 구하고 평균속도를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 0초에서 2초까지 속도가 0m/s에서 2m/s로 일정하게 증가하고, 2초에서 3초까지 속도가 2m/s로 일정하다.
구해야 할 값: 각 구간의 가속도와 이동 거리, 0초에서 2초까지의 평균속도이다.
주의할 조건: 이동 거리는 속도-시간 그래프 아래 넓이이며, 이 문항은 옳지 않은 설명을 고르는 문제이다.

사용할 공식

가속도는 속도-시간 그래프의 기울기이므로 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$이다.
이동 거리는 속도-시간 그래프 아래 넓이이므로 $s = \int v dt$이다.
평균속도는 v_avg=변위시간이다.
속도가 모두 양수이므로 이 문제에서는 변위의 크기와 이동 거리가 같다.

계산 과정

1. 0초에서 2초까지 가속도는 $a = \frac{2-0}{2-0} = 1 m/s^2$이다.
2. 0초에서 2초까지 이동 거리는 삼각형의 넓이이므로 $s_1 = \frac{1}{2} \times 2 \times 2 = 2m$이다.
3. 2초에서 3초까지 이동 거리는 직사각형의 넓이이므로 $s_2 = 2 \times 1 = 2m$이다.
4. 0초에서 2초까지 평균속도는 $v_{avg} = \frac{2}{2} = 1 m/s$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 0초에서 2초까지 속도-시간 그래프의 기울기가 일정하게 $1m/s^2$이므로 등가속도 운동을 한다.
② X — '0초에서 2초까지 이동한 거리가 더 크다'는 표현이 틀렸다. 두 구간의 그래프 아래 넓이는 각각 $2m$이므로, 올바르게는 0초에서 2초까지 이동한 거리와 2초에서 3초까지 이동한 거리가 같다.
③ O — 0초에서 2초까지의 이동 거리 $2m$를 시간 $2s$로 나누면 평균속도는 $1m/s$이다.
④ O — 1초는 기울기가 일정한 0~2초 구간에 있으므로 그때 가속도의 크기는 $1m/s^2$이다.

오답 포인트

②에서 시간 구간이 0~2초로 더 길다는 이유만으로 이동 거리도 더 크다고 판단하기 쉽다. 이동 거리는 시간축의 길이만이 아니라 속도-시간 그래프 아래 넓이로 비교해야 하며, 삼각형 넓이와 직사각형 넓이는 모두 $2m$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

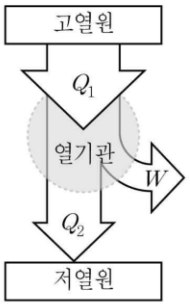
속도-시간 그래프에서는 기울기로 가속도, 그래프 아래 넓이로 이동 거리, 전체 이동 거리를 전체 시간으로 나눈 값으로 평균속도를 판단한다. 마지막에는 문제의 '옳지 않은'이라는 부정형을 다시 확인한다.

암기 포인트

속도-시간 그래프는 기울기=가속도, 넓이=변위이다. 속도가 한 방향으로 양수이면 넓이는 이동 거리와도 같다.

NoteBase

문 3. 그림은 고열원에서 500 kJ의 열을 흡수하여 W의 일을 하고 저열원으로 300 kJ의 열을 방출하는 열기관을 모식적으로 나타낸 것이다. 이 열기관의 열효율[%]은?



① 20 ② 30
③ 40 ④ 50

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 열기관이 고열원에서 흡수한 열 중 얼마를 일로 바꾸었는지 열효율을 이용해 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 고열원에서 흡수한 열은 $Q_1 = 500kJ$, 저열원으로 방출한 열은 $Q_2 = 300kJ$이다.
구해야 할 값: 열기관의 열효율 η이다.
주의할 조건: 열효율의 분모는 방출한 열이 아니라 고열원에서 흡수한 열 Q_1이다.

사용할 공식

열기관의 에너지 보존식은 $Q_1 = W + Q_2$이므로 $W = Q_1 - Q_2$이다.
열효율은 $\eta = \frac{W}{Q_1} \times 100\%$이다.
흡수한 열 가운데 일로 전환된 비율이 열효율이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 열기관이 한 일은 $W = 500kJ - 300kJ = 200kJ$이다.
2. 열효율은 $\eta = \frac{200kJ}{500kJ} \times 100\% = 40\%$이다.
3. 계산 결과 40%이므로 ③에 해당한다.

선지 판단

① X — 20%는 계산 결과 40%와 다르다. ①의 20을 40으로 고치면 옳다.
② X — 30%는 계산 결과 40%와 다르다. ②의 30을 40으로 고치면 옳다.
③ O — $W = 200kJ$이고 $W/Q_1 = 200/500 = 0.4$이므로 열효율은 40%이다.
④ X — 50%는 계산 결과 40%와 다르다. ④의 50을 40으로 고치면 옳다.

NoteBase

오답 포인트

흡수열과 방출열의 차 200kJ만 구하고 멈추거나, 열효율의 분모를 Q_2 또는 다른 값으로 잡으면 틀린다. 이 문제에서는 먼저 $W = Q_1 - Q_2$를 구한 뒤 반드시 흡수열 Q_1으로 나눈다.

다시 나오면 이렇게 판단

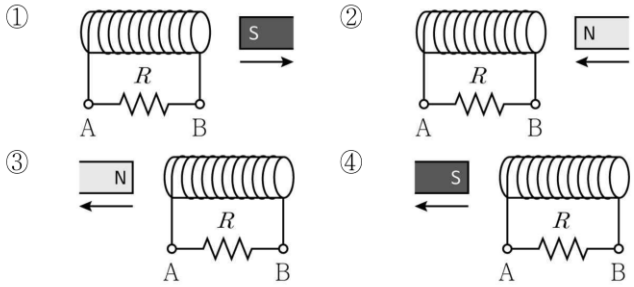
열기관 문제는 $W = Q_1 - Q_2$로 일을 구한 다음 $\eta = W/Q_1$에 대입하고, 마지막에 100을 곱해 백분율로 판단한다.

암기 포인트

열효율은 '나온 일/들어온 열'이므로 $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100\%$이다.

NoteBase

문 4. 그림처럼 솔레노이드 근처에서 막대자석을 움직였을 때, 솔레노이드에 유도되어 저항 R에 흐르는 전류의 방향이 A→R→B가 아닌 것은?



정답 4번

출제 포인트

자석의 극과 운동 방향을 보고 렌츠 법칙으로 솔레노이드의 유도 자기장 방향을 정한 뒤, 그림의 감긴 방향에서 유도 전류의 방향을 판단하는 문제이다. 그림의 솔레노이드에서 전류가 A→R→B로 흐르면 왼쪽 끝은 S극, 오른쪽 끝은 N극이 된다.

선지별 해설

① O

S극이 솔레노이드의 오른쪽에서 멀어지므로 솔레노이드는 감소하는 자기 선속을 유지하기 위해 S극을 끌어당긴다. 따라서 오른쪽 끝이 N극이 되어야 하며, 전류는 A→R→B로 흐른다.

② O

N극이 솔레노이드의 오른쪽으로 다가오므로 솔레노이드는 자기 선속의 증가를 방해하도록 N극을 밀어낸다. 따라서 오른쪽 끝이 N극이 되어야 하며, 전류는 A→R→B로 흐른다.

③ O

N극이 솔레노이드의 왼쪽에서 멀어지므로 솔레노이드는 N극을 끌어당겨야 한다. 따라서 왼쪽 끝이 S극이 되어야 하며, 전류는 A→R→B로 흐른다.

④ X

S극이 솔레노이드의 왼쪽에서 멀어지므로 솔레노이드는 S극을 끌어당기기 위해 왼쪽 끝이 N극이 되어야 한다. A→R→B로 흐를 때의 왼쪽 끝은 S극이므로 제시된 방향은 틀리다. 올바르게는 전류가 B→R→A로 흐른다.

