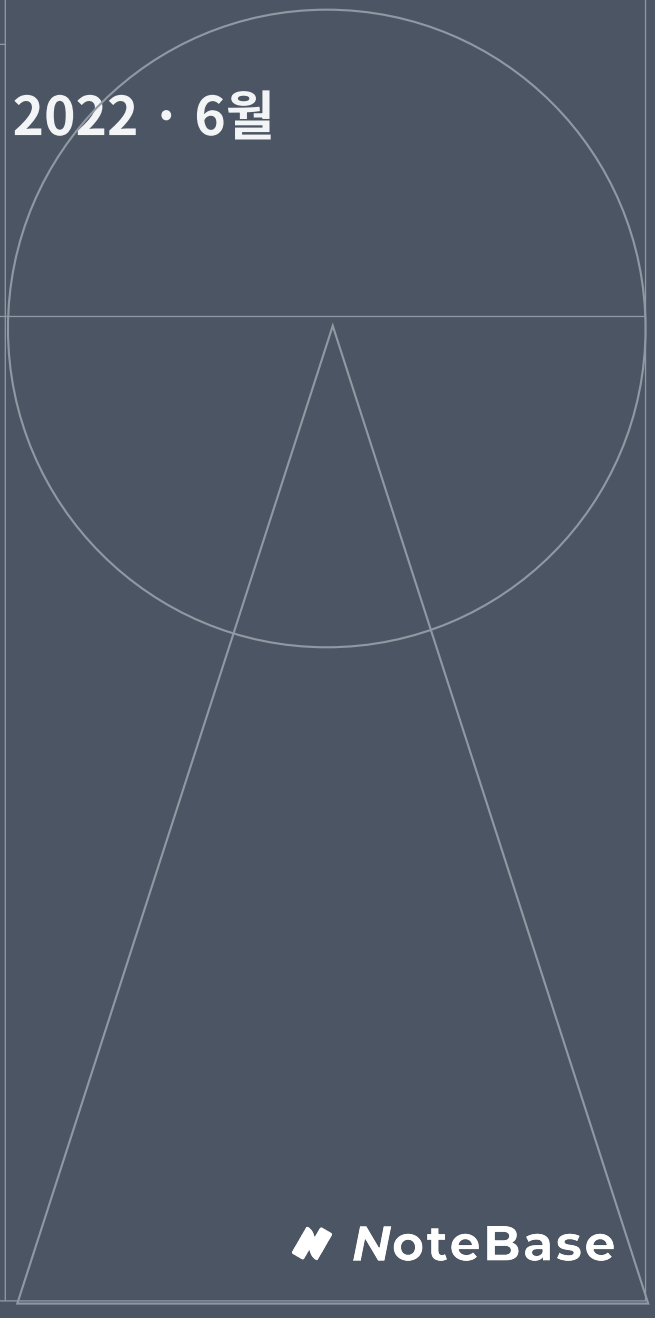
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 물리 · 2022 · 6월



NoteBase

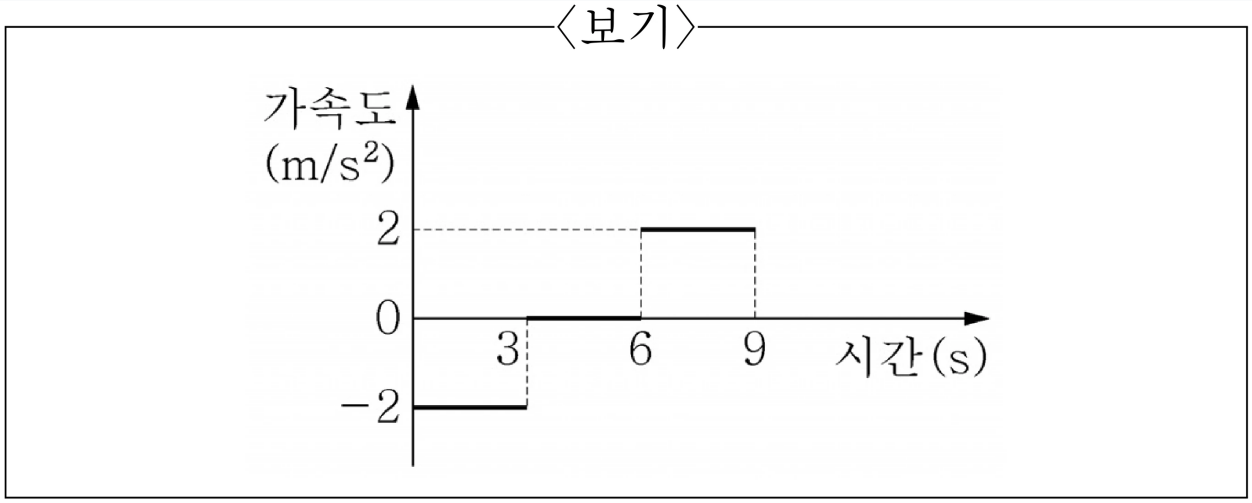
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 물리 · 2022 · 6월

공무원/서울시/9급 · 물리 · 2022 · 6월

문 1. <보기>는 일직선 상에서, 0초일 때 1m/s의 속력으로 운동하는 물체의 가속도를 시간에 따라 나타낸 것이다. 이 물체의 운동에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, 0초일 때 물체의 운동 방향을 (+)로 한다.)

