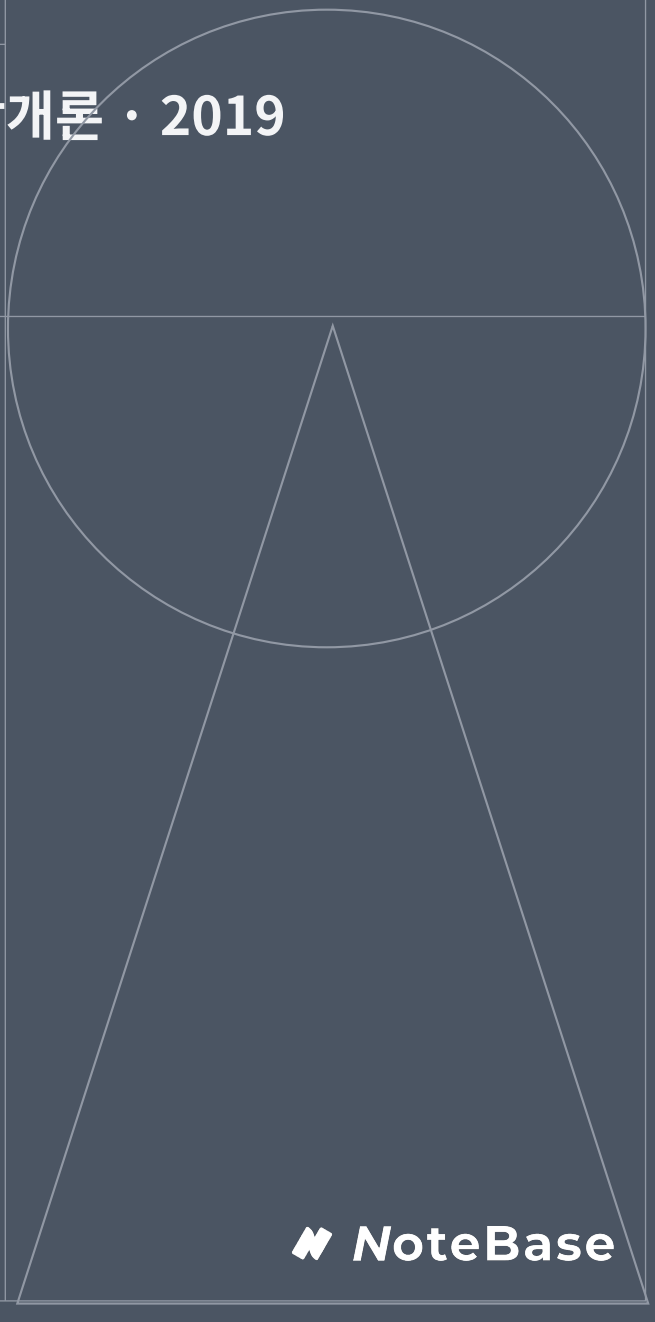
기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 물리학개론 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 물리학개론 · 2019

공무원/지방직/7급 · 물리학개론 · 2019

문 1. 마찰이 없는 수평면에 정지해 있는 물체에 일정한 힘을 가하여 물체가 가속되었다. 1m **거리를 움직였을 때 물체의 속도가** 10m/s**였다면, 가속도**[m/s^2]**는?**

① 2

② 5

③ 10

④ 50

정답 4번

출제 포인트

등가속도 직선운동에서 변위와 속도의 관계식으로 가속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

처음에는 정지해 있으므로 초기 속도는 $v_0 = 0$이다. 이동거리는 $s = 1m$, 이동 후 속도는 $v = 10m/s$이다.
일정한 힘이 작용하고 질량은 일정하므로 가속도도 일정하다.

사용할 공식

$v^2 = v_0^2 + 2as$
시간이 주어지지 않고 초기 속도, 최종 속도, 이동거리가 주어졌으므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

$10^2 = 0^2 + 2 \times a \times 1$
$100 = 2a$
$a = 50m/s^2$

NoteBase

선지 판단

① X: 가속도는 $2m/s^2$가 아니다. 2는 식 $v^2 = v_0^2 + 2as$의 계수일 뿐이며, 올바르게는 $50m/s^2$이다.
② X: 가속도는 $5m/s^2$가 아니다. 속도 $10m/s$를 제곱하지 않으면 이런 작은 값으로 잘못 판단할 수 있으며, 올바르게는 $50m/s^2$이다.
③ X: 가속도는 $10m/s^2$가 아니다. $a = v/s$처럼 속도를 거리로 나누는 것은 이 상황의 공식이 아니며, 올바르게는 $50m/s^2$이다.
④ O: 계산 결과가 $50m/s^2$이므로 옳다.

오답 포인트

③처럼 속도와 거리를 바로 나누면 안 된다. 가속도는 속도의 변화율이므로, 시간이 없을 때에는 속도를 제곱한 등가속도 운동식을 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

등가속도 운동에서 시간 없이 초기 속도·최종 속도·이동거리가 주어지면 $v^2 = v_0^2 + 2as$를 세워 가속도를 구한다.

암기 포인트

시간이 없으면 $v^2 = v_0^2 + 2as$, 정지 출발이면 $v^2 = 2as$이다.

NoteBase

문 2. 물체가 수평면과 각 θ로 발사되어 포물체 운동을 하는 경우, 이 물체의 속도와 가속도 벡터 관계에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, $0^\circ < \theta < 90^\circ$이다)

① 두 벡터가 서로 수직인 점은 존재하고 평행한 점은 존재하지 않는다.

② 두 벡터가 서로 수직인 점과 평행한 점 모두 존재한다.

③ 두 벡터가 서로 수직인 점과 평행한 점 모두 존재하지 않는다.

④ 두 벡터가 서로 수직인 점은 존재하지 않고 평행한 점은 존재한다.

정답 1번

출제 포인트

포물체 운동에서 속도 벡터와 중력가속도 벡터가 수직 또는 평행이 되는 조건을 묻는 문제이다.

핵심 개념

공기 저항을 무시한 포물체의 가속도는 운동 내내 연직 아래 방향으로 일정하다. 수평 속도 성분은 $v_x = v_0\cos\theta$로 일정하고, $0 < \theta < 90^\circ$이므로 0이 아니다. 최고점에서는 연직 속도 성분이 0이 되어 속도는 수평 방향이다.

선지별 해설

① O

최고점에서 속도는 수평 방향이고 가속도는 연직 아래 방향이므로 두 벡터는 수직이다. 한편 수평 속도 성분이 계속 0이 아니므로 속도 벡터가 연직 방향인 가속도 벡터와 평행해질 수 없다.

② X

틀린 표현은 '서로 수직인 점과 평행한 점 모두 존재한다'이다. 수직인 점은 최고점에 존재하지만, 평행한 점은 존재하지 않는다.

③ X

틀린 표현은 '서로 수직인 점과 평행한 점 모두 존재하지 않는다'이다. 실제로는 최고점에서 속도와 가속도가 서로 수직이다.

④ X

틀린 표현은 '서로 수직인 점은 존재하지 않고'이다. 실제로는 최고점에서 두 벡터가 수직이며, 평행한 점만 존재하지 않는다.

NoteBase

오답 포인트

가속도의 방향이 항상 아래쪽이라는 사실만 보고 수직 관계를 놓치기 쉽다. 최고점에서는 속도가 0이 되는 것이 아니라 연직 성분만 0이 되고 수평 속도는 남아 있으므로, 속도와 가속도는 수직이다.

다시 나오면 이렇게 판단

가속도 방향을 먼저 정한 뒤 속도의 수평·연직 성분을 나누어 본다. 최고점에서는 $v_y = 0$이므로 속도는 수평, 가속도는 연직 아래 방향이라 수직이다. 수평 성분 v_x가 0인지도 확인하여 평행 가능성을 판단한다.

암기 포인트

포물체 최고점: 속도는 수평, 가속도는 아래쪽 → 서로 수직이다.

NoteBase

문 3. 마찰이 없는 수평면에서 평형상태의 용수철을 10N의 힘으로 밀었더니 10cm만큼 압축되었다. 이 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지[J]는?

① 0.5

② 1.0

③ 10.0

④ 100.0

정답 1번

출제 포인트

마찰이 없는 수평면에서 용수철을 압축할 때, 외력이 한 일과 용수철에 저장되는 탄성 퍼텐셜 에너지의 관계를 이용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 힘은 $10N$이고 압축 거리는 $10cm = 0.10m$이다. 평형상태까지 힘을 서서히 증가시켜 누르므로, 처음부터 $10N$의 일정한 힘이 작용한 것이 아니라 힘의 평균값을 사용한다.