NoteBase

오답 포인트

자석이 멀어질 때 솔레노이드가 자석을 밀어낸다고 판단하기 쉽다. 렌츠 법칙은 운동 자체가 아니라 자기 선속의 변화를 방해하므로, 다가오는 자석은 밀어내고 멀어지는 자석은 끌어당긴다. 특히 ③과 ④는 자석이 솔레노이드의 왼쪽에 있으므로 어느 끝의 극을 정하는지까지 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

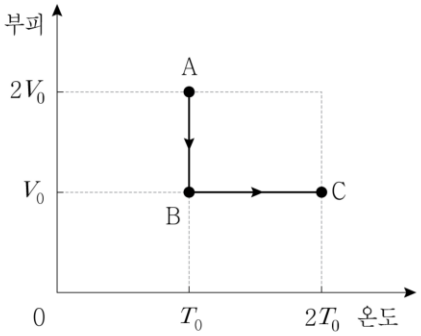
먼저 자석이 다가오면 같은 극으로 밀어내고, 멀어지면 반대 극으로 끌어당기도록 솔레노이드 가까운 쪽 끝의 극을 정한다. 그다음 양 끝이 서로 반대 극임을 이용하고, 오른손 감기 법칙을 적용하여 회로의 전류 방향을 결정한다.

암기 포인트

다가오면 밀어내고, 멀어지면 끌어당긴다. 그림의 감긴 방향에서는 A→*R*→B일 때 왼쪽 S극·오른쪽 N극이다.

NoteBase

문 5. 그림은 일정량의 이상 기체 상태가 A→B→C를 따라 변화할 때 부피와 온도의 관계를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① A→B 과정에서 기체가 한 일은 0이다.
② A→B 과정에서 기체의 압력은 2배가 된다.
③ B→C 과정에서 내부에너지는 일정하다.
④ A→B 과정에서는 열을 흡수하고 B→C 과정에서는 열을 방출한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 부피-온도 도식에서 각 과정의 온도와 부피 변화를 읽고, 일정량의 이상 기체에 대해 $PV = nRT$와 내부에너지가 온도만의 함수라는 사실을 적용하는 문제이다. A→B는 온도가 일정하고 부피가 절반으로 줄어드는 등온 압축이며, B→C는 부피가 일정하고 온도가 2배가 되는 등적 가열이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

A→B에서는 온도가 일정하므로 내부에너지 변화는 0이지만, 부피가 감소하는 압축 과정이므로 기체가 한 일은 0이 아니다. 틀린 표현 '기체가 한 일은 0이다'는 '기체가 한 일은 음수이다'로 고쳐야 한다.

② O

A와 B의 온도는 모두 T_0이므로 $PV = nRT$에 따라 압력은 부피에 반비례한다. 부피가 $2V_0$에서 V_0로 절반이 되므로 압력은 2배가 된다.

③ X

B→C에서는 부피가 일정하지만 온도가 T_0에서 $2T_0$로 증가한다. 이상 기체의 내부에너지는 온도에 따라 증가하므로 일정하지 않다. 틀린 표현 '내부에너지는 일정하다'는 '내부에너지는 증가한다'로 고쳐야 한다.

④ X

A→B는 등온 압축이므로 내부에너지 변화가 0이고, 외부가 기체에 일을 한 만큼 기체는 열을 방출한다. B→C는 등적 가열이므로 기체가 한 일은 0이고 내부에너지가 증가하여 열을 흡수한다. 따라서 틀린 표현은 두 과정의 열 출입을 서로 바꾼 것이며, 올바르게는 'A→B에서는 열을 방출하고 B→C에서는 열을 흡수한다'이다.

오답 포인트

①은 '등온이면 내부에너지 변화가 0'이라는 사실을 '기체가 한 일이 0'인 것으로 혼동하게 만든다. 또한 ④는 등온 압축과 등적 가열의 열 출입 방향을 서로 뒤바꾼 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

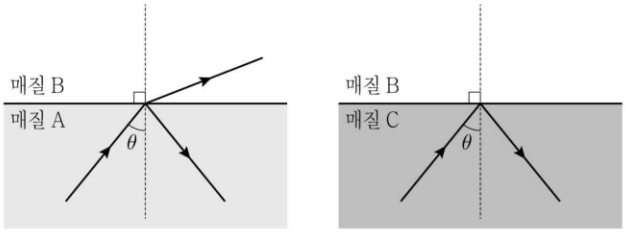
부피-온도 도식에서는 먼저 각 구간의 일정한 상태량을 찾는다. 온도가 일정하면 이상 기체의 내부에너지 변화는 0이고, 부피가 일정하면 기체가 한 일은 0이다. 압력 변화는 $P = nRT/V$로 판단하고, 열의 출입은 열역학 제1법칙과 과정의 방향을 함께 적용한다.

암기 포인트

등온 과정은 $\Delta U = 0$, 등적 과정은 $W = 0$이다. 등온 압축은 방열, 등적 가열은 흡열이다.

NoteBase

문 6. 그림 (가)는 단색광이 매질 A에서 매질 B로 입사각 θ로 입사할 때 반사하는 일부의 빛과 굴절하는 일부의 빛의 진행 경로를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 같은 단색광이 매질 C에서 매질 B로 입사각 θ로 입사할 때 매질의 경계면에서 모두 반사되는 빛의 진행 경로를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



(가) (나)

① 단색광의 속력은 A에서보다 C에서 더 크다.
② 매질 A의 굴절률이 가장 크다.
③ (나)에서 임계각은 θ보다 작다.
④ 매질 A에서 매질 C로 같은 단색광을 입사각 θ로 입사하면 전반사가 일어난다.

정답 3번

출제 포인트

같은 입사각 θ에서 A→B 경계에서는 굴절이 일어나고 C→B 경계에서는 전반사가 일어나는 도식을 이용하여 임계각, 굴절률, 빛의 속력의 관계를 판단하는 문제이다. 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 진행할 때 입사각이 임계각보다 크면 전반사가 일어난다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- C→B에서는 전반사가 일어나지만 A→B에서는 굴절이 일어나므로 C의 임계각이 A의 임계각보다 작고, 따라서 C의 굴절률이 A의 굴절률보다 크다. 빛의 속력은 굴절률에 반비례하므로 C에서의 속력이 더 작다.
- 틀린 표현 ‘A에서보다 C에서 더 크다’는 ‘A에서보다 C에서 더 작다’로 고쳐야 한다.

② X
- A와 C에서 B로 진행하는 상황이므로 A와 C의 굴절률은 B보다 크다. 또한 같은 입사각에서 C→B만 전반사하므로 굴절률의 순서는 $n_C > n_A > n_B$이다.
- 틀린 표현 ‘매질 A의 굴절률이 가장 크다’는 ‘매질 C의 굴절률이 가장 크다’로 고쳐야 한다.

③ O
- (나)에서는 전반사가 일어났으므로 입사각 θ가 C와 B 사이의 임계각보다 크다. 따라서 (나)의 임계각은 θ보다 작다.

④ X
- 굴절률은 $n_C > n_A$이므로 A에서 C로 진행하는 빛은 굴절률이 작은 매질에서 큰 매질로 진행한다. 전반사는 굴절률이 큰 매질에서 작은 매질로 진행할 때만 가능하므로 전반사가 일어나지 않는다.
- 틀린 표현 ‘전반사가 일어난다’는 ‘C 쪽으로 굴절하며 전반사는 일어나지 않는다’로 고쳐야 한다.

오답 포인트

(나)에 반사광만 그려졌다는 사실을 단순한 반사로 보거나, 전반사가 일어나는 매질에서 빛의 속력이 더 크다고 거꾸로 판단하기 쉽다. 전반사가 일어난 C→B의 임계각이 같은 입사각 θ보다 작다는 점이 정답을 가르는 단서이다.

다시 나오면 이렇게 판단

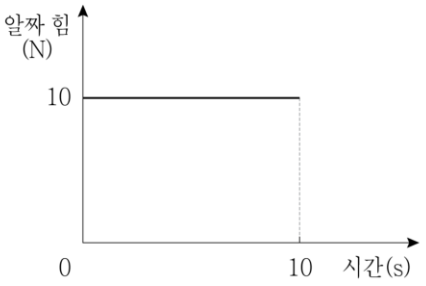
먼저 전반사한 경계와 굴절한 경계를 구분한다. 같은 입사각에서 전반사한 쪽의 임계각이 더 작고 입사 매질의 굴절률은 더 크다. 마지막으로 $v = c/n$을 적용하여 굴절률이 클수록 빛의 속력은 작다고 판단한다.