〈보기〉



① 0~9초 동안 운동 방향은 바뀌지 않았다.

② 4초일 때의 속력은 5m/s이다.

③ 0~9초 사이에 0초일 때의 위치로부터 변위의 크기는 9초일 때가 가장 크다.

④ 0초부터 3초까지 처음과 같은 방향으로 6m 이동한다.

정답 2번

간단한 해설

0~3초 동안 속도는 1 m/s에서 −5 m/s로 변하고, 3~6초에는 **가속도가 0이므로 속도가 일정**하다. 따라서 4초의 속도는 −5 m/s이고, 속력은 그 크기인 5 m/s이다.

NoteBase

선지별 해설

처음 운동 방향이 (+)이므로 초기 속도는 +1 m/s이다. 그래프에서 가속도는 0~3초에 −2 m/s^2, 3~6초에 0, 6~9초에 +2 m/s^{2}이다. 각 구간에서는 가속도가 일정하므로 속도 변화량은 가속도×시간이고, 변위는 구간 처음과 끝 속도의 평균에 시간을 곱하여 구한다. 속력은 속도의 크기이며, 운동 방향은 속도의 부호로 판단한다.

① X: 0~3초의 속도는 $v = 1 - 2t$이므로 0.5초에 0이 된 뒤 음수로 바뀐다. 3초의 속도는 1 − 2×3 = −5 m/s이고, 6초까지 유지된다. 6~9초에는 $v = -5 + 2(t - 6)$이므로 8.5초에 0이 된 뒤 양수로 바뀐다. 따라서 **0.5초와 8.5초에 운동 방향이 바뀐다**. 여기서 t의 단위는 초, v의 단위는 m/s이다.

② O: 3초의 속도는 1 − 2×3 = −5 m/s이다. 3~6초에는 가속도가 0이므로 **정지하는 것이 아니라 −5 m/s로 등속 운동**한다. 따라서 4초에도 속도는 −5 m/s이며, 속력은 5 m/s이다.

③ X: 처음 위치를 0으로 두면 3초의 위치는 $\frac{1+(-5)}{2} \cdot 3 = -6$m이고, 6초에는 −6 − 5×3 = −21 m이다. 6~8.5초의 변위는 $\frac{-5+0}{2} \cdot 2.5 = -6.25$m이므로 8.5초의 위치는 −27.25 m이다. 이후에는 (+)방향으로 돌아와 9초의 위치가 −27 m가 된다. 처음 0~0.5초에 (+)방향으로 가장 멀리 간 위치도 $\frac{1+0}{2} \cdot 0.5 = 0.25$m에 불과하다. 따라서 처음 위치로부터 변위의 크기는 **8.5초에 27.25 m로 가장 크다**.

④ X: 0~3초의 변위는 $\frac{1+(-5)}{2} \cdot 3 = -6$m이다. 이는 3초에 처음 위치보다 **처음 운동 방향의 반대쪽으로 6 m 떨어져 있다**는 뜻이다. 물체는 0.5초까지 처음 방향으로 움직이다가 방향을 바꾸므로, 3초 동안 처음과 같은 방향으로만 6 m 이동한 것이 아니다.

NoteBase

문 2. 두 위성 A, B가 행성을 중심으로 등속원운동을 하고 있다. 행성 중심으로부터 A, B 중심까지의 거리는 각각 2r, 3r이다. A와 B의 가속도 크기를 각각 a_A, a_B라 하고, 공전주기를 각각 T_A, T_B라고 할 때, $a_A : a_B$와 $T_A : T_B$를 옳게 짝지은 것은? (단, A와 B에는 행성에 의한 만유인력만 작용한다.)

① $a_A : a_B$: 2:3, $T_A : T_B$: $\sqrt{2} : \sqrt{3}$

② $a_A : a_B$: 4:9, $T_A : T_B$: $\sqrt{2} : \sqrt{3}$

③ $a_A : a_B$: 4:9, $T_A : T_B$: $2\sqrt{2} : 3\sqrt{3}$

④ $a_A : a_B$: 9:4, $T_A : T_B$: $2\sqrt{2} : 3\sqrt{3}$

정답 4번

간단한 해설

같은 행성 주위를 돌 때 가속도는 **궤도반지름의 제곱에 반비례**하고, 공전주기는 **궤도반지름의 3/2제곱에 비례**한다. 반지름이 2r, 3r이므로 $a_A : a_B = 9 : 4$, $T_A : T_B = 2\sqrt{2} : 3\sqrt{3}$이다.