사용할 공식

용수철 힘은 압축량에 비례하여 0에서 $10N$까지 증가한다. 따라서 저장 에너지는 힘-변위 그래프 아래의 삼각형 넓이와 같아 $U = \frac{1}{2}Fx$이다. 이는 최종 힘 F와 최종 압축량 x가 주어진 훅의 법칙 상황이기 때문이다.

계산 과정

압축 거리부터 $10cm = 0.10m$로 바꾼다.
$U = \frac{1}{2}Fx = \frac{1}{2} \times 10N \times 0.10m = 0.5J$
따라서 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지는 $0.5J$이다.

선지 판단

① O: 계산 결과가 $0.5J$이므로 옳다.
② X: 제시값 $1.0J$은 틀리다. $Fx = 10N \times 0.10m = 1.0J$로 계산하면서 힘이 0에서 10 N까지 증가한다는 점, 즉 $\frac{1}{2}$를 빠뜨린 값이다. 올바르게는 $0.5J$이다.
③ X: 제시값 $10.0J$은 틀리다. 압축 거리 $10cm$를 $1m$로 잘못 환산한 뒤 $\frac{1}{2}Fx$를 적용하면 나올 수 있다. 올바르게는 $0.5J$이다.
④ X: 제시값 $100.0J$은 틀리다. 거리 단위 변환과 힘-변위 관계를 모두 잘못 적용한 값이다. 올바르게는 $0.5J$이다.
계산 결과 $0.5J$이므로 정답은 1번이다.

NoteBase

오답 포인트

②처럼 Fx를 그대로 쓰면 안 된다. 용수철을 서서히 압축할 때 힘은 처음의 0에서 최종값까지 선형으로 증가하므로 평균 힘은 $F/2$이다. 또한 $10cm$를 반드시 $0.10m$로 환산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

용수철의 최종 힘과 변위가 주어지면 먼저 길이를 m로 환산한 뒤 $U=\frac{1}{2}Fx$를 적용한다. 힘이 변위에 따라 변한다는 점을 확인하여 일정한 힘의 일 Fx와 구분한다.

암기 포인트

용수철 에너지 = 힘-변위 그래프의 삼각형 넓이 = $\frac{1}{2}Fx$이다.

NoteBase

문 4. 화재 현장에서는 추락하는 사람이 받는 충격을 줄이기 위해 에어매트를 설치하기도 한다. 콘크리트 바닥 대신 에어매트 위에 떨어질 경우 충격이 줄어드는 원인과 가장 관련이 큰 물리량은?

① 운동량

② 충돌시간

③ 충격량

④ 위치에너지

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 충격량과 충돌시간의 관계를 이용하여 평균 충격력이 왜 감소하는지를 묻는다.

핵심 개념

충격량은 힘이 작용한 시간 동안 운동량이 변한 양이며, $I = F_{avg}\Delta t = \Delta p$로 나타낸다. 같은 사람이 같은 속도로 떨어져 멈춘다면 운동량 변화량 Δp는 같고, 에어매트는 충돌시간 Δt를 길게 하여 평균 충격력 F_{avg}를 작게 한다.

선지별 해설

① X: 운동량은 물체의 운동 상태를 나타내는 양이다. 사람이 멈출 때의 운동량 변화량은 같은 낙하 조건이면 대체로 같으므로, 충격 감소의 직접적인 원인은 아니다. 틀린 표현 '운동량' → 올바르게는 '충돌시간이 증가하여 평균 충격력이 감소한다'이다.

② O: 충돌시간이 길어지면 같은 운동량 변화량이 더 긴 시간에 걸쳐 일어난다. 따라서 $F_{avg} = \Delta p/\Delta t$에 따라 평균 충격력이 감소한다.

③ X: 충격량은 운동량의 변화량이다. 사람이 낙하 후 정지한다면 에어매트 여부와 관계없이 운동량 변화량은 같으므로, 충격량 자체가 작아져서 충격력이 줄어드는 것은 아니다. 틀린 표현 '충격량' → 올바르게는 '같은 충격량이 더 긴 충돌시간에 작용한다'이다.

④ X: 위치에너지는 낙하 높이와 관련된 에너지이다. 에어매트는 낙하 높이를 바꾸기보다 멈추는 시간을 늘려 충격력을 줄인다. 틀린 표현 '위치에너지' → 올바르게는 '충돌시간'이다.

오답 포인트

③처럼 충격량과 충격력을 같은 것으로 혼동하기 쉽다. 이 상황에서는 충격량은 운동량 변화량으로 거의 같고, 그 충격량이 작용하는 시간이 길어져 평균 충격력만 감소한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

물체가 같은 속도에서 정지하는 상황이면 먼저 Δp가 같은지 판단한다. 그다음 멈추는 시간이 길어졌다면 $F_{\text{avg}} = \Delta p/\Delta t$에 따라 평균 충격력이 감소한다고 판단한다.

암기 포인트

같은 충격량이면 충돌시간이 길수록 평균 충격력은 작다.

NoteBase

문 5. $T_h = 500\text{K}$의 고온 저장고와 $T_c = 300\text{K}$의 저온 저장고 사이에서 작동하는 카르노 열기관이 있다. 이 열기관의 열효율을 1.1배로 향상시키기 위한 저온 저장고의 온도 변화량[K]은?

① -20

② +20

③ -33

④ +33

정답 1번

출제 포인트

카르노 열기관의 열효율 $\eta = 1 - \frac{T_c}{T_h}$에서 고온 저장고 온도를 고정한 채 열효율을 10% 증가시킬 때 저온 저장고의 온도 변화를 구하는 문제이다.

조건 정리

고온 저장고 온도는 $T_h = 500K$, 초기 저온 저장고 온도는 $T_c = 300K$이다. 초기 열효율의 1.1배가 목표 열효율이므로, 열효율을 10%포인트 더하는 것이 아니라 기존 열효율에 1.1을 곱한다.

사용할 공식

카르노 열기관의 열효율은 $\eta = 1 - \frac{T_c}{T_h}$이다. 카르노 기관의 열효율은 두 열저장고의 절대온도 비로 정해지므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

초기 열효율은 $\eta_0 = 1 - \frac{300}{500} = 0.40$이다.
목표 열효율은 $\eta_1 = 1.1\eta_0 = 1.1 \times 0.40 = 0.44$이다.
$0.44 = 1 - \frac{T_c'}{500}$이므로 $T_c' = 500(1 - 0.44) = 280K$이다.
따라서 온도 변화량은 $\Delta T_c = 280K - 300K = -20K$이다.

선지 판단

① O: 계산한 저온 저장고의 온도 변화량이 $-20K$이므로 옳다.
② X: 틀린 표현은 $+20K$이며, 올바르게는 $-20K$이다. 열효율을 높이려면 T_h가 고정된 경우 T_c가 낮아져야 한다.
③ X: 틀린 표현은 $-33K$이며, 올바르게는 $-20K$이다. $-33K$는 목표 열효율을 $0.40 + 0.10 = 0.50$으로 잘못 처리하는 경우와 관련된 값으로, 1.1배 증가는 10%포인트 증가가 아니다.
④ X: 틀린 표현은 $+33K$이며, 올바르게는 $-20K$이다. 열효율을 증가시키면서 저온 저장고 온도가 올라간다고 판단한 부호 오류가 있다.

NoteBase

오답 포인트

"열효율을 1.1배"는 초기 열효율에 1.1을 곱한다는 뜻이다. 이를 0.10만큼 더하면 0.50으로 잘못 계산되어 ③의 $-33K$를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

카르노 열기관에서 T_h가 고정되면 먼저 $\eta = 1 - T_c/T_h$로 초기 효율을 구하고, 증가 배수를 적용한 뒤 목표 효율식에 대입하여 T_c를 구한다. 마지막으로 새 온도에서 처음 온도를 빼서 변화량의 부호를 확인한다.

암기 포인트

$\eta = 1 - T_c/T_h$: T_h 고정이면 T_c가 낮을수록 열효율은 높아진다.

NoteBase

문 6. 양 끝이 고정되어 있는 60cm의 기타줄을 따라 진행하는 파동의 속력이 1,500m/s일 때, 이 기타줄에서 나올 수 있는 가장 낮은 소리의 진동수[Hz]는?