암기 포인트

전반사는 큰 굴절률에서 작은 굴절률로 진행할 때 일어나며, 전반사 조건은 ‘입사각 > 임계각’이다. 굴절률이 클수록 빛의 속력은 작다.

NoteBase

문 7. 그림은 질량이 5 kg인 정지한 물체에 작용하는 알짜힘을 시간에 대해 나타낸 것이다. 알짜힘이 작용하는 동안 물체의 운동 방향은 변하지 않는다. 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 0에서 10초까지 물체가 받은 충격량의 크기는 100 N · s 이다.
ㄴ. 0에서 10초까지 물체의 운동량의 크기는 일정하다.
ㄷ. 10초에서 물체의 속력은 20 m/s이다.

① ㄴ ② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

힘-시간 그래프에서 충격량을 구하고, 충격량-운동량 관계와 뉴턴의 제2법칙을 이용해 운동량 및 속도의 변화를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량은 $5kg$, 알짜힘은 0초부터 10초까지 운동 방향으로 일정하게 $10N$이다.
초기 상태: 물체는 정지해 있으므로 $v_0 = 0$이고 $p_0 = 0$이다.
주의할 조건: 알짜힘의 방향이 운동 방향과 같으므로 속도와 운동량의 크기는 증가한다.

사용할 공식

충격량은 힘-시간 그래프 아래의 넓이이므로 $J = F\Delta t = \Delta p$이다.
가속도는 $a = F/m$, 등가속도 운동의 속도는 $v = v_0 + at$이다.
힘이 일정하고 운동 방향과 같으므로 이 공식들로 충격량, 운동량 변화 및 10초 후 속도를 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 0초부터 10초까지의 충격량은 $J = 10N \times 10s = 100N \cdot s$이므로 ㄱ은 옳다.
2. $\Delta p = J = 100N \cdot s$이고 초기 운동량이 0이므로 운동량의 크기는 일정하지 않고 0에서 $100kg \cdot m/s$까지 증가한다. 따라서 ㄴ은 옳지 않다.
3. 가속도는 $a = F/m = 10N/(5kg) = 2m/s^2$이다. 따라서 10초 후 속력은 $v = 0 + (2m/s^2)(10s) = 20m/s$이므로 ㄷ은 옳다.

결국 옳은 것은 ㄱ과 ㄷ이다.

선지 판단

① X — 'ㄴ만 옳다'는 조합이 틀리다. 알짜힘이 작용하므로 운동량의 크기는 증가하며, 올바른 조합은 ㄱ과 ㄷ이다.

② X — 'ㄷ만 옳다'는 조합이 틀리다. ㄷ뿐 아니라 힘-시간 그래프의 넓이가 $100N \cdot s$이므로 ㄱ도 옳다. 올바른 조합은 ㄱ과 ㄷ이다.

③ X — 'ㄱ, ㄴ'은 틀린 조합이다. ㄱ은 옳지만 ㄴ은 옳지 않고, 10초 후 속력이 $20m/s$이므로 ㄷ이 옳다. 올바른 조합은 ㄱ과 ㄷ이다.

④ O — ㄱ과 ㄷ이 모두 옳고 ㄴ은 옳지 않으므로 정확한 조합이다.

오답 포인트

알짜힘의 크기가 일정하다는 조건을 운동량의 크기가 일정하다는 뜻으로 오해하기 쉽다. 일정한 힘은 운동량을 일정하게 만드는 것이 아니라 운동량을 시간에 따라 일정한 비율로 증가시킨다. 또한 충격량은 그래프의 높이 $10N$만 읽는 것이 아니라 그래프 아래의 넓이 $10N \times 10s$로 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

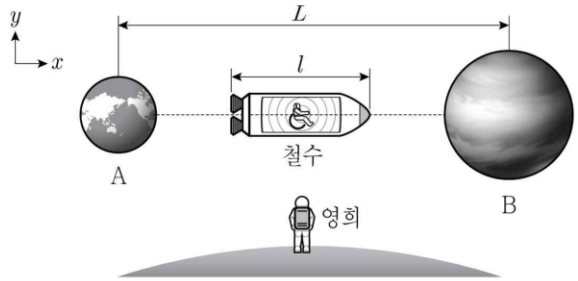
힘-시간 그래프에서는 먼저 그래프 아래의 넓이로 충격량을 구하고, $J = \Delta p$로 운동량 변화를 판단한다. 속력이 필요하면 $a = F/m$를 구한 뒤 $v = v_0 + at$를 적용하고 단위를 검산한다.

암기 포인트

힘-시간 그래프의 넓이는 충격량이고, 충격량은 운동량의 변화량이다. 운동 방향의 일정한 알짜힘은 속력과 운동량의 크기를 증가시킨다.

NoteBase

문 8. 그림은 행성 A에서 행성 B를 향해 일정한 속도로 움직이는 우주선을 나타낸 것이다. 우주선은 광속에 가까운 속도로 운동하고 있으며, 철수는 우주선내에 있고, 영희와 행성 A, B는 우주선 밖에 정지해 있다. 영희가 측정한 A와 B 사이의 거리와 우주선의 x방향의 길이는 각각 L과 l이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 행성 A와 우주선, 행성 B는 동일 선상에 있으며, 우주선은 $+x$방향으로 운동한다)



ㄱ. 철수가 측정한 A와 B 사이의 거리는 L보다 짧다.
ㄴ. 철수가 측정한 우주선의 x축 방향의 길이는 l보다 짧다.
ㄷ. 영희가 관찰한 철수의 시간은 영희 자신의 시간보다 느리게 간다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

특수 상대성 이론의 길이 수축과 시간 지연을 서로 다른 관성계에서 올바르게 적용하는 문제이다.

조건 정리

영희의 관성계에서는 행성 A와 B가 정지해 있으므로 두 행성 사이의 고유 길이는 L이다. 우주선은 움직이므로 영희가 측정한 우주선의 길이 l은 수축된 길이이다. 철수의 관성계에서는 우주선이 정지해 있고 두 행성이 움직인다.

사용할 공식

로런츠 인자는 $\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2} > 1$이다. 운동 방향의 길이는 $L_{\text{moving}} = L_0/\gamma$로 수축하고, 움직이는 시계는 정지한 관찰자의 시계보다 느리게 간다.

NoteBase

판단 과정

ㄱ. 철수의 관성계에서는 행성 A와 B가 움직이므로 철수가 측정한 거리는 L/γ이다. 따라서 L보다 짧아 옳다.
ㄴ. 우주선의 고유 길이를 l_0라 하면 영희가 측정한 길이는 $l = l_0/\gamma$이다. 따라서 철수가 측정한 우주선의 길이는 $l_0 = \gamma l > l$이므로 틀리다.
ㄷ. 영희의 관성계에서 철수의 시계는 움직이는 시계이므로 영희는 철수의 시간이 자신의 시간보다 느리게 가는 것으로 관찰한다. 따라서 옳다.

선지 판단

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ은 틀리다. '철수가 측정한 우주선의 길이는 l보다 짧다'가 아니라 'l보다 길다'가 올바른 표현이다.
② O — ㄱ과 ㄷ이 모두 옳고 ㄴ은 틀리므로 옳은 것만 고른 조합이다.
③ X — ㄴ은 틀리고 ㄷ만 옳다. 올바르게는 ㄴ을 제외하고 ㄷ을 포함해야 한다.
④ X — ㄴ이 틀리므로 세 진술이 모두 옳은 조합이 아니다. 올바르게는 ㄱ과 ㄷ만 옳다.

오답 포인트

길이 수축은 물체가 움직이는 관성계에서 측정한 운동 방향의 길이에 적용된다. l은 철수가 측정한 우주선의 고유 길이가 아니라 영희가 측정한 수축 길이라는 점을 놓치면 ㄴ을 옳다고 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

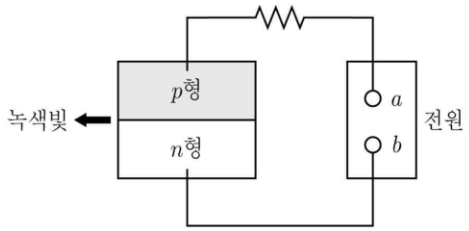
먼저 각 대상이 어느 관성계에서 정지해 있는지 확인한다. 정지한 관성계에서 잰 길이는 고유 길이이고, 다른 관성계에서 움직이는 대상의 길이는 운동 방향으로 수축한다. 시계도 관찰자에 대해 움직이면 느리게 가는 것으로 관찰된다.