계산 과정

행성의 질량을 M, 위성의 질량을 m, 궤도반지름을 R, 만유인력 상수를 G라 하자. 위성에는 **행성의 만유인력만 작용**하므로 이 힘이 원운동의 구심력이다. 뉴턴 운동 법칙에 따라 $ma = \frac{GMm}{R^2}$이므로 $a = \frac{GM}{R^2}$이다. 위성의 질량 m은 약분되며, 두 위성은 같은 행성 주위를 돌므로 GM도 같다.

가속도의 비: $a \propto \frac{1}{R^2}$에 반지름 2r, 3r을 대입하면 $a_A : a_B = \frac{1}{(2r)^2} : \frac{1}{(3r)^2} = 9 : 4$이다. 행성에 더 가까운 A의 가속도가 B보다 크다.

공전주기의 관계: 등속원운동에서 한 바퀴의 거리 2πR을 주기 T로 나누면 속력이므로 $v = \frac{2\pi R}{T}$이다. 이를 구심가속도 $a = \frac{v^2}{R}$에 대입하여 중력에 의한 가속도와 같게 놓으면 $\frac{4\pi^2 R}{T^2} = \frac{GM}{R^2}$이다. 정리하면 $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} R^3$이므로 **같은 행성 주위에서는** $T \propto R^{3/2}$이다.

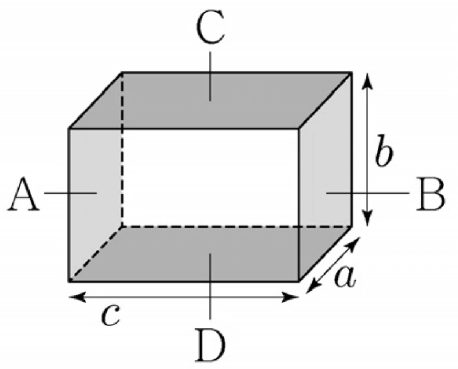
공전주기의 비: $T_A : T_B = (2r)^{3/2} : (3r)^{3/2}$에서 공통인 $r^{3/2}$을 약분하면 $T_A : T_B = 2\sqrt{2} : 3\sqrt{3}$이다. 궤도반지름이 큰 B가 한 바퀴 도는 데 더 오래 걸린다.

따라서 가속도의 비 9:4와 공전주기의 비 $2\sqrt{2} : 3\sqrt{3}$을 짝지은 ④에 해당한다. 두 비는 각각 같은 종류의 물리량을 비교하므로 단위가 없다.

NoteBase

문 3. <보기>와 같이 직육면체 금속의 세 변의 길이의 비가 $a : b : c = 1 : 2 : 3$이다. 10V의 전원을 A와 B 단자(양 옆면)에 걸었을 때, 소비전력을 P_{AB}라 하고, 같은 전원을 C와 D 단자(위, 아래면)에 걸었을 때 소비전력을 P_{CD}라 할 때, $P_{AB} : P_{CD}$ 값은? (단, 두 단자는 금속 내에 균일한 전류를 형성하게 한다.)

〈보기〉



① 2 : 3

② 3 : 2

③ 4 : 9

④ 9 : 4

정답 3번

간단한 해설

같은 전압을 걸면 소비전력은 **저항에 반비례**한다. A–B 방향과 C–D 방향의 저항비가 9 : 4이므로, 소비전력비는 4 : 9이다.

NoteBase

계산 과정

금속 내부에 균일한 전류가 흐르므로 저항은 $R = \rho\frac{\ell}{S}$로 구한다. 여기서 ρ는 금속의 비저항, ℓ은 전류가 흐르는 방향의 길이, S는 **전류 방향에 수직인 단면적**이다. 같은 금속이므로 두 방향의 비저항은 같다.

A–B 방향: 그림에서 양 옆면 사이의 거리는 c이고, 전류에 수직인 옆면의 넓이는 ab이다. 따라서 $R_{AB} = \rho\frac{c}{ab}$이다.

C–D 방향: 위아래 면 사이의 거리는 b이고, 전류에 수직인 윗면과 아랫면의 넓이는 ac이다. 따라서 $R_{CD} = \rho\frac{b}{ac}$이다.