① 250
② 625
③ 1,250
④ 2,500

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 양 끝이 고정된 줄의 기본진동수 공식을 이용해 가장 낮은 소리의 진동수를 구하는 문제이다.

조건 정리

줄의 길이는 $L = 60cm = 0.60m$이고, 파동의 속력은 $v = 1{,}500m/s$이다. 양 끝이 고정된 줄에서 가장 낮은 소리는 기본진동이다.

사용할 공식

기본진동에서는 줄의 길이에 반파장 하나가 들어가므로 $L = \lambda/2$, 즉 $\lambda = 2L$이다. 따라서 $f = v/\lambda = v/(2L)$를 사용한다.

계산 과정

$f = \frac{v}{2L} = \frac{1{,}500}{2 \times 0.60} = \frac{1{,}500}{1.20} = 1{,}250Hz$
따라서 이 기타줄에서 낼 수 있는 가장 낮은 소리의 진동수는 $1{,}250Hz$이다.

선지 판단

① X: $250Hz$는 계산 결과와 다르다. 기본진동수는 $1{,}250Hz$이므로, 250 Hz가 아니라 $1{,}250Hz$이다.
② X: $625Hz$는 $f = v/(4L)$처럼 분모에 4를 잘못 넣어 얻는 값이다. 양 끝 고정 줄의 기본진동은 $f = v/(2L)$이므로, 625 Hz가 아니라 $1{,}250Hz$이다.
③ O: $f = v/(2L) = 1{,}250Hz$이므로 옳다.
④ X: $2{,}500Hz$는 $f = v/L$로 계산하여 2를 빠뜨린 값이다. 기본진동의 파장은 L이 아니라 $2L$이므로, 2,500 Hz가 아니라 $1{,}250Hz$이다.

오답 포인트

양 끝 고정 조건에서 기본진동의 줄 길이는 반파장이라는 점이 핵심이다. $\lambda = L$로 두면 ④의 $2{,}500Hz$가 나오고, $\lambda = 4L$로 잘못 두면 ②의 $625Hz$가 나온다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

줄의 경계조건을 먼저 확인한다. 양 끝 고정 줄의 기본진동이면 $L = \lambda/2$를 세운 뒤, $f = v/\lambda = v/(2L)$로 계산하고 길이를 m 단위로 검산한다.

암기 포인트

양 끝 고정 줄의 기본진동수는 $f_1 = v/(2L)$이다.

문 7. 이상기체에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 이상기체가 단열팽창하면 내부에너지는 증가한다.

② 이상기체 분자들의 평균속력은 절대온도에 비례한다.

③ 이상기체의 내부에너지는 절대온도에 비례한다.

④ 온도가 같은 경우 이상기체 분자의 평균속력은 분자량에 반비례한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상기체의 내부에너지와 절대온도의 관계, 그리고 분자 운동속도의 온도·분자량 의존성을 묻는다.

핵심 개념

이상기체의 내부에너지는 분자들의 운동에너지 총합이며, 일정한 양의 기체에서는 절대온도에만 비례한다. 분자 운동속도는 온도가 높을수록 커지고, 같은 온도에서는 분자량이 클수록 작아진다. 평균속력의 관계는 $\bar{v} \propto \sqrt{T/M}$이다.

선지별 해설

① X: 단열팽창에서는 열의 출입이 없고 기체가 외부에 일을 한다. 따라서 내부에너지는 증가하지 않고 감소한다. 틀린 표현은 '증가한다'이며, 올바르게는 '감소한다'이다.

② X: 분자들의 평균속력은 절대온도에 정비례하지 않고 절대온도의 제곱근에 비례한다. 틀린 표현은 '절대온도에 비례한다'이며, 올바르게는 '절대온도의 제곱근에 비례한다'이다.

③ O: 일정한 양의 이상기체의 내부에너지는 절대온도에 비례한다. 이상기체에서는 분자 사이의 위치에너지 변화를 고려하지 않아 내부에너지가 온도로 결정된다.

④ X: 같은 온도에서 분자의 평균속력은 분자량에 반비례하는 것이 아니라 분자량의 제곱근에 반비례한다. 틀린 표현은 '분자량에 반비례한다'이며, 올바르게는 '분자량의 제곱근에 반비례한다'이다.

오답 포인트

②와 ④는 속력의 관계에서 제곱근을 빼고 단순 비례·반비례로 바꾼 선지이다. ①은 단열 과정에서 팽창하며 기체가 일을 하면 내부에너지가 줄어드는 점을 반대로 제시하였다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

이상기체에서 내부에너지를 묻는다면 일정한 기체량에서 절대온도만 확인한다. 분자 속력을 묻는다면 온도와 분자량이 모두 제곱근 관계인지 확인한다.

암기 포인트

이상기체는 $U \propto T$, 분자 속력은 $v \propto \sqrt{T/M}$이다.

문 8. 실린더 외부에서 내부로 3,000J의 열이 유입되면서 피스톤이 움직이는 동안 실린더 내부의 기체 온도가 300K로 일정하게 유지되었다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 피스톤의 마찰과 기체의 누출은 없다)

① 실린더 내 기체의 내부에너지 변화량은 0이다.

② 실린더 내 기체는 외부에 3,000J의 일을 하였다.

③ 실린더 내 기체의 엔트로피는 10J/K 증가하였다.

④ 실린더 내 기체의 압력은 일정하게 유지되었다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상기체의 등온 팽창에서 내부에너지, 열, 일, 엔트로피 및 압력의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

이상기체의 내부에너지는 온도만으로 결정된다. 따라서 온도가 $300K$로 일정한 등온 과정에서는 $\Delta U = 0$이다. 열역학 제1법칙 $\Delta U = Q - W$에서 기체가 한 일 W는 흡수한 열 Q와 같고, 가역 등온 과정의 엔트로피 변화는 $\Delta S = Q/T$이다. 등온 팽창에서는 $PV = nRT$에 따라 부피가 증가할수록 압력은 감소한다.

선지별 해설

① O 온도가 일정한 이상기체의 내부에너지는 변하지 않으므로 $\Delta U = 0$이다.
② O 외부에서 기체로 $3000J$의 열이 들어왔고 $\Delta U = 0$이므로, 기체는 외부에 $3000J$의 일을 한다.
③ O 등온 과정에서 기체의 엔트로피 변화는 $\Delta S = Q/T = 3000J/300K = 10J/K$이다.
④ X 틀린 표현은 "압력은 일정하게 유지되었다"이다. 피스톤이 움직여 기체가 등온 팽창하면 부피가 증가하므로, $PV = nRT$에서 압력은 일정하지 않고 감소한다.

오답 포인트

온도가 일정하다는 조건을 압력이 일정하다는 조건으로 바꾸어 생각하기 쉽다. 이상기체에서 등온 조건은 PV가 일정하다는 뜻이며, 팽창 중에는 V가 증가하고 P는 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

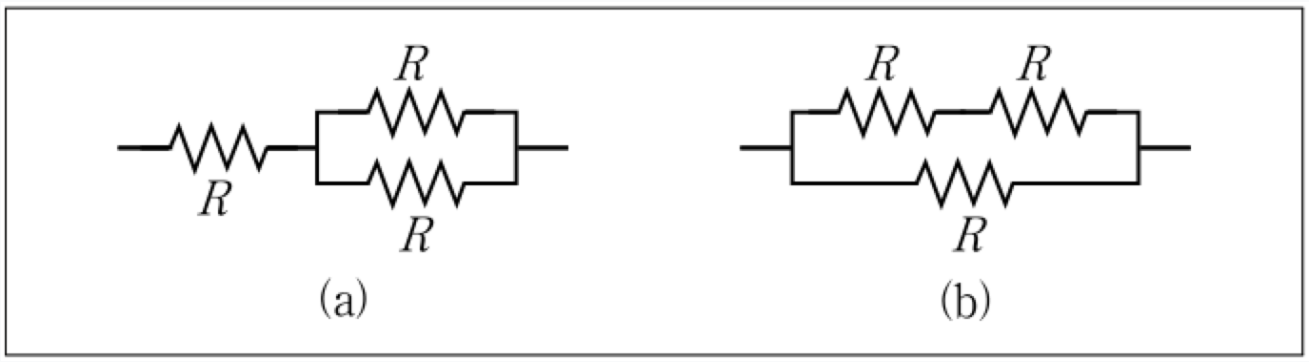
이상기체의 온도 일정 조건을 보면 먼저 $\Delta U = 0$을 적용한다. 이어서 $Q = W$, $\Delta S = Q/T$, PV=일정을 차례로 적용하여 열·일·엔트로피·압력을 판단한다.