암기 포인트

고유 길이가 가장 길고, 움직이는 물체의 길이는 수축하며, 움직이는 시계는 느리게 간다.

NoteBase

문 9. 그림은 전압이 일정한 전원장치에 연결되어 녹색 단색광을 방출하는 $p-n$ 발광다이오드(LED)를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① a 단자는 (+)극이다.
② LED 내부에서 전자와 양공이 결합한다.
③ 전원 장치를 반대로 연결하면 불이 들어오지 않는다.
④ 파란빛이 방출되는 다이오드는 그림의 다이오드보다 에너지 띠 간격(띠틈)이 더 작다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 도식에서 *p*형과 *n*형 반도체의 전원 연결을 읽고, LED의 순방향 바이어스·전자와 양공의 결합·빛의 에너지와 띠 간격의 관계를 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① O — 그림에서 *p*형 반도체는 *a* 단자에, *n*형 반도체는 *b* 단자에 연결되어 있다. LED가 발광하려면 순방향 바이어스가 걸려야 하므로 *p*형 쪽의 *a* 단자가 (+)극이다.

② O — 순방향 바이어스가 걸리면 전자와 양공이 접합부에서 결합하고, 그 과정에서 에너지 차이가 빛으로 방출된다.

③ O — 전원 장치를 반대로 연결하면 LED에 역방향 바이어스가 걸려 전류가 거의 흐르지 않으므로 불이 들어오지 않는다.

④ X — '파란빛을 방출하는 다이오드의 에너지 띠 간격이 더 작다'는 표현이 틀렸다. 광자 에너지는 $E = hf = hc/\lambda$이므로 파란빛은 녹색빛보다 파장이 짧고 광자 에너지가 크다. 올바르게는 파란빛을 방출하는 다이오드의 에너지 띠 간격이 그림의 녹색 LED보다 더 크다.

오답 포인트

④에서 빛의 파장과 에너지를 같은 방향으로 생각하기 쉽다. 하지만 파장이 짧을수록 광자 에너지는 커지므로, 파란빛 LED의 띠 간격은 녹색빛 LED보다 작지 않고 더 크다.

NoteBase

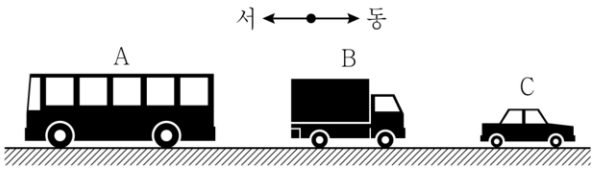
다시 나오면 이렇게 판단

먼저 발광 중인 LED의 p형 쪽이 (+), n형 쪽이 (-)인지 확인한다. 빛깔 비교에서는 $E = hc/\lambda$를 적용하여 파장이 짧은 빛일수록 광자 에너지와 LED의 띠 간격이 크다고 판단한다.

암기 포인트

LED는 p형에 (+), n형에 (-)를 연결할 때 발광하며, 파장이 짧을수록 띠 간격이 크다.

문 10. 그림은 등속 직선 운동하는 자동차 A, B, C를 나타낸 것이다. A는 지면에 대하여 서쪽으로 20 m/s, B는 A에 대하여 동쪽으로 30 m/s, C는 B에 대하여 동쪽으로 20 m/s의 속력으로 운동한다. 지면에 대한 A, B, C의 속력을 각각 v_A, v_B, v_C라고 할 때, 옳지 않은 것은? (단, 처음에 A는 B의 서쪽에, C는 B의 동쪽에 있다)



① $v_A > v_B > v_C$이다.
② v_B는 10 m/s이다.
③ v_C는 30 m/s이다.
④ B와 C 사이의 거리는 점점 멀어진다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 상대속도 관계를 이용하여 각 자동차의 지면에 대한 속도와 속력을 구하고, 두 자동차 사이의 거리 변화를 판단하는 문제이다.

조건 정리

동쪽을 양(+)의 방향으로 정하고, 방향을 포함한 지면 기준 속도를 u_A, u_B, u_C로 나타낸다.
A는 지면에 대하여 서쪽으로 20m/s이므로 $u_A = -20\text{m/s}$이다.
B는 A에 대하여 동쪽으로 30m/s이고, C는 B에 대하여 동쪽으로 20m/s이다.
처음에 A는 B의 서쪽, C는 B의 동쪽에 있다.

사용할 공식

한 물체 X의 Y에 대한 상대속도는 $u_{X/Y} = u_X - u_Y$이다.
상대속도는 관찰 대상의 속도에서 기준 물체의 속도를 빼서 구하므로 이 공식을 사용한다. 문제의 v_A, v_B, v_C는 지면에 대한 속력인 크기이므로 $v_A = |u_A|$, $v_B = |u_B|$, $v_C = |u_C|$로 구한다.

계산 과정

1. B의 A에 대한 상대속도에서 $u_B - u_A = 30\text{m/s}$이다. 따라서 $u_B - (-20) = 30$이므로 $u_B = 10\text{m/s}$이다.
2. C의 B에 대한 상대속도에서 $u_C - u_B = 20\text{m/s}$이다. 따라서 $u_C - 10 = 20$이므로 $u_C = 30\text{m/s}$이다.
3. 지면에 대한 속력은 속도의 크기이므로 $v_A = |u_A| = 20\text{m/s}$, $v_B = |u_B| = 10\text{m/s}$, $v_C = |u_C| = 30\text{m/s}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 실제 속력은 $v_C > v_A > v_B$, 즉 30 > 20 > 10이다. '$v_A > v_B > v_C$'는 틀린 표현이며, 올바르게는 '$v_C > v_A > v_B$'이다.
② O — 계산 결과 B의 지면에 대한 속력은 10m/s이다.
③ O — 계산 결과 C의 지면에 대한 속력은 30m/s이다.
④ O — 처음에 C는 B의 동쪽에 있고, C가 B보다 동쪽으로 20m/s 더 빠르므로 B와 C 사이의 거리는 점점 멀어진다.

오답 포인트

A의 '서쪽으로 20m/s'를 양수로 놓으면 B와 C의 속도가 연쇄적으로 틀어진다. 또한 속도는 방향을 포함하지만 속력은 그 크기라는 점을 구분해야 한다. ①은 $v_A > v_B$까지만 확인하고 $v_B > v_C$도 성립한다고 착각하게 만드는 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

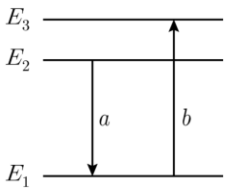
먼저 한 방향을 양(+)으로 정하고, $u_{X/Y} = u_X - u_Y$에 상대속도를 차례로 대입한다. 지면 기준 속도를 모두 구한 뒤 속력은 절댓값으로 비교하고, 거리 변화는 두 물체의 초기 위치와 상대속도의 방향을 함께 확인한다.

암기 포인트

상대속도는 '대상의 속도 - 기준의 속도'이고, 속력은 속도의 절댓값이다. 앞쪽 물체가 같은 방향으로 더 빠르면 두 물체 사이는 멀어진다.

NoteBase

문 11. 그림은 보어의 원자모형에서 에너지준위 E_1, E_2, E_3와 전자가 전이하는 과정 a, b를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 에너지 준위는 불연속적이다.
ㄴ. 과정 a에서 빛이 방출된다.
ㄷ. 출입하는 빛에너지는 과정 a에서가 과정 b에서보다 크다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

보어의 원자 모형에서 에너지 준위가 불연속적이라는 점과 전자의 전이 방향에 따른 빛의 방출·흡수 및 광자 에너지를 판단하는 문제이다. 그림에서 과정 *a*는 E_2에서 E_1로 내려가는 전이이고, 과정 *b*는 E_1에서 E_3로 올라가는 전이이다.

선지별 해설

① X
ㄱ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 ㄱ만 고른 것은 틀리다. 올바르게는 ㄱ과 ㄴ을 모두 골라야 한다.