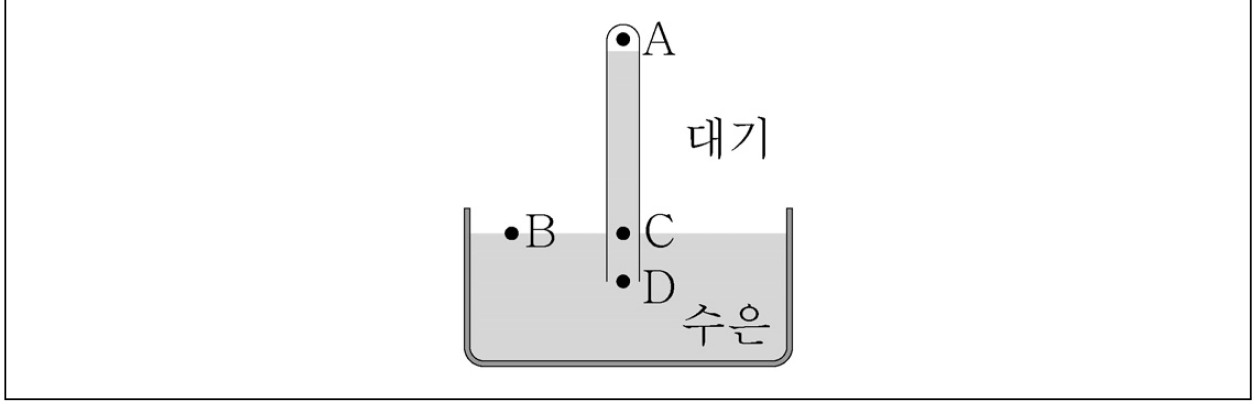
저항비: 두 저항의 비를 구하면 $\frac{R_{AB}}{R_{CD}} = \frac{c^2}{b^2}$이다. 주어진 길이의 비에서 b : c = 2 : 3이므로 $\frac{R_{AB}}{R_{CD}} = \frac{9}{4}$이다. 즉 A–B 방향의 저항이 더 크다.

소비전력비: 전력은 $P = VI$이고, 옴의 법칙 $I = \frac{V}{R}$을 적용하면 $P = \frac{V^2}{R}$이다. 두 경우 모두 **전압이 10 V로 같으므로** 소비전력의 비는 저항비의 역수가 된다. 따라서 $\frac{P_{AB}}{P_{CD}} = \frac{R_{CD}}{R_{AB}} = \frac{4}{9}$이다. 소비전력비는 4 : 9로, ③에 해당하며 비에는 단위가 없다.

NoteBase

문 4. <보기>는 수은 기둥 기압계와 지점 A, B, C, D를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, B의 높이는 수은면 표면이고, C의 높이는 B의 높이와 같다. 또한 수은 기둥의 위쪽 공간은 진공으로 가정한다.)

〈보기〉



① A의 절대압력은 대기압의 크기에 따라 바뀐다.

② B의 절대압력은 A보다 크고 C보다 작다.

③ C의 절대압력은 대기압과 같다.

④ D의 절대압력은 C와 같다.

정답 3번

간단한 해설

대기에 노출된 수은 표면 B에는 대기압이 작용한다. C는 B와 이어진 정지한 수은 속에서 **B와 같은 높이**에 있으므로, C의 절대압력도 대기압과 같다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 절대압력은 완전한 진공을 기준으로 측정한 압력이다. A는 진공으로 가정한 공간에 있으므로 절대압력은 **대기압과 관계없이 0**이다. 대기압이 변하면 수은 기둥의 높이가 달라지지만, 진공인 A의 절대압력이 변하는 것은 아니다.

② X: B는 대기에 노출된 수은 표면이므로 절대압력이 대기압과 같고, 진공인 A의 절대압력보다 크다. 다만 B와 C는 서로 연결된 정지한 수은에서 같은 높이에 있으므로 **절대압력이 서로 같다**. 따라서 B의 절대압력이 C보다 작다는 부분을 고쳐야 한다.

③ O: 정지한 같은 액체가 서로 연결되어 있으면 같은 높이에서 압력이 같다. C는 관 안에 있지만, 관 아래쪽을 통해 바깥 수은과 연결되어 있고 대기에 노출된 표면 B와 높이가 같다. 따라서 C의 절대압력은 B의 절대압력, 즉 **대기압과 같다**.

④ X: 정지한 액체에서는 아래로 내려갈수록 위에 놓인 액체의 무게 때문에 압력이 커진다. 그림에서 D는 C보다 낮은 곳에 있으므로, D의 절대압력은 **C보다 크다**. 두 지점의 압력이 같다는 설명은 성립하지 않는다.

NoteBase

문 5. 반지름이 R인 내부가 꽉찬 도체 구가 양의 전하량 Q로 대전되어 있다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 도체 구 표면의 전위의 크기는 구의 반지름에 반비례한다.

② 도체 구 중심의 전위는 0이다.

③ 전하는 도체 구 전체에 균일하게 분포한다.