암기 포인트

이상기체 등온 팽창: $\Delta U = 0$, $Q = W$, $\Delta S = Q/T$, 부피 증가이면 압력 감소이다.

NoteBase

문 9. 그림 (a), (b)와 같이 3개의 저항을 직렬과 병렬을 혼합하여 연결할 때 각각의 합성 저항은?



① (a): $\frac{2}{3}R$, (b): $\frac{3}{2}R$

② (a): $\frac{3}{2}R$, (b): $\frac{2}{3}R$

③ (a): $\frac{1}{2}R$, (b): $\frac{1}{3}R$

④ (a): $2R$, (b): $3R$

정답 2번

출제 포인트

직렬 연결에서는 저항을 더하고, 같은 두 점에 연결된 병렬 저항은 역수의 합으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

모든 저항의 크기는 R이다. (a)는 왼쪽의 R 하나가, 그 뒤의 R 두 개 병렬 연결과 직렬이다. (b)는 위쪽 가지의 R 두 개 직렬 연결과 아래쪽 가지의 R 하나가 병렬이다.

사용할 공식

직렬 저항은 R_계=R_1+R_2+·s이다. 병렬 저항은 (1)/(R_계)=(1)/(R_1)+(1)/(R_2)+·s이다. 직렬에서는 모든 저항을 같은 전류가 지나고, 병렬에서는 각 가지의 양 끝 전압이 같으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

(a)에서 병렬인 두 저항의 합성 저항은 $R \parallel R = \frac{R \cdot R}{R+R} = \frac{1}{2}R$이다. 따라서 $R_a = R + \frac{1}{2}R = \frac{3}{2}R$이다.

(b)에서 위쪽 가지는 직렬이므로 $R + R = 2R$이고, 이것이 아래쪽의 R과 병렬이다. 따라서
$R_b = 2R \parallel R = \frac{2R \cdot R}{2R+R} = \frac{2}{3}R$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: (a)의 $\frac{2}{3}R$과 (b)의 $\frac{3}{2}R$가 서로 뒤바뀌었다. 올바르게는 (a)가 $\frac{3}{2}R$, (b)가 $\frac{2}{3}R$이다.
② O: (a)는 $R + R \parallel R = \frac{3}{2}R$, (b)는 $2R \parallel R = \frac{2}{3}R$이므로 옳다.
③ X: (a)의 $\frac{1}{2}R$은 뒤쪽 두 저항의 병렬 부분만의 합성 저항이다. 앞의 직렬 저항 R을 더해야 하므로 올바르게는 $\frac{3}{2}R$이다. (b)의 $\frac{1}{3}R$도 올바르지 않으며, 올바르게는 $\frac{2}{3}R$이다.
④ X: (a)에서 세 저항을 모두 직렬로 보아 $2R$로 계산한 것이 틀린 표현이다. 뒤쪽 두 저항은 병렬이므로 올바르게는 $\frac{3}{2}R$이다. (b)의 $3R$도 세 저항을 모두 직렬로 본 값이며, 올바르게는 $\frac{2}{3}R$이다.

오답 포인트

(a)에서는 병렬 부분의 $\frac{1}{2}R$만 구하고 앞의 직렬 R을 빼먹기 쉽다. (b)에서는 위쪽 두 저항만 먼저 직렬로 묶은 뒤, 그 결과 $2R$와 아래쪽 R가 병렬임을 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

회로의 분기점과 합류점을 먼저 표시한다. 같은 두 점에 연결된 저항은 병렬로 먼저 묶고, 분기 없이 이어진 저항은 직렬로 더한 뒤 바깥쪽 연결 관계를 다시 판단한다.

암기 포인트

직렬은 더하고, 병렬 합성 저항은 항상 가장 작은 가지 저항보다 작다. 따라서 (b)의 합성 저항은 R보다 작은 $\frac{2}{3}R$이어야 한다.

NoteBase

문 10. 파동의 간섭 현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 간섭은 파동 사이의 위상차가 만든다.

② 나비의 날개가 여러 색의 무늬로 보이는 현상도 빛의 간섭이 주원인이다.

③ 물속에서도 파동의 간섭이 발생한다.

④ 초음파는 간섭이 발생하지 않는다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 파동의 간섭이 일어나는 조건과 빛·물결·소리 파동에서의 간섭 현상을 묻는 문제이다.

핵심 개념

간섭은 둘 이상의 파동이 같은 곳에서 겹칠 때 위상차에 따라 진폭이 커지거나 작아지는 현상이다. 위상이 같은 경우에는 보강 간섭, 위상이 반대인 경우에는 상쇄 간섭이 나타난다. 빛, 물결, 소리는 모두 파동이므로 조건이 갖추어지면 간섭할 수 있다.

선지별 해설

① O. 겹친 파동들의 위상차에 따라 보강 또는 상쇄가 결정되므로, 간섭은 파동 사이의 위상차와 관련되어 나타난다.

② O. 나비 날개의 미세한 구조에서 반사된 빛들이 서로 간섭하여 특정 색이 강해질 수 있으므로 여러 색의 무늬가 보인다.

③ O. 물결도 파동이므로 두 물결이 겹치면 보강 간섭과 상쇄 간섭이 발생한다.

④ X. 틀린 표현은 '초음파는 간섭이 발생하지 않는다'이다. 초음파도 소리 파동이므로 서로 겹치면 간섭이 발생한다.

오답 포인트

③의 물결 간섭은 쉽게 떠올리면서도, 사람이 들을 수 없는 고주파 소리인 초음파도 파동이라는 점을 놓치기 쉽다. 들을 수 있는지 여부는 간섭 가능 여부와 관계없다.

다시 나오면 이렇게 판단

간섭 여부는 파동의 종류가 아니라 둘 이상의 파동이 겹치는지와 위상 관계로 판단한다.
빛·물결·가청음·초음파처럼 파동인 대상은 모두 간섭할 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

간섭의 기준은 '파동의 겹침과 위상차'이며, 초음파도 소리 파동이므로 간섭한다.

NoteBase

문 11. 그림과 같이 질량이 1kg, 2kg인 물체가 서로 반대 방향으로 각각 1m/s와 2m/s의 속도로 일직선상에서 운동하고 있다. 두 물체가 완전 비탄성 충돌한 후 물체의 속도는? (단, 물체와 바닥 사이의 마찰은 무시한다)



① 우측으로 1m/s

② 우측으로 2m/s

③ 좌측으로 1m/s

④ 좌측으로 2m/s

정답 3번

출제 포인트

완전 비탄성 충돌에서 운동량 보존 법칙으로 두 물체가 함께 움직이는 속도와 방향을 구하는 문제이다.

조건 정리

오른쪽을 양(+)의 방향으로 둔다.
주어진 값: $m_1 = 1kg$, $v_1 = +1m/s$, $m_2 = 2kg$, $v_2 = -2m/s$이다.
완전 비탄성 충돌 뒤에는 두 물체가 붙어 총질량 $3kg$으로 같은 속도 v로 운동한다.

사용할 공식

외력이 없으므로 충돌 전후의 전체 운동량이 보존되어 $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$이다. 완전 비탄성 충돌에서는 운동에너지는 보존되지 않지만 운동량은 보존된다.

계산 과정

충돌 전 전체 운동량은 $1kg \times (+1m/s) + 2kg \times (-2m/s) = -3kg \cdot m/s$이다.
따라서 $3kg \times v = -3kg \cdot m/s$이므로 $v = -1m/s$이다.
음수는 처음에 정한 양의 방향인 오른쪽과 반대임을 뜻하므로, 충돌 후 속도는 왼쪽으로 $1m/s$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 실제 속도는 오른쪽이 아니라 왼쪽으로 $1m/s$이다. 틀린 표현 '우측으로' → 올바르게는 '좌측으로'이다.
② X: 실제 속력은 $1m/s$이다. 틀린 표현 '우측으로 $2m/s$' → 올바르게는 '좌측으로 $1m/s$'이다. $2m/s$는 질량을 고려한 전체 운동량 나눗셈을 하지 않을 때 나올 수 있는 값이다.
③ O: 운동량 보존으로 구한 공통 속도는 왼쪽으로 $1m/s$이므로 옳다.
④ X: 방향은 왼쪽이 맞지만 속력이 다르다. 틀린 표현 '$2m/s$' → 올바르게는 '$1m/s$'이다.
계산 결과가 왼쪽으로 $1m/s$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

서로 반대 방향으로 움직일 때는 속도를 모두 양수로 더하지 않는다. 오른쪽을 양으로 정했다면 왼쪽으로 $2m/s$인 $2kg$ 물체의 운동량은 음수이며, $-4kg \cdot m/s$로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

충돌 문제에서는 한 방향을 양으로 정한 뒤 각 속도에 부호를 붙여 전체 운동량을 더한다. 그 뒤 총운동량을 충돌 후 함께 움직이는 총질량으로 나누고, 결과의 부호로 방향을 판단한다.