② X
ㄴ은 옳지만 ㄱ도 옳으므로 ㄴ만 고른 것은 틀리다. 올바르게는 ㄱ과 ㄴ을 모두 골라야 한다.

③ O
ㄱ과 ㄴ은 모두 옳다. 보어의 원자 모형에서 전자가 가질 수 있는 에너지는 불연속적이며, 과정 *a*에서는 전자가 높은 준위 E_2에서 낮은 준위 E_1로 전이하므로 두 준위의 에너지 차이에 해당하는 빛을 방출한다.

④ X
ㄴ은 옳지만 ㄷ은 틀리고, 옳은 ㄱ이 빠져 있다. 과정 *a*에서 방출되는 빛의 에너지는 $E_2 - E_1$이고 과정 *b*에서 흡수되는 빛의 에너지는 $E_3 - E_1$이다. $E_3 > E_2$이므로 $E_2 - E_1 < E_3 - E_1$이다. 따라서 ㄷ의 '과정 *a*에서가 과정 *b*에서보다 크다'는 표현은 틀리며, 올바르게는 과정 *b*에서 출입하는 빛의 에너지가 과정 *a*에서보다 크다.

NoteBase

오답 포인트

화살표가 아래로 향하는 과정 *a*와 위로 향하는 과정 *b*를 모두 빛의 방출로 해석하면 안 된다. 아래쪽 전이는 빛을 방출하고 위쪽 전이는 빛을 흡수한다. 또한 광자 에너지는 화살표 길이 자체가 아니라 두 에너지 준위의 차이로 비교하므로, E_1에서 E_3까지 전이하는 과정 *b*의 빛에너지가 더 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 화살표의 시작과 끝을 확인한다. 높은 준위에서 낮은 준위로 내려가면 에너지 차이만큼 빛을 방출하고, 낮은 준위에서 높은 준위로 올라가면 에너지 차이만큼 빛을 흡수한다. 각 과정의 빛에너지는 $|E_f - E_i|$로 비교한다.

암기 포인트

보어 모형의 에너지 준위는 불연속적이다. 전자는 내려갈 때 빛을 방출하고 올라갈 때 빛을 흡수하며, 빛에너지는 두 준위의 에너지 차이이다.

NoteBase

문 12. 핵반응에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 우라늄 235($^{235}_{92}U$)가 중성자를 흡수한 후 가벼운 원자핵으로 분열한다.
② 수소 핵융합이 일어나면 질량이 증가한다.
③ 핵반응 전후에 질량이 보존된다.
④ 제어봉으로 연쇄 반응이 빠르게 일어나도록 조절한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 핵분열과 핵융합에서 질량과 에너지가 어떻게 변하는지, 그리고 제어봉이 연쇄 반응을 어떻게 조절하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

핵분열: 무거운 원자핵이 중성자를 흡수한 뒤 둘 이상의 가벼운 원자핵으로 쪼개지면서 에너지를 방출하는 반응이다.
핵융합: 가벼운 원자핵들이 결합하여 더 무거운 원자핵이 되면서 에너지를 방출하는 반응이다.
질량 결손: 핵반응 전후에 줄어든 정지 질량이 에너지로 전환되는 현상이다. 질량만 따로 보존되는 것이 아니라 질량과 에너지를 합한 전체가 보존된다.
제어봉: 중성자를 흡수하여 핵분열 연쇄 반응의 속도를 낮추거나 일정하게 유지하는 장치이다.

선지별 해설

① O — 우라늄 ^{235}U가 중성자를 흡수하면 불안정해져 더 가벼운 원자핵들로 분열할 수 있으므로 옳다.
② X — 틀린 표현은 '질량이 증가한다'이다. 수소 핵융합에서는 생성물의 정지 질량이 반응물의 정지 질량보다 작아지며, 그 질량 결손이 에너지로 전환된다.
③ X — 틀린 표현은 '질량이 보존된다'이다. 핵반응에서는 정지 질량만 따로 보존되지 않으며, 질량과 에너지를 합한 전체가 보존된다.
④ X — 틀린 표현은 '연쇄 반응이 빠르게 일어나도록'이다. 제어봉은 중성자를 흡수하여 연쇄 반응의 속도를 낮추거나 일정하게 유지하도록 조절한다.

오답 포인트

②와 ③은 화학 반응에서 익숙한 질량 보존 개념을 핵반응에 그대로 적용하게 만드는 함정이다. ④는 제어봉을 반응 촉진 장치로 착각하게 하지만, 제어봉의 핵심 기능은 중성자 흡수에 의한 반응 억제와 조절이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

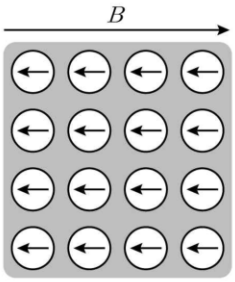
핵분열·핵융합에서 에너지가 방출되면 생성물의 정지 질량은 감소한다고 판단한다. 원자로 장치가 중성자를 흡수한다면 연쇄 반응을 느리게 하거나 일정하게 유지하는 장치로 판단한다.

암기 포인트

핵분열은 무거운 핵이 쪼개지고, 핵융합은 가벼운 핵이 합쳐진다. 둘 다 질량 결손으로 에너지를 방출하며, 제어봉은 중성자를 흡수한다.

NoteBase

문 13. 그림은 균일한 외부 자기장 B 영역에 물체를 넣었을 때, 물체 내부의 원자 자석의 배열을 나타낸 것이다. 원자 자석은 B와 반대 방향으로 정렬한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① B를 제거해도 원자 자석은 오랫동안 정렬을 유지한다.
② 그림과 같은 성질을 갖는 물질로는 철, 니켈, 코발트가 있다.
③ 원자 자석이 존재하는 이유는 원자 내 전자의 운동 때문이다.
④ B가 0일 때, 물체에 자석을 가까이 하면 물체와 자석 사이에는 인력이 작용한다.

정답 3번

출제 포인트

외부 자기장 *B*와 반대 방향으로 원자 자석이 정렬된 도식은 반자성 물질을 나타낸다. 반자성은 외부 자기장에 의해 자기장과 반대 방향의 자기화가 유도되는 성질이다.

선지별 해설

① X - 반자성 물질의 원자 자석 배열은 외부 자기장 때문에 유도된 것이므로 *B*를 제거하면 정렬이 사라진다. 틀린 표현인 '오랫동안 정렬을 유지한다'는 '외부 자기장을 제거하면 정렬을 유지하지 않는다'로 고쳐야 한다.
② X - 철, 니켈, 코발트는 대표적인 강자성 물질이며, 그림처럼 외부 자기장과 반대 방향으로만 자기화되는 반자성 물질이 아니다. 틀린 표현인 '그림과 같은 성질을 갖는다'는 '철, 니켈, 코발트는 강자성을 갖는다'로 고쳐야 한다.
③ O - 원자 자석의 자기 모멘트는 원자 내부 전자의 궤도 운동과 스핀에 따른 자기적 효과에서 생긴다. 따라서 원자 자석이 존재하는 이유를 전자의 운동과 관련짓는 설명은 옳다.
④ X - $B = 0$인 상태의 반자성 물질에 자석을 가까이 하면 자석의 자기장과 반대 방향의 자기화가 유도되어 물체와 자석 사이에 척력이 작용한다. 틀린 표현인 '인력이 작용한다'는 '척력이 작용한다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

그림의 원자 자석이 정렬되어 있다는 사실만 보고 강자성으로 판단하면 안 된다. 정렬 방향이 외부 자기장과 반대라는 점이 반자성의 결정적 단서이며, 반자성의 자기화는 외부 자기장을 제거하면 사라진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

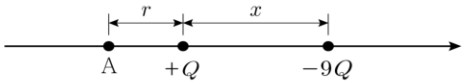
원자 자석의 방향을 외부 자기장 방향과 먼저 비교한다. 반대 방향이면 반자성으로 판단하고, 자기장을 제거하면 자기화가 사라지며 자석과는 척력이 작용한다고 연결한다.

암기 포인트

반자성은 외부 자기장과 반대 방향으로 유도 자기화되고, 자기장을 제거하면 자기화가 사라지며 자석에 밀려난다.