④ 도체 구 겉표면의 전기장은 0이다.

정답 1번

간단한 해설

도체 구 표면의 전위는 $V = k\frac{Q}{R}$이므로, 전하량 Q가 일정하면 그 크기는 **반지름에 반비례**한다. 이때 무한대의 전위를 0으로 둔다.

선지별 해설

① O: 무한대의 전위를 0으로 두면, 대전된 도체 구 바깥의 전위는 전하 Q가 구 중심에 모인 점전하의 전위와 같다. 따라서 반지름 R인 표면의 전위는 $V = k\frac{Q}{R}$이다. 여기서 k는 쿨롱 상수이며, **전하량 Q가 일정할 때** 표면 전위의 크기는 R에 반비례한다.

② X: 정전기 평형에서 도체 내부의 전기장이 0이므로, 내부의 두 점 사이에 전위차가 없다. 따라서 중심의 전위도 **표면과 같은 전위**인 $V = k\frac{Q}{R}$이며, Q가 양수이므로 0보다 크다. 전기장이 0이라는 것은 전위가 위치에 따라 변하지 않는다는 뜻이지, 전위 자체가 0이라는 뜻은 아니다.

③ X: 도체에는 자유롭게 움직일 수 있는 전하가 있어, 정전기 평형에 도달하면 대전된 전하 Q는 **도체의 겉표면에만 분포**한다. 외부 전기장이 없는 구에서는 구 대칭성에 따라 겉표면에 균일하게 분포하며, 구 내부의 부피 전체에 균일하게 분포하는 것이 아니다.

④ X: 전기장이 0인 곳은 정전기 평형 상태의 **도체 내부**이다. 겉표면 바로 바깥에서는 구 중심에 놓인 점전하 Q와 같은 전기장이 형성되므로 그 크기는 $E = k\frac{Q}{R^2}$이고 0이 아니다. Q가 양수이므로 방향은 표면에 수직으로 구 바깥쪽이다.

NoteBase

문 6. 주파수가 5GHz인 파동이 2μ초 동안 발생하였다. 이 파동의 총 진동 횟수는?

① 10회

② 100회

③ 1,000회

④ 10,000회

정답 4번

간단한 해설

총 진동 횟수는 **주파수에 발생 시간을 곱한 값**이다. 5 GHz의 파동이 2 μ초 동안 발생하면 총 10,000회 진동한다.

계산 과정

주파수 f는 **1초 동안의 진동 횟수**이다. 주파수가 일정할 때 발생 시간 t 동안의 총 진동 횟수 N은 $N = ft$로 구한다.

주파수와 시간의 단위를 맞추면 $f = 5 \times 10^{9}\text{Hz}$, $t = 2 \times 10^{-6}\text{s}$이다. 여기서 Hz는 초당 진동 횟수를 나타내므로, 초 단위 시간과 곱하면 진동 횟수가 된다.

값을 대입하면 $N = (5 \times 10^{9})(2 \times 10^{-6})$이다. 따라서 $N = 10 \times 10^{3} = 10^{4}$이므로 총 진동 횟수는 10,000회이며, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 7. <보기>의 빈칸에 들어갈 숫자는?

<보기>
일직선대로변의 멀리 떨어진 두 지점에 두 사람이 각각 서있다. 이때 구급차가 사이렌을 울리며 대로를 지나갔다. 두 사람이 들은 사이렌 음 중 주파수가 높은 것이 낮은 것보다 10% 더 높았다면, 구급차는 음속의 약 ____%의 속력으로 질주한 것이다.

① 1
② 2
③ 5
④ 10

정답 3번

간단한 해설

다가오는 구급차의 소리는 높게, 멀어지는 구급차의 소리는 낮게 들리는 **도플러 효과**를 적용한다. 두 주파수의 비가 1.10이면 구급차 속력은 **음속의 약 4.8%, 즉 약 5%**이다.

계산 과정

음속을 c, 구급차의 속력을 v, 사이렌의 원래 주파수를 f_0라 하자. 구급차가 두 사람 사이를 지날 때 한 사람에게는 다가가고 다른 사람에게서는 멀어진다. 사이렌의 원래 주파수와 구급차 속력은 일정하고 바람의 영향은 무시하며, 소리가 대로 방향으로 전달되는 모형을 적용한다.

구급차가 다가가는 쪽에서는 파면 사이의 간격이 좁아져 높은 주파수 $f_H = \frac{c}{c-v} f_0$가 들린다. 멀어지는 쪽에서는 파면 사이의 간격이 넓어져 낮은 주파수 $f_L = \frac{c}{c+v} f_0$가 들린다. 두 사람은 정지해 있으므로 **음원의 운동에 따른 파장 변화**를 반영한 식이다.