암기 포인트

완전 비탄성 충돌: $v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$, 음수이면 정한 양의 방향과 반대이다.

NoteBase

문 12. 공기 중에서 물속으로 빛이 입사되고 있다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 굴절된 빛의 속력은 반사된 빛의 속력보다 작다.

② 반사된 빛과 굴절된 빛은 진동수가 같다.

③ 편광되지 않은 빛이 입사되었을 때, 반사된 빛이 완전히 편광되는 특정한 입사각이 있다.

④ 반사된 빛과 굴절된 빛의 파장은 같다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 공기에서 물로 빛이 진행할 때 반사광과 굴절광의 속력, 진동수, 파장을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

반사광은 공기 중으로 다시 진행하므로 입사광과 속력 및 파장이 같다. 굴절광은 물속으로 진행하므로 속력과 파장이 공기 중에서보다 작아진다. 반사와 굴절이 일어나도 빛의 진동수, 따라서 진동주기는 변하지 않는다.

선지별 해설

① O: 반사된 빛은 공기 중을 진행하지만 굴절된 빛은 물속을 진행한다. 물에서는 빛의 속력이 공기에서보다 작으므로 굴절된 빛의 속력이 더 작다.

② O: 경계면에서 빛의 진동수는 변하지 않는다. 진동주기는 진동수의 역수이므로 반사된 빛과 굴절된 빛의 진동주기도 같다.

③ O: 편광되지 않은 빛이 브루스터각으로 입사하면 반사광은 완전히 편광된다.

④ X: 반사된 빛은 공기 중을, 굴절된 빛은 물속을 진행하므로 두 빛의 파장은 다르다. 틀린 표현은 '파장은 같다'이며, 올바르게는 '굴절된 빛의 파장이 반사된 빛의 파장보다 짧다'이다.

오답 포인트

②의 진동주기가 같다는 사실을 파장도 같다는 뜻으로 혼동하기 쉽다. 진동수는 경계면에서 유지되지만, 굴절광은 물속에서 속력이 감소하므로 파장도 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반사광은 원래 매질에 남고 굴절광은 다른 매질로 들어간다는 점을 먼저 확인한다. 이어서 진동수와 진동주기는 그대로인지, 속력과 파장은 매질에 따라 달라지는지를 구분해 판단한다.

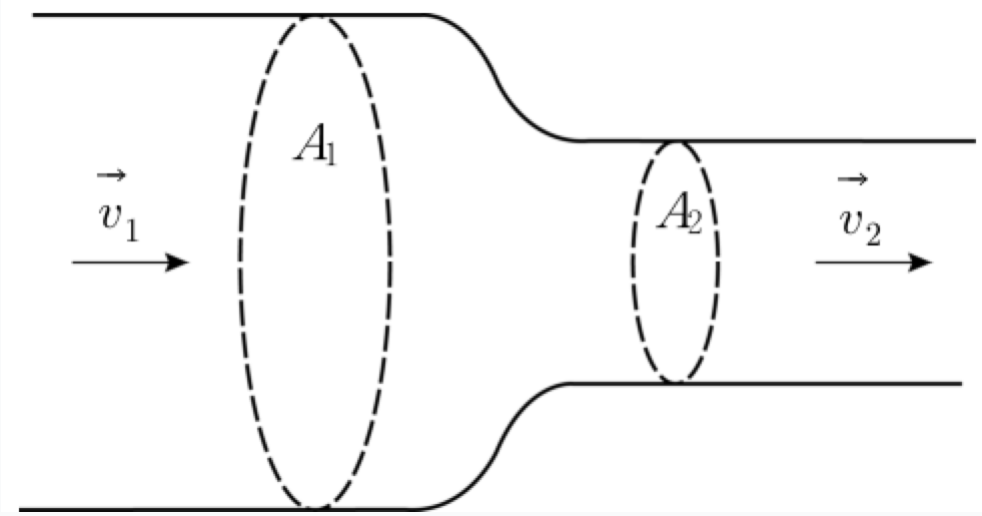
NoteBase

암기 포인트

굴절에서는 진동수는 그대로, 속력과 파장은 매질에 따라 변한다. 공기에서 물로 갈 때 굴절광의 속력과 파장은 모두 짧아진다.

NoteBase

문 13. 그림과 같이 이상적인 유체가 관을 따라서 흐르고 있다. 단면적이 A_1인 영역에서 속도가 v_1, A_2인 영역에서 v_2라면 속도의 비 $\frac{v_2}{v_1}$는?



① $\frac{A_2}{A_1}$
② $\frac{A_1}{A_2}$
③ $\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$
④ $\sqrt{\frac{A_1}{A_2}}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 비압축성 이상유체의 정상 흐름에서 성립하는 연속방정식으로 속도비를 구하는 문제이다.

조건 정리

관의 두 단면적은 각각 A_1, A_2이고, 그 단면을 지나는 유속은 각각 v_1, v_2이다. 이상적인 유체는 비압축성으로 보므로 일정 시간에 두 단면을 지나는 체적유량이 같다.

사용할 공식

연속방정식은 $A_1v_1 = A_2v_2$이다. 비압축성 유체는 관 안에서 유체가 쌓이거나 비지 않으므로, 단면적과 유속의 곱인 체적유량이 모든 단면에서 일정하기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

$A_1v_1 = A_2v_2$
양변을 A_2v_1로 나누면
$\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2}$
따라서 단면적이 작은 A_2 구간에서는 유속 v_2가 더 커진다.

선지 판단

① X: $\frac{A_2}{A_1}$는 면적비를 그대로 속도비로 둔 값이다. 틀린 표현 $\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_2}{A_1}$ → 올바르게는 $\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2}$이다.
② O: 연속방정식에서 $\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2}$가 바로 나온다.
③ X: 속도비는 단면적비의 제곱근이 아니다. 틀린 표현 $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$ → 올바르게는 $\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2}$이다.
④ X: 단면적비에 제곱근을 붙여도 연속방정식을 만족하지 않는다. 틀린 표현 $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{A_1}{A_2}}$ → 올바르게는 $\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2}$이다.
계산 결과가 $\frac{A_1}{A_2}$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

①처럼 면적비와 속도비의 분자·분모를 같은 방향으로 두는 실수가 흔하다. 유속은 단면적에 반비례하므로 좁은 관에서 더 빨라진다. ③, ④의 제곱근은 단면적이 원형 단면의 지름 제곱에 비례한다는 관계를 속도비에 잘못 적용한 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

비압축성 유체가 관을 따라 정상적으로 흐르면 먼저 Av=일정을 쓴다. 그다음 구하려는 속도를 반대쪽 단면적과 짝지어 정리하면 면적과 속도의 반비례 관계를 확인할 수 있다.

암기 포인트

연속방정식: Av=일정. 관이 좁을수록 유속은 빠르다.

NoteBase

문 14. 손가락의 오목한 면이나 볼록한 면에 한쪽 눈을 대었다가 점점 멀어지게 하면서 손가락 면에 나타나는 얼굴의 상을 볼 때 나타나는 현상으로 옳은 것은?

① 오목한 면을 볼 때에는 얼굴의 상이 항상 바로 선 것으로 보인다.

② 오목한 면을 볼 때에는 얼굴의 상이 항상 거꾸로 선 것으로 보인다.

③ 볼록한 면을 볼 때에는 얼굴의 상이 항상 바로 선 것으로 보인다.