NoteBase

문 14. 그림과 같이 점전하 $+Q$를 고정하고 거리 r인 점에 점전하 A를 두었다. $-9Q$인 점전하를 그림에 표시된 위치에 놓았을 때, 점전하 A가 받는 전기력이 0이 되었다. 거리 x는? (단, 전기력 외의 다른 힘은 모두 무시한다)



① $\frac{1}{2}r$

② r

③ $\frac{3}{2}r$

④ $2r$

정답 4번

출제 포인트

점전하 A에 작용하는 두 전기력의 방향과 크기를 비교하여 알짜 전기력이 0이 되는 거리 x를 구하는 문제이다.

조건 정리

A와 $+Q$ 사이의 거리는 r이다.

$+Q$와 $-9Q$ 사이의 거리는 x이므로, A와 $-9Q$ 사이의 전체 거리는 $r+x$이다.

A의 위치에서 $+Q$와 $-9Q$가 만드는 전기력은 서로 반대 방향이며, 알짜 전기력이 0이 되려면 두 전기력의 크기가 같아야 한다.

사용할 공식

두 점전하 사이의 전기력 크기는 쿨롱 법칙 $F=k\frac{|q_1q_2|}{d^2}$을 따른다. 점전하 A의 전하량을 q_A라 하면 두 힘의 크기가 같다는 조건은

$k\frac{|q_A|Q}{r^2}=k\frac{|q_A|9Q}{(r+x)^2}$

이다. 공통인 k, $|q_A|$, Q는 약분되므로 A의 전하량과 무관하게 거리를 구할 수 있다.

계산 과정

힘의 크기가 같다는 식을 정리하면

$\frac{1}{r^2}=\frac{9}{(r+x)^2}$

이다. 거리는 양수이므로

$(r+x)^2=9r^2, \qquad r+x=3r$

이고, 따라서

$x=2r$

이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $x = \frac{1}{2}r$이면 A와 $-9Q$ 사이의 거리는 $\frac{3}{2}r$이다. 이때 $-9Q$에 의한 힘은 $+Q$에 의한 힘의 4배이므로 상쇄되지 않는다. 틀린 값 $x = \frac{1}{2}r$는 $x = 2r$로 고쳐야 한다.
② X — $x = r$이면 A와 $-9Q$ 사이의 거리는 $2r$이고, 두 힘의 크기 비는 9 : 4이므로 알짜 힘이 0이 아니다. $x = r$가 아니라 $x = 2r$이다.
③ X — $x = \frac{3}{2}r$이면 A와 $-9Q$ 사이의 거리는 $\frac{5}{2}r$이고, 두 힘의 크기 비는 36 : 25이므로 상쇄되지 않는다. $x = \frac{3}{2}r$가 아니라 $x = 2r$이다.
④ O — $x = 2r$이면 A와 $-9Q$ 사이의 거리는 $3r$이다. 전하량의 크기는 9배이고 거리의 제곱도 9배이므로 두 전기력의 크기가 같아져 서로 상쇄된다.

오답 포인트

그림의 x는 A에서 $-9Q$까지의 거리가 아니라 $+Q$에서 $-9Q$까지의 거리이다. 쿨롱 법칙에 $-9Q$까지의 거리를 x로 바로 넣지 않고 반드시 $r + x$로 넣어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

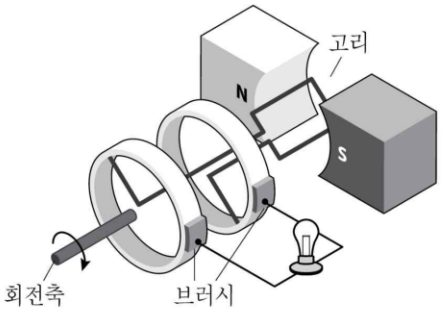
일직선상 전하의 평형 문제에서는 먼저 각 힘의 방향이 반대인지 확인하고, 각 전하 사이의 실제 전체 거리를 표시한 뒤 쿨롱 힘의 크기를 같게 둔다. 전하량의 크기 비가 9배이면 같은 힘을 만드는 거리 비는 그 제곱근인 3배이다.

암기 포인트

쿨롱 힘은 전하량에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다. 전하량 9배는 평형 거리 3배에 대응한다.

NoteBase

문 15. 그림은 발전기의 원리를 도식으로 나타낸 것이다. 사각형 고리는 자석 사이에 있으며 고리와 연결된 회전축이 회전함에 따라 고리가 회전한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 발전기는 역학적 에너지를 전기에너지로 전환시키는 장치이다.
ㄴ. 고리를 통과하는 자기력선속의 변화가 클수록 흐르는 전류의 양이 증가한다.
ㄷ. 이 발전기에서 발생하는 전류의 방향은 일정하게 유지된다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 자석 사이에서 회전하는 고리와 브러시로 이루어진 발전기 도식에서 에너지 전환, 전자기 유도, 유도 전류의 방향 변화를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
ㄱ은 옳다. 발전기는 회전축을 돌리는 역학적 에너지를 전기 에너지로 전환한다. ㄴ도 옳다. 고리를 통과하는 자기 선속이 더 빠르게 변할수록 유도 기전력이 커지고, 회로의 저항이 같다면 흐르는 전류도 커진다. 따라서 옳은 것은 ㄱ, ㄴ이다.

② X
ㄱ은 옳지만 ㄷ은 옳지 않다. 고리가 회전하면 자기 선속 변화의 방향이 반 바퀴마다 바뀌므로 유도 전류의 방향도 주기적으로 바뀐다. 틀린 표현인 'ㄱ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄴ'으로 고쳐야 한다.

③ X
ㄴ은 옳지만 ㄷ은 옳지 않으며, 옳은 ㄱ이 빠져 있다. 발전기는 역학적 에너지를 전기 에너지로 전환하고 발생 전류의 방향은 일정하지 않다. 틀린 표현인 'ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄴ'으로 고쳐야 한다.

④ X
ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ은 옳지 않다. 회전하는 고리에서는 유도 전류의 방향이 주기적으로 반대가 된다. 틀린 표현인 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄴ'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

'회전축이 한 방향으로 계속 회전한다'는 사실과 '전류가 한 방향으로 흐른다'는 사실을 혼동하기 쉽다. 고리가 반 바퀴 회전할 때마다 자기 선속 변화의 방향이 반대로 바뀌므로 유도 전류도 교류처럼 방향이 주기적으로 바뀐다.

다시 나오면 이렇게 판단

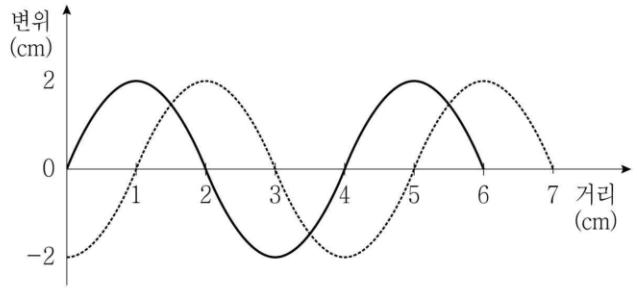
발전기 문제에서는 먼저 역학적 에너지에서 전기 에너지로의 전환을 확인하고, 다음으로 자기 선속의 변화가 클수록 유도 전류가 커진다는 점을 적용한다. 마지막으로 회전하는 고리의 반 바퀴마다 유도 전류의 방향이 바뀌는지 판단한다.

암기 포인트

발전기는 역학적 에너지를 전기 에너지로 바꾸며, 선속 변화가 클수록 전류는 커지고 반 바퀴마다 전류 방향은 바뀐다.

NoteBase

문 16. 그림에서 실선은 어느 파동의 한 순간의 모습을 나타낸 것이다. 0.1초 후에 점선과 같이 이동했다고 할 때, 이 파동의 속력[m/s]은?



① 0.05
② 0.10
③ 0.15
④ 0.20

정답 2번

출제 포인트

파형이 일정 시간 동안 이동한 거리를 같은 위상점에서 읽고, 속력 공식으로 파동의 속력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 시간: $0.1s$

같은 위상점의 이동: 실선의 마루 $x = 1cm$가 점선의 마루 $x = 2cm$로 이동하므로 $1cm$

구해야 할 값: 파동의 속력 m/s

주의할 조건: 진폭 $2cm$나 파장 $4cm$가 아니라, $0.1s$ 동안 파형이 실제로 이동한 거리 $1cm$를 사용한다.