높은 주파수가 **낮은 주파수보다 10% 높다**는 조건은 $f_H = 1.10 f_L$이라는 뜻이다. 두 주파수의 비를 구하면 원래 주파수가 소거되어 $\frac{f_H}{f_L} = \frac{c+v}{c-v} = 1.10$이다.

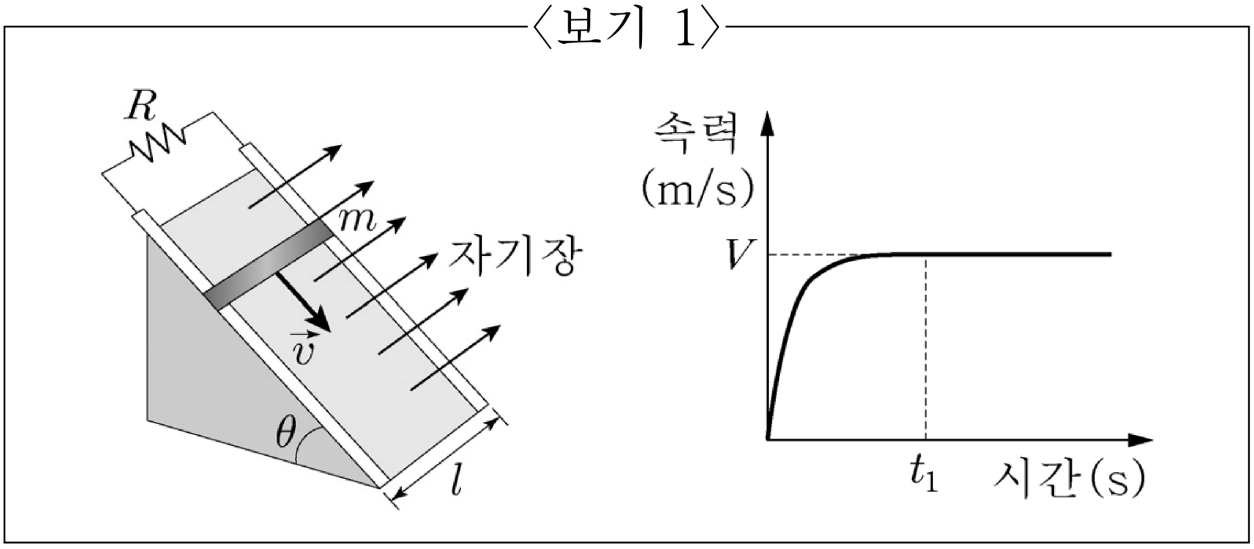
이를 정리하면 $c + v = 1.10(c - v)$이므로 $2.10v = 0.10c$이다. 따라서 $\frac{v}{c} = \frac{0.10}{2.10} = \frac{1}{21}$이다. 이 비는 구급차 속력이 음속의 어느 정도인지를 나타낸다.

백분율로 바꾸면 $\frac{v}{c} \times 100\% = \frac{100}{21}\% \approx 4.76\%$이다. 구급차는 음속의 약 5%로 달리므로 빈칸에는 ③의 5가 들어간다.

NoteBase

문 8. <보기 1>과 같이 경사각이 θ인 빗면에 수직 방향으로 균일한 자기장이 형성되어 있다. 이 빗면에 저항 R이 연결된 도선을 놓고 그 위에 도체 막대를 가만히 올려 놓아 미끄러져 내려가게 한 후, 시간에 따른 도체 막대의 속력 그래프를 얻었다. 도체 막대의 길이는 l이고 질량은 m이며, 자기장의 세기는 B이다. t_1초 이후에 도체 막대가 등속운동을 한다고 할 때, <보기 2>에서 옳은 설명을 모두 고른 것은? (단, 모든 마찰은 무시하고, 도선과 도체 막대의 전기 저항도 저항 R에 비해 매우 작다고 가정하여 무시한다. 또한 중력가속도는 g라 한다.)

〈보기 1〉



<보기 2>

ㄱ. 0초부터 t_1초까지 도체 막대에 흐르는 전류는 감소한다.

ㄴ. t_1초 이후에 도체 막대에 작용하는 중력과 자기력은 평형을 이룬다.

ㄷ. t_1초 이후에 속력은 $V=\frac{mgR\sin\theta}{B^2l^2}$이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

간단한 해설

등속운동할 때 자기력은 **중력의 빗면 방향 성분**과 크기가 같고 방향이 반대이다. 이 조건으로 구한 종단 속력은 $V=\frac{mgR\sin\theta}{B^2l^2}$이다.

NoteBase

보기별 해설

자기장이 빗면에 수직이고 막대가 자신의 길이 방향에 수직으로 움직이므로, 속력이 v일 때 유도 기전력의 크기는 $\mathcal{E} = BlV$이다. 회로의 저항은 R이므로 전류의 크기는 $I = \frac{BlV}{R}$이고, 렌츠 법칙에 따라 막대에는 운동을 방해하는 빗면 위쪽 방향으로 자기력이 작용한다.