④ 볼록한 면을 볼 때에는 얼굴의 상이 항상 거꾸로 선 것으로 보인다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 오목면거울과 볼록면거울에서 물체의 거리에 따라 상의 방향이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

오목면거울은 반사면이 안쪽으로 들어간 거울로, 물체가 초점 안쪽에 있으면 정립 허상, 초점 바깥에 있으면 도립 실상을 만든다. 볼록면거울은 반사면이 바깥으로 나온 거울로, 물체의 위치와 관계없이 항상 정립 허상을 만든다. 오목면거울은 상의 방향이 바뀌고, 볼록면거울은 항상 바로 선 상이 나타난다.

선지별 해설

① X. 틀린 표현은 '항상 바로 선'이다. 오목면에서는 물체가 초점 안쪽일 때만 정립상이고, 초점 바깥에서는 거꾸로 선 도립상이 나타난다.
② X. 틀린 표현은 '항상 거꾸로 선'이다. 오목면에서는 물체가 초점 안쪽에 있을 때 바로 선 정립상이 나타난다.
③ O. 볼록면거울은 물체가 어느 위치에 있든 항상 바로 선 정립 허상을 만든다.
④ X. 틀린 표현은 '항상 거꾸로 선'이다. 볼록면거울의 상은 항상 바로 선 정립 허상이다.

오답 포인트

'항상'이라는 말이 핵심이다. 오목면거울은 물체 위치에 따라 정립상과 도립상이 모두 가능하므로 ①과 ②가 틀리고, 볼록면거울은 도립상이 생기지 않으므로 ④가 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

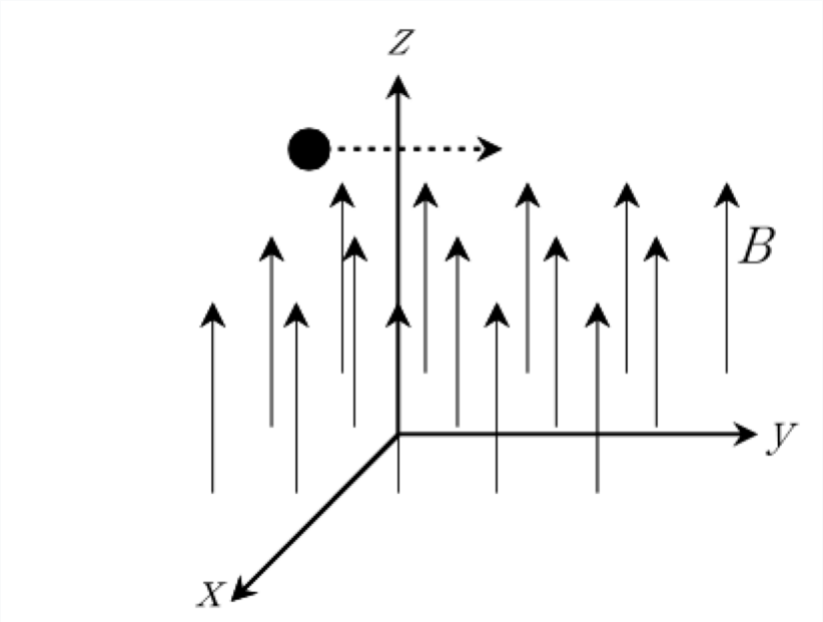
볼록면거울이 나오면 항상 정립 허상으로 판단한다. 오목면거울이 나오면 먼저 물체가 초점 안쪽인지 바깥쪽인지 확인하여 상의 방향을 판단한다.

암기 포인트

볼록면은 항상 정립, 오목면은 거리 따라 정립 또는 도립이다.

NoteBase

문 15. 그림과 같이 +z 축을 향하는 세기가 3T인 균일한 자기장 속에 전하량 -2×10^{-3}C인 입자가 +y 축 방향으로 10m/s 속력으로 입사되었을 때, 입자가 자기장으로부터 받는 힘의 크기와 방향으로 옳은 것은? (단, 중력에 의한 영향은 무시한다)



① +x 방향으로 6×10^{-2}N

② -x 방향으로 6×10^{-2}N

③ +y 방향으로 6×10^{-2}N

④ -y 방향으로 6×10^{-2}N

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 자기장 속에서 운동하는 전하가 받는 로런츠 힘 $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$의 크기와 방향을 구하는 문제이다.

조건 정리

전하량은 $q = -2 \times 10^{-3}C$이고, 속력은 $v = 10m/s$이다. 자기장 세기는 $B = 3T$이며 방향은 $+z$축, 입자의 속도 방향은 $+y$축이다. 속도와 자기장은 서로 수직이므로 $\sin 90^\circ = 1$이다.

사용할 공식

자기력의 크기는 $F = |q|vB\sin\theta$이다. 또한 양전하라면 $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ 방향의 힘을 받고, 음전하는 그 반대 방향의 힘을 받는다. 이 문항에서는 속도와 자기장이 수직이므로 이 공식을 그대로 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 크기는 $F = (2 \times 10^{-3}C)(10m/s)(3T) = 6 \times 10^{-2}N$이다.
2. 양전하 기준으로 방향을 정하면 $+y \times +z = +x$이다.
3. 입자는 음전하이므로 양전하 기준 방향의 반대인 $-x$ 방향으로 힘을 받는다.

선지 판단

① X — 크기 $6 \times 10^{-2}N$은 맞지만 방향이 틀리다. $+x$ 방향은 양전하일 때의 방향이며, 틀린 표현 '$+x$ 방향'은 '$-x$ 방향'으로 고쳐야 한다.
② O — 크기는 $6 \times 10^{-2}N$, 방향은 $-x$이므로 옳다.
③ X — 자기력은 속도 방향과 수직이므로 $+y$ 방향일 수 없다. 틀린 표현 '$+y$ 방향'은 '$-x$ 방향'으로 고쳐야 한다.
④ X — 자기력은 속도 방향과 수직이므로 $-y$ 방향일 수 없다. 틀린 표현 '$-y$ 방향'은 '$-x$ 방향'으로 고쳐야 한다.
계산 결과 힘은 $-x$ 방향으로 $6 \times 10^{-2}N$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

$+y \times +z = +x$만 적용하고 전하량이 음수라는 조건을 빠뜨리면 ①을 고르게 된다. 또한 자기력은 항상 속도와 자기장 모두에 수직이므로 ③, ④처럼 y축 방향으로는 나올 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

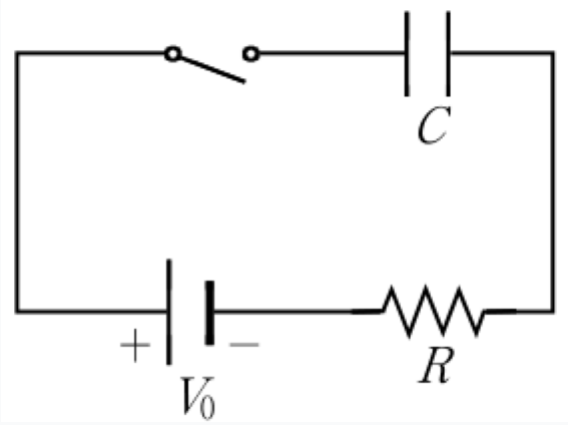
먼저 $F = |q|vB\sin\theta$로 크기를 구한다. 다음으로 오른손 법칙으로 $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$의 방향을 정한 뒤, 전하가 음수이면 그 방향을 반대로 바꾸어 판단한다.

암기 포인트

자기력 방향은 '$\mathbf{v} \times \mathbf{B}$'이고, 음전하는 그 반대이다.

NoteBase

문 16. 그림과 같은 $R-C$ 회로에서 스위치를 닫았을 때 축전기에 충전되는 전하량을 시간의 함수로 나타내면? (단, 축전기는 초기에 충전되지 않았다)



① $CV_0e^{-t/RC}$

② $CV_0(1-e^{-RC/t})$

③ $CV_0\frac{1-e^{-RCt}}{1+e^{-RCt}}$

④ $CV_0(1-e^{-t/RC})$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 처음에 전하가 없는 축전기를 직류 전원으로 충전할 때, 시간에 따른 축전기 전하량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 저항은 R, 축전기 용량은 C, 전원 전압은 V_0이고 초기 전하량은 0이다.
구해야 할 값: 시간 t에서 축전기에 축적된 전하량 $q(t)$이다.
주의할 조건: 충전이 끝난 뒤의 전하량은 CV_0이며, $t=0$에서는 전하량이 0이어야 한다.

사용할 공식

$q(t)=CV_0(1-e^{-t/(RC)})$
전류가 흐르면서 축전기 전압이 증가하면 저항에 걸리는 전압과 전류가 점차 감소하는 RC 충전 과정이므로 이 공식을 사용한다. RC는 시간상수이다.