사용할 공식

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

파형 전체가 모양을 유지한 채 이동했으므로 같은 위상점의 이동 거리 Δx를 시간 Δt로 나누어 속력을 구한다.

계산 과정

1. 실선과 점선의 마루를 비교하면 파형은 오른쪽으로 $1cm$ 이동했다.
2. $1cm = 0.01m$로 단위를 바꾼다.
3. 속력을 계산하면 다음과 같다.

$v = \frac{0.01m}{0.1s} = 0.10m/s$

NoteBase

선지 판단

① X — $0.05m/s$이면 $0.1s$ 동안 이동 거리는 $0.5cm$이지만, 그래프의 같은 위상점은 $1cm$ 이동했다. 올바른 속력은 $0.10m/s$이다.
② O — 그래프에서 읽은 이동 거리 $1cm = 0.01m$를 $0.1s$로 나누면 $0.10m/s$이다.
③ X — $0.15m/s$이면 $0.1s$ 동안 $1.5cm$ 이동해야 하므로 그래프의 $1cm$ 이동과 일치하지 않는다. 올바른 속력은 $0.10m/s$이다.
④ X — $0.20m/s$는 진폭 $2cm$를 이동 거리로 잘못 사용하면 나오는 값이다. 진폭이 아니라 파형의 수평 이동 거리 $1cm$를 사용해야 하므로 올바른 속력은 $0.10m/s$이다.

오답 포인트

세로축의 진폭 $2cm$ 또는 한 파장 $4cm$를 이동 거리로 착각하기 쉽다. 파동의 이동 거리는 실선과 점선에서 마루, 골, 같은 방향의 영점처럼 서로 같은 위상점을 골라 수평 위치 차이로 읽는다. 또한 cm/s로 계산한 뒤 m/s로 변환해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

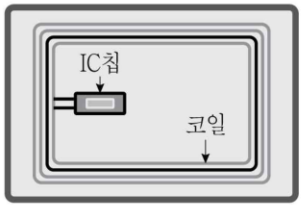
먼저 두 파형에서 같은 위상점의 수평 이동 거리를 읽고, $v = \Delta x/\Delta t$에 대입한 뒤 요구된 단위로 변환한다.

암기 포인트

파동의 속력은 진폭이나 파장 자체가 아니라, 같은 위상점의 이동 거리 ÷ 이동 시간이다.

NoteBase

문 17. 그림은 스마트카드 내부의 모습을 도식으로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 코일은 안테나의 역할을 한다.
ㄴ. 전자기 유도현상에 의해서 코일에 전류가 흐른다.
ㄷ. 교통 카드나 하이패스 카드도 이 원리를 이용한 것이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

스마트카드 내부의 코일이 안테나로 작용하고, 외부의 변화하는 자기장에 의해 유도 전류가 생기는 원리를 도식에서 파악하는 문제이다.

선지별 해설

① X
- ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로, 'ㄱ, ㄴ'만 고른 것은 틀리다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 골라야 한다.

② X
- ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ도 옳다. 외부의 변화하는 자기장에 의해 코일에 유도 기전력이 생겨 전류가 흐르므로, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 골라야 한다.

③ X
- ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳다. 카드 둘레의 코일은 판독기와 신호를 주고받는 안테나 역할을 하므로, 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 골라야 한다.

④ O
- 코일은 안테나 역할을 하고, 전자기 유도로 코일에 전류가 흐르며, 이 비접촉 통신 원리는 교통 카드와 하이패스 카드에도 이용된다. 따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

NoteBase

오답 포인트

코일을 단순한 전선으로 보거나, 전원이 직접 연결되지 않았다는 이유로 전류가 흐르지 않는다고 판단하기 쉽다. 스마트카드의 코일은 안테나이면서 외부 자기장의 변화를 받아 유도 전류를 만드는 부분이므로 ㄱ과 ㄴ이 모두 성립하며, 같은 원리를 이용하는 ㄷ도 함께 골라야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

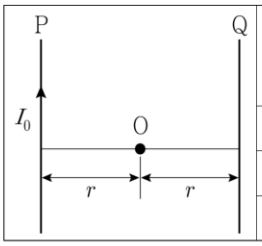
카드 둘레에 감긴 코일과 IC 칩이 보이면 코일의 안테나 기능, 변화하는 자기장에 의한 전자기 유도, 비접촉 정보 교환의 세 요소를 연결하여 판단한다.

암기 포인트

스마트카드의 코일은 '안테나 + 전자기 유도'이며, 교통 카드와 하이패스 카드에 활용된다.

NoteBase

문 18. 그림은 평행하게 놓인 직선 도선 P에 전류 I_0가 흐르고 P로부터 $2r$만큼 떨어진 지점에 도선 Q가 P에 나란하게 놓인 것을 나타낸 것이고, 표는 Q에 흐르는 전류의 크기와 방향, P와 Q 사이의 중심점 O에 형성되는 자기장의 세기를 나타낸 것이다. B_1, B_2, B_3 대소관계로 옳은 것은? (단, P에 흐르는 전류의 방향을 (+)로 하며, 지구자기장은 무시한다)



도선 Q에 흐르는 전류의 크기	도선 Q에 흐르는 전류의 방향	O점에서 자기장의 세기
0		B_1
$2I_0$	+	B_2
I_0	−	B_3

① $B_1 = B_2 > B_3$
② $B_2 > B_1 = B_3$
③ $B_3 > B_1 = B_2$
④ $B_3 > B_2 > B_1$

정답 3번

출제 포인트

긴 직선 도선이 만드는 자기장의 세기와 방향을 구하고, O점에서 두 도선의 자기장을 벡터로 합성하는 문제이다.

조건 정리

P와 Q 사이의 거리는 $2r$이고 O는 두 도선의 중점이므로, O에서 각 도선까지의 거리는 모두 r이다. P에는 항상 I_0의 전류가 (+) 방향인 위쪽으로 흐른다. 오른손 법칙에 따라 P가 O에 만드는 자기장은 종이 안쪽이다. Q의 전류가 위쪽이면 Q가 O에 만드는 자기장은 종이 바깥쪽이고, 아래쪽이면 종이 안쪽이다.

사용할 공식

무한히 긴 직선 도선에서 거리 r만큼 떨어진 점의 자기장 세기는

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

이다. 두 도선에서 O까지의 거리가 같으므로 각 자기장의 세기는 전류의 크기에 비례한다. P가 만드는 자기장의 세기를 $B_0 = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r}$라 두면 세 경우를 간단히 비교할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. Q의 전류가 0일 때에는 P의 자기장만 존재하므로 $B_1 = B_0$이다.
2. Q에 $2I_0$가 (+) 방향으로 흐르면 Q의 자기장은 종이 바깥쪽으로 $2B_0$, P의 자기장은 종이 안쪽으로 B_0이다. 두 자기장이 반대 방향이므로 $B_2 = |2B_0 - B_0| = B_0$이다.
3. Q에 I_0가 (-) 방향으로 흐르면 Q의 자기장은 종이 안쪽으로 B_0이고 P의 자기장과 같은 방향이다. 따라서 $B_3 = B_0 + B_0 = 2B_0$이다.

그러므로 $B_3 > B_1 = B_2$이다.

선지 판단

① X — $B_1 = B_2$까지는 맞지만 B_3가 더 작다는 부분이 틀리다. 올바르게는 $B_3 > B_1 = B_2$이다.
② X — $B_1 = B_3$가 아니며 B_2가 가장 크지도 않다. 올바르게는 $B_3 > B_1 = B_2$이다.
③ O — 계산 결과 $B_1 = B_0$, $B_2 = B_0$, $B_3 = 2B_0$이므로 $B_3 > B_1 = B_2$이다.
④ X — B_3가 가장 큰 것은 맞지만 $B_2 > B_1$이 아니라 $B_2 = B_1$이다. 올바르게는 $B_3 > B_1 = B_2$이다.