ㄱ. X: 그래프에서 0초부터 t_1초까지 막대의 속력은 0에서 V까지 증가한다. B, l, R이 일정하므로 $I = \frac{BlV}{R}$에 따라 전류도 **감소하는 것이 아니라 증가한다**. 그래프의 기울기가 줄어드는 것은 속력의 증가율인 가속도가 작아진다는 뜻이며, 속력 자체가 줄어든다는 뜻은 아니다.

ㄴ. X: 등속운동은 막대에 작용하는 모든 힘의 합이 0이라는 뜻이다. 막대에는 중력과 자기력 외에 도선이 떠받치는 수직항력도 작용한다. 자기력은 **중력 전체가 아니라 빗면 방향 성분** $mg\sin\theta$와 평형을 이루며, 중력의 빗면 수직 성분 $mg\cos\theta$는 수직항력과 평형을 이룬다.

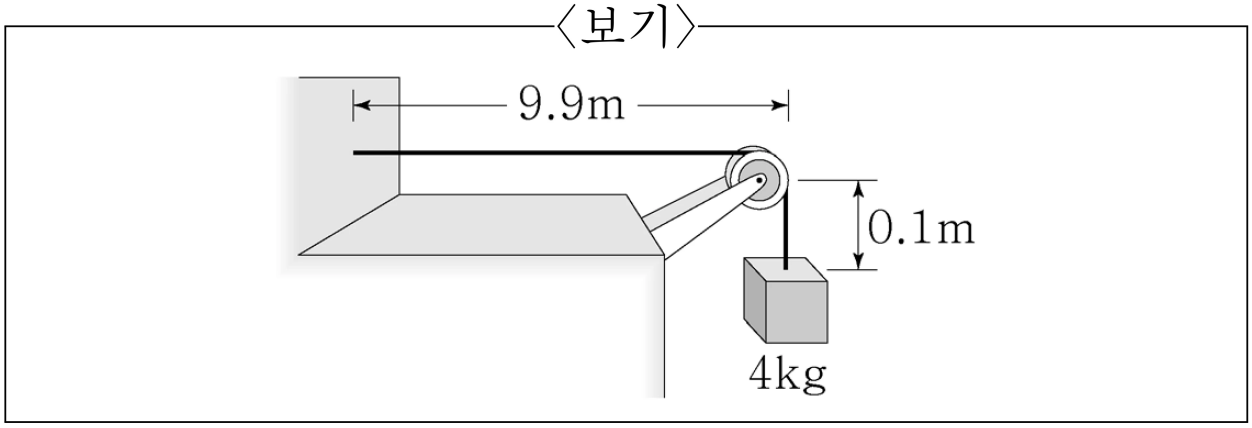
ㄷ. O: 자기장은 막대와 수직이므로 자기력의 크기는 $F_B = BIl$이다. t_1초 이후에는 속력이 V로 일정하고 전류는 $I = \frac{BlV}{R}$이므로, $F_B = \frac{B^2l^2V}{R}$이다. **빗면 방향의 알짜힘이 0**이 되는 조건은 $mg\sin\theta = \frac{B^2l^2V}{R}$이며, 이를 풀면 $V = \frac{mgR\sin\theta}{B^2l^2}$이다.

옳은 보기는 ㄷ만이므로 ③에 해당한다.

NoteBase

문 9. <보기>는 밀도가 균일한 줄에 질량이 4kg인 추를 매달아 벽과 도르래 사이에 걸쳐둔 모습을 나타낸 것이다. 줄의 총 질량은 1kg이고 총 길이는 10m이다. 벽과 도르래를 연결하는 줄에서 파동의 속력[m/s]은? (단, 중력가속도는 10m/s^{2}이며, 도르래의 마찰과 질량은 무시한다.)

〈보기〉



① 5

② 10

③ 15

④ 20

정답 4번

간단한 해설

줄의 파동 속력은 **장력과 선밀도**로 결정된다. 선밀도는 0.1 kg/m이고 추에 의한 장력은 약 40 N이므로, $v = \sqrt{T/\mu}$를 적용하면 속력은 약 20 m/s이다.

NoteBase

계산 과정

선밀도 구하기: 선밀도 μ는 **줄의 단위 길이당 질량**이다. 줄의 밀도가 균일하므로 전체 질량 1 kg을 전체 길이 10 m로 나누면 $\mu = \frac{1}{10} = 0.1\text{kg/m}$이다. 벽과 도르래 사이 9.9 m 구간에도 같은 선밀도를 적용한다.