NoteBase

계산 과정

1. 초기에는 축전기가 비어 있으므로 $q(0) = 0$이다.
2. 충전 중에는 미충전 비율 $e^{-t/(RC)}$가 시간에 따라 감소한다.
3. 따라서 전체 충전 가능 전하량 CV_0에서 미충전 부분을 뺀 값은 $q(t) = CV_0(1 - e^{-t/(RC)})$이다. $t \to \infty$이면 $q(t) \to CV_0$이다.

선지 판단

① X: $CV_0e^{-t/(RC)}$는 시간이 갈수록 0으로 감소하며 $t = 0$에서 CV_0이다. 이는 충전된 전하량이 아니라 충전되지 않은 부분에 해당한다. 틀린 표현 $CV_0e^{-t/(RC)} \to$ 올바르게는 $CV_0(1 - e^{-t/(RC)})$이다.

② X: $t = 0$에서 $CV_0(1 - e^{-RC/t})$는 0이 아니라 CV_0에 가까워 초기 조건과 맞지 않는다. 또한 RC 충전의 지수항은 $t/(RC)$이어야 한다. 틀린 표현 $e^{-RC/t} \to$ 올바르게는 $e^{-t/(RC)}$이다.

③ X: e^{-RCt}의 지수 RCt는 무차원이어야 한다는 조건에 맞지 않으며, 전하량도 RC 충전식의 형태가 아니다. 틀린 표현 $\frac{1 - e^{-RCt}}{1 + e^{-RCt}} \to$ 올바르게는 $1 - e^{-t/(RC)}$이다.

④ O: $CV_0(1 - e^{-t/(RC)})$는 $t = 0$에서 0이고 시간이 충분히 지나면 CV_0에 가까워져, 초기 미충전 축전기의 충전 조건을 모두 만족한다.

계산 결과 $q(t) = CV_0(1 - e^{-t/(RC)})$이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

①처럼 지수항만 남긴 식은 충전량이 아니라 남은 미충전량을 나타낸다. 또 ②와 ③처럼 지수의 시간상수 비를 뒤집거나 RC와 t를 곱하면 충전식이 되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

RC 충전 문제는 먼저 $t = 0$에서 전하량이 0인지, $t \to \infty$에서 CV_0인지 확인한다. 이어서 지수의 형태가 $e^{-t/(RC)}$인지 점검한다.

암기 포인트

충전: $q = CV_0(1 - e^{-t/(RC)})$, 남은 미충전량: $CV_0e^{-t/(RC)}$이다.

NoteBase

문 17. 플랑크 상수 h의 차원은? (단, L은 길이, M은 질량, T는 시간을 나타낸다)

① LMT^{-1}

② LMT

③ L^2MT^{-1}

④ L^2MT

정답 3번

출제 포인트

플랑크 상수 h의 차원을 에너지와 진동수의 관계식으로 구하는 문제이다.

조건 정리

플랑크 상수는 광자의 에너지 E와 진동수 ν 사이의 관계 $E = h\nu$로 정의된다. 에너지의 차원은 $[E] = ML^2T^{-2}$, 진동수의 차원은 $[\nu] = T^{-1}$이다.

사용할 공식

$E = h\nu$, 따라서 $h = E/\nu$이다. 에너지에서 진동수로 나누면 플랑크 상수의 차원을 구할 수 있다.

계산 과정

$[h] = [E]/[\nu]$이다.
$[h] = (ML^2T^{-2})/(T^{-1}) = ML^2T^{-1}$이다.
따라서 플랑크 상수의 차원은 L^2MT^{-1}이다.

선지 판단

① X: LMT^{-1}에는 길이의 제곱 L^2이 없다. 틀린 표현 $L \rightarrow$ 올바르게는 L^2이다.
② X: LMT는 길이의 제곱이 없고 시간 지수도 양수이다. 틀린 표현 $LMT \rightarrow$ 올바르게는 L^2MT^{-1}이다.
③ O: L^2MT^{-1}는 $E = h\nu$에서 구한 플랑크 상수의 차원과 일치한다.
④ X: L^2MT는 시간 지수가 $+1$이다. 틀린 표현 $T \rightarrow$ 올바르게는 T^{-1}이다.

오답 포인트

에너지의 시간 지수 T^{-2}만 보고 그대로 쓰거나, 진동수 ν의 차원 T^{-1}로 나눌 때 시간 지수가 하나 증가한다는 점을 놓치기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

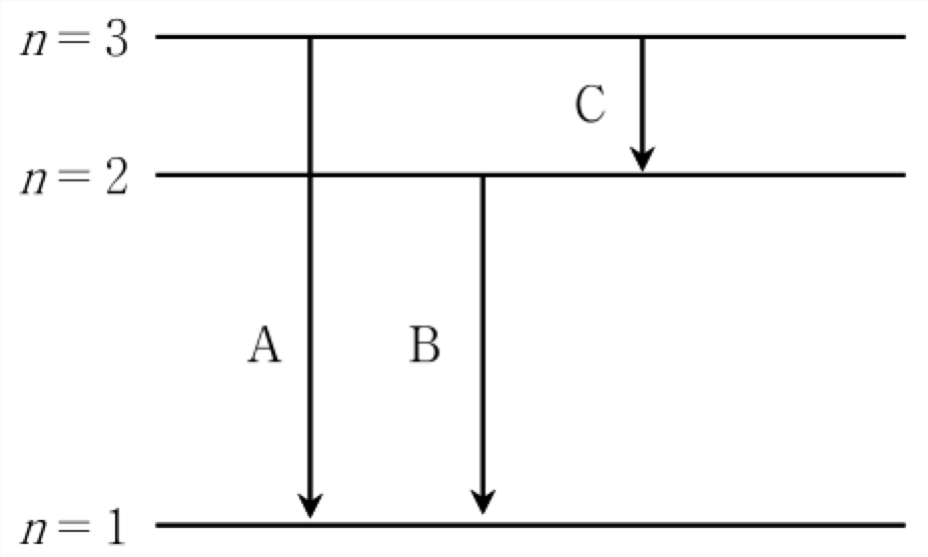
상수의 차원은 그 상수가 들어 있는 기본식에서 미지수를 이항하여 구한다. 이 문항에서는 $h = E/\nu$로 놓고 $[E]$와 $[\nu]$의 차원을 나눈다.

암기 포인트

플랑크 상수는 에너지×시간이므로 $[h] = ML^2T^{-1}$이다.

NoteBase

문 18. 그림은 보어의 수소 원자 모형에 따른 에너지 준위와 이들 준위 사이의 전이를 A, B, C로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 파장이 가장 긴 복사선을 방출하는 전이는 A이다.

ㄴ. 전이 C에서는 전자의 에너지가 증가한다.

ㄷ. 방출하는 빛 에너지의 크기는 A > B > C 순이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄱ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

보어의 수소 원자 에너지 준위에서 전이의 에너지 차와 방출 광자의 에너지·파장 관계를 판단하는 문제이다. 아래 방향 전이는 전자가 더 낮은 에너지 준위로 내려오며 빛을 방출한다.

조건 정리

A는 $n = 3 \rightarrow n = 1$, B는 $n = 2 \rightarrow n = 1$, C는 $n = 3 \rightarrow n = 2$ 전이이다. 수소 원자의 준위는 $E_n = -13.6\text{eV}/n^2$이므로, 전이에서 방출되는 빛의 에너지는 두 준위의 에너지 차와 같다.

사용할 공식

방출 광자에 대해 $\Delta E = hf = hc/\lambda$이다. 따라서 ΔE가 클수록 광자 에너지는 크고 파장 λ는 짧다.

NoteBase

계산 과정

A의 에너지 차는 $13.6(1-1/9)\text{eV}$, B는 $13.6(1-1/4)\text{eV}$, C는 $13.6(1/4-1/9)\text{eV}$이다. 따라서 $\Delta E_A > \Delta E_B > \Delta E_C$이고, 방출 광자의 에너지도 $A > B > C$이다. 반대로 파장은 $\lambda_C > \lambda_B > \lambda_A$이다.