오답 포인트

Q에 $2I_0$가 흐르는 경우 전류가 더 크다는 이유만으로 B_2를 가장 크다고 판단하기 쉽다. 그러나 O에서 P와 Q의 자기장 방향이 반대이므로 크기를 더하지 않고 빼야 한다. 반대로 Q의 전류가 (-) 방향이면 두 자기장이 같은 종이 안쪽 방향이 되어 더해진다.

다시 나오면 이렇게 판단

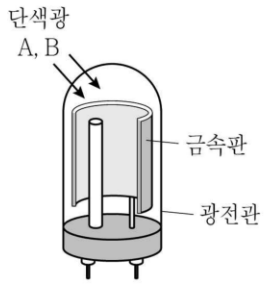
먼저 각 도선에서 관찰점까지의 거리를 확인하고 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$로 개별 자기장의 크기를 구한다. 그다음 오른손 법칙으로 각 방향을 정하여, 같은 방향이면 더하고 반대 방향이면 큰 값에서 작은 값을 뺀다.

암기 포인트

직선 전류의 자기장은 전류에 비례하고 거리에 반비례하며, 최종 세기는 반드시 방향을 판정한 뒤 합성한다.

NoteBase

문 19. 그림은 광전관의 금속판에 단색광 A 또는 B를 비추는 모습을 나타낸 것이다. A를 비추었을 때 금속판에서는 광전자가 방출되었고, B를 비추었을 때는 광전자가 방출되지 않았다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① A의 진동수는 금속판의 문턱진동수보다 작다.
② 파장은 A가 B보다 짧다.
③ 금속판에 A, B를 동시에 비추면 광전자가 방출되지 않는다.
④ 금속판을 비추는 B의 세기를 증가시키면 광전자가 방출될 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

광전 효과에서 빛의 진동수와 금속의 문턱진동수를 비교하고, 진동수와 파장의 관계를 판단하는 문제이다. A를 비추면 광전자가 방출되고 B를 비추면 방출되지 않으므로, 문턱진동수를 f_0라 할 때 $f_A \geq f_0 > f_B$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

A를 비추었을 때 광전자가 방출되었으므로 A의 진동수는 금속판의 문턱진동수보다 작지 않고 $f_A \geq f_0$이다. 틀린 표현은 '문턱진동수보다 작다'이며, 올바르게는 '문턱진동수 이상이다'이다.

② O

빛의 파장은 진동수에 반비례하여 $\lambda = c/f$이다. $f_A > f_B$이므로 $\lambda_A < \lambda_B$이며, A의 파장이 B보다 짧다.

③ X

A의 광자는 문턱 에너지 이상의 에너지를 가지므로 B와 동시에 비추어도 A에 의한 광전자 방출은 일어난다. 틀린 표현은 '광전자가 방출되지 않는다'이며, 올바르게는 'A에 의해 광전자가 방출된다'이다.

④ X

B는 진동수가 문턱진동수보다 작다. B의 세기를 증가시키면 입사하는 광자 수는 늘지만 광자 하나의 에너지 $E = hf_B$는 변하지 않으므로 광전자는 방출되지 않는다. 틀린 표현은 '광전자가 방출될 수 있다'이며, 올바르게는 '세기를 증가시켜도 광전자가 방출되지 않는다'이다.

오답 포인트

광전자의 방출 여부를 빛의 세기로 판단하는 것이 함정이다. 방출 여부는 빛의 진동수가 문턱진동수 이상인지로 결정되며, 문턱진동수보다 낮은 B는 세기만 증가시켜도 광전자를 방출시키지 못한다.

다시 나오면 이렇게 판단

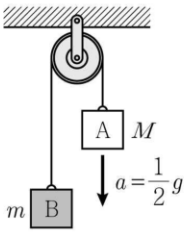
먼저 광전자 방출 여부로 각 빛의 진동수를 문턱진동수와 비교한다. 그다음 파장 비교에는 $\lambda = c/f$를 적용하고, 빛의 세기는 광자 수를 바꿀 뿐 광자 하나의 에너지 hf를 바꾸지 않는다는 기준을 적용한다.

암기 포인트

광전 효과는 '방출 여부는 진동수, 방출되는 광전자 수는 빛의 세기'로 구분한다.

NoteBase

문 20. 그림은 질량이 M인 물체 A와 질량이 m인 물체 B를 도르래와 실을 사용하여 연결하고, A를 가만히 놓았을 때 A가 연직 아래 방향으로 등가속도 운동하는 것을 나타낸 것이다. A의 가속도의 크기는 $\frac{1}{2}g$이다. A, B에 작용하는 알짜힘을 각각 F_A, F_B라 할 때, $F_A : F_B$는? (단, g는 중력 가속도이고, 모든 마찰과 공기 저항, 실의 질량은 무시한다)



① 1 : 2　② 1 : 3
③ 2 : 1　④ 3 : 1

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 도르래로 연결된 두 물체에 뉴턴의 제2법칙을 각각 적용하여 질량 관계와 알짜힘의 크기 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

물체 A의 질량은 M, 물체 B의 질량은 m이다. A는 아래쪽으로, B는 위쪽으로 같은 크기 $a = \frac{1}{2}g$의 가속도를 가진다. 실과 도르래가 이상적이므로 두 물체에 작용하는 장력의 크기는 같은 T이다. 구해야 하는 값은 두 물체에 작용하는 알짜힘의 크기 비 $F_A : F_B$이다.

사용할 공식

뉴턴의 제2법칙에 따라 알짜힘의 크기는 $F_{\text{net}} = ma$이다. 또한 각 물체의 가속도 방향을 양의 방향으로 잡으면 A에는 $Mg - T = Ma$, B에는 $T - mg = ma$가 성립한다. 두 물체의 질량 관계를 알아야 알짜힘의 비를 정할 수 있으므로 장력 T가 같은 조건을 함께 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. A에 대해 계산하면 다음과 같다.
$Mg - T = M\left(\frac{g}{2}\right)$
따라서 $T = \frac{1}{2}Mg$이다.

2. B에 대해 계산하면 다음과 같다.
$T - mg = m\left(\frac{g}{2}\right)$
따라서 $T = \frac{3}{2}mg$이다.

3. 양쪽 장력이 같으므로 다음 관계가 성립한다.
$\frac{1}{2}Mg = \frac{3}{2}mg \quad \Rightarrow \quad M = 3m$

4. 두 물체의 가속도 크기가 같으므로 알짜힘의 크기 비는 질량비와 같다.
$F_A : F_B = Ma : ma = M : m = 3 : 1$

선지 판단

① X — 1 : 2는 계산된 질량비 $M : m = 3 : 1$과 일치하지 않는다. 올바르게는 $F_A : F_B = 3 : 1$이다.
② X — 1 : 3은 구한 비 3 : 1의 순서를 거꾸로 쓴 값이다. 올바르게는 A의 알짜힘을 먼저 두어 $F_A : F_B = 3 : 1$이다.
③ X — 2 : 1은 B의 운동 방정식에서 중력과 알짜힘을 함께 고려해 얻는 $T = \frac{3}{2}mg$를 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 $M = 3m$이므로 $F_A : F_B = 3 : 1$이다.
④ O — 장력이 같은 조건에서 $M = 3m$이고 두 물체의 가속도 크기가 같으므로 $F_A : F_B = M : m = 3 : 1$이다.

오답 포인트

장력의 크기가 같다는 사실만으로 두 물체의 알짜힘도 같다고 보면 안 된다. B에는 위쪽 장력과 아래쪽 중력이 함께 작용하므로 $T - mg = ma$이고, 이를 A의 운동 방정식과 결합해야 $M = 3m$을 얻는다. 또한 ②의 1 : 3처럼 문제에서 요구한 $F_A : F_B$의 순서를 뒤집지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연결된 두 물체 문제에서는 각 물체의 가속도 방향을 양의 방향으로 정하고 운동 방정식을 따로 세운다. 같은 실의 장력이 같다는 조건으로 질량 관계를 구한 뒤, $F = ma$에 따라 알짜힘의 크기 비를 계산한다.

암기 포인트

같은 가속도로 움직이는 두 물체의 알짜힘 크기 비는 질량비와 같으며, 질량비는 두 물체의 운동 방정식과 공통 장력으로 구한다.

NoteBase