선지별 해설

① X (ㄱ): 가장 긴 파장을 방출하는 전이는 A가 아니라 C이다. 틀린 표현 'A이다' → 올바르게는 'C이다'이다. C의 에너지 차가 가장 작아 파장이 가장 길다.
② X (ㄴ): C는 $n=3 \to n=2$의 아래 방향 전이이므로 전자의 에너지는 증가하지 않고 감소한다. 틀린 표현 '증가한다' → 올바르게는 '감소한다'이다.
③ O (ㄷ): 전이 에너지 차가 $A > B > C$이므로 방출하는 빛의 에너지도 $A > B > C$이다.
④ X (ㄱ, ㄷ): ㄷ만 옳고 ㄱ은 틀리므로 ㄱ과 ㄷ을 함께 고른 ④는 정답이 될 수 없다. 틀린 판단 'ㄱ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄷ'이다.

오답 포인트

화살표의 길이나 출발 준위만 보고 파장을 판단하면 안 된다. 파장은 전이의 세로 길이가 아니라 실제 에너지 차에 반비례한다. 또한 아래 방향 화살표는 언제나 전자의 에너지 감소와 광자 방출을 뜻한다.

다시 나오면 이렇게 판단

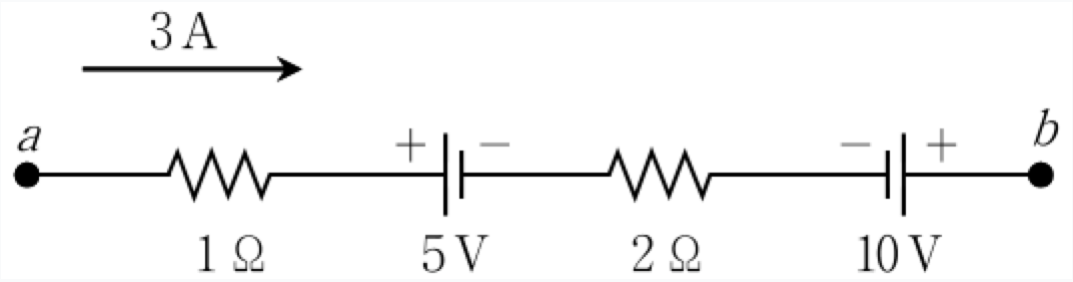
먼저 화살표가 위·아래 중 어느 방향인지로 흡수와 방출을 구분한다. 다음으로 두 준위의 에너지 차를 비교하고, 광자 에너지는 에너지 차에 비례하며 파장은 그에 반비례한다고 적용한다.

암기 포인트

에너지 차가 클수록 빛 에너지는 크고, 파장은 짧다: $\Delta E \uparrow \Rightarrow E_{\text{photon}} \uparrow, \lambda \downarrow$.

NoteBase

문 19. 그림과 같은 회로에서 3A의 전류가 점 a에서 점 b로 흐르고 있을 때 점 a와 점 b 사이의 전위차[V]는?



① 4

② 6

③ 8

④ 10

정답 1번

출제 포인트

전류 방향을 따라 저항과 전지를 지날 때의 전위 변화를 더하여 $V_a - V_b$를 구하는 문제이다.

조건 정리

전류는 a에서 b 방향으로 $3A$ 흐른다. 저항은 각각 1Ω, 2Ω이고, $5V$ 전지는 왼쪽이 +, 오른쪽이 −이며 $10V$ 전지는 왼쪽이 −, 오른쪽이 +이다. 구할 값은 $V_a - V_b$이다.

사용할 공식

저항에서는 전류 방향으로 갈 때 IR만큼 전위가 낮아진다. 전지에서는 −극에서 +극으로 갈 때 전위가 전지의 기전력만큼 높아지고, +극에서 −극으로 갈 때 그만큼 낮아진다. 회로의 각 소자에서 생기는 전위 변화를 합하면 두 점의 전위차를 얻는다.

계산 과정

a에서 b로 이동한다. 1Ω 저항에서는 $-IR = -3V$, $5V$ 전지에서는 +에서 −로 지나므로 $-5V$, 2Ω 저항에서는 $-IR = -6V$, $10V$ 전지에서는 −에서 +로 지나므로 $+10V$이다.

$V_b - V_a = -3 - 5 - 6 + 10 = -4V$

따라서 $V_a - V_b = 4V$이다.

NoteBase

선지 판단

① O: $V_a - V_b = 4V$이므로 옳다.
② X: $6V$가 아니다. 틀린 표현은 전위차가 $6V$라는 부분이며, 올바르게는 $V_a - V_b = 4V$이다. $6V$는 두 번째 저항에서의 전압 강하 $3A \times 2\Omega$만 본 값이다.
③ X: $8V$가 아니다. 틀린 표현은 전위차가 $8V$라는 부분이며, 올바르게는 $V_a - V_b = 4V$이다. $8V$는 회로 전체의 전위 변화를 부호까지 합산하지 않아 생기는 값이다.
④ X: $10V$가 아니다. 틀린 표현은 전위차가 $10V$라는 부분이며, 올바르게는 $V_a - V_b = 4V$이다. $10V$는 오른쪽 전지 하나의 기전력만 본 값이다.

오답 포인트

저항의 전압 강하와 전지의 극성을 같은 부호로 처리하면 오답이 된다. 특히 a에서 b로 갈 때 $10V$ 전지는 $-$에서 $+$로 지나므로 전위가 높아진다는 점을 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

한 방향을 정해 회로를 따라 이동하면서, 저항은 전류 방향이면 $-IR$, 전지는 $- \to +$이면 $+\mathcal{E}$, $+ \to -$이면 $-\mathcal{E}$로 표시해 모두 더한다. 마지막에 문제에서 요구한 전위차의 순서가 $V_a - V_b$인지 $V_b - V_a$인지 확인한다.

암기 포인트

저항은 전류 방향으로 전위 하강, 전지는 $- \to +$로 전위 상승이다.

NoteBase

문 20. 20세기 초에 발견한 현대물리학의 몇 가지 현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 흑체복사 - 흑체로부터 복사 방출되는 에너지는 불연속적인 값을 갖는다.

② 광전효과 - 금속 표면에 빛을 비추어 방출되는 전자의 에너지는 입사된 빛의 세기에 비례한다.

③ 드브로이 파장 - 입자가 가지는 파동성을 기술하는 것으로 드브로이 파장은 입자의 운동량에 반비례한다.

④ 불확정성 원리 - 입자의 위치와 운동량을 동시에 측정하는 경우 입자의 위치 불확정도 Δx와 운동량 불확정도 Δp의 곱은 0이 될 수 없다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 흑체복사, 광전효과, 드브로이 파장, 불확정성 원리의 핵심 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

흑체복사는 흑체가 방출하는 열복사로, 플랑크의 양자가설에 따라 방출·흡수되는 에너지가 $E = nh\nu$처럼 진동수의 정수배로만 존재하여 불연속적(양자화)인 값을 갖는다. 광전효과는 빛이 전자를 방출시키는 현상이며, 방출 전자의 최대 운동에너지는 빛의 세기가 아니라 진동수에 의해 결정된다. 빛의 세기는 방출되는 전자 수에 주로 영향을 준다. 드브로이 파장은 물질 입자의 파동성을 나타내며 $\lambda = h/p$이다. 불확정성 원리는 $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$로 나타나며, 위치와 운동량을 동시에 임의로 정확하게 정할 수 없다는 뜻이다.

선지별 해설

① O. 흑체복사에서 흑체로부터 방출되는 에너지는 플랑크의 양자가설에 따라 $h\nu$의 정수배로만 존재하므로 양자화되어 불연속적인 값을 갖는다.
② X. 틀린 표현은 '입사된 빛의 세기에 비례한다'이다. 광전자의 최대 운동에너지는 입사광의 진동수가 클수록 커지며, 빛의 세기는 주로 방출 전자 수를 변화시킨다.
③ O. 드브로이 파장은 $\lambda = h/p$이므로 입자의 운동량 p에 반비례한다.
④ O. 위치와 운동량을 동시에 측정할 때 $\Delta x \Delta p$를 0으로 만들 수 없으므로, 두 물리량을 동시에 정확히 정할 수 없다.

오답 포인트

②는 빛의 '세기'와 '진동수'의 역할을 바꾸어 놓은 선지이다. 세기는 광전자의 수, 진동수는 광전자의 최대 운동에너지와 관련된다.

다시 나오면 이렇게 판단

광전효과 선지에서는 전자의 에너지인지 전자 수인지 먼저 구분한다. 에너지라면 진동수, 전자 수라면 빛의 세기를 연결해 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

광전효과: 진동수는 에너지, 세기는 전자 수이다.

NoteBase