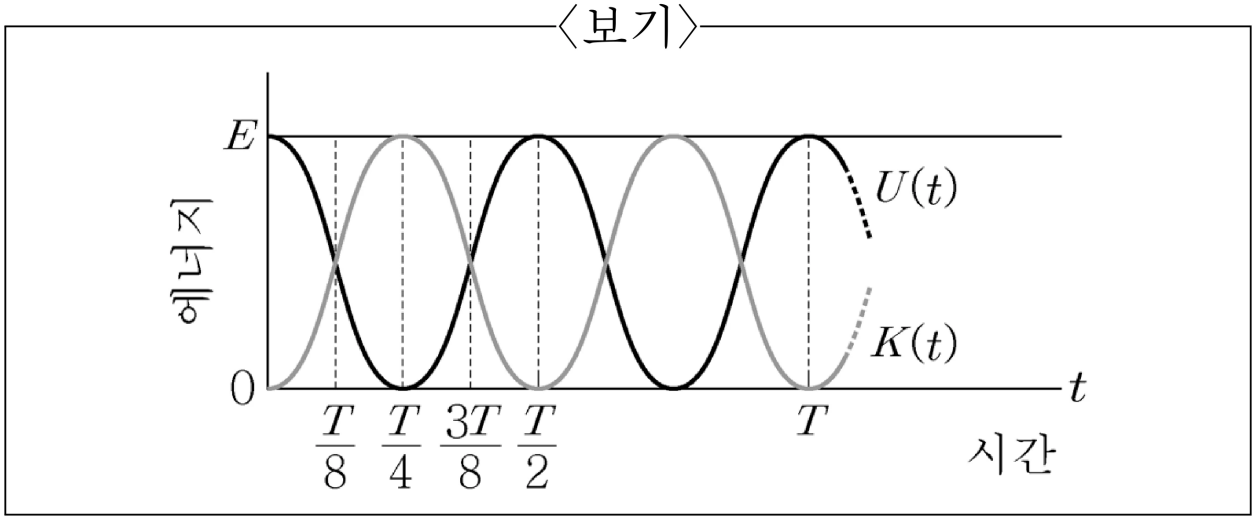
장력 구하기: 추는 정지해 있으므로 추 바로 위에서 줄이 당기는 힘은 추의 무게 $4 \times 10 = 40$ N이다. 그림에서 수직으로 매달린 줄의 길이는 0.1 m이므로 이 부분의 질량은 $0.1 \times 0.1 = 0.01$ kg이다. 이 줄의 무게까지 포함하면 도르래 쪽 장력은 $(4 + 0.01) \times 10 = 40.1$ N이다. **도르래의 마찰과 질량을 무시**하므로 벽과 도르래 사이 줄에도 이 장력이 전달된다.

파동 속력 구하기: 팽팽한 줄을 따라 진행하는 작은 횡파의 속력은 $v = \sqrt{T/\mu}$이다. 장력 T는 줄을 원래 위치로 되돌리는 힘을 제공하고, 선밀도 μ는 움직여야 할 줄의 질량을 나타낸다. 값을 대입하면 $v = \sqrt{\frac{40.1}{0.1}} = \sqrt{401}\,\text{m/s}$이므로 약 20 m/s이다. 이는 ④의 20에 해당한다.

NoteBase

문 10. <보기>는 어떤 용수철에 매달린 물체의 단진동운동의 운동에너지 $K(t)$와 위치에너지 $U(t)$를 시간에 따라 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

〈보기〉



① 시간 $\frac{T}{8}$일 때와 $\frac{3T}{8}$일 때 물체의 운동 방향은 반대이다.

② 매시간 운동에너지와 위치에너지의 합은 같다.

③ 시간 $\frac{T}{4}$일 때 물체는 평형 위치에 있다.

④ 시간 T동안 물체는 평형 위치를 2번 지난다.

정답 1번

간단한 해설

$\frac{T}{8}$과 $\frac{3T}{8}$ 사이에서 물체는 평형 위치를 통과하지만 **운동 방향은 바뀌지 않는다**. 방향은 속력이 0이 되는 진동의 양 끝점에서 바뀐다.

NoteBase

선지별 해설

단진동하는 물체는 평형 위치에서 속력이 최대이고, 진동의 양 끝점에서 속력이 0이 된다. 운동 방향은 양 끝점에서 바뀌며, 평형 위치를 지날 때에는 유지된다.

① X: 그래프에서 운동에너지는 처음과 $\frac{T}{2}$일 때 0이고, 그 사이에는 계속 양수이다. 따라서 물체는 이 구간에서 멈추거나 방향을 바꾸지 않고 한쪽 끝점에서 반대쪽 끝점으로 이동한다. $\frac{T}{8}$과 $\frac{3T}{8}$은 모두 이 구간에 있으므로 운동 방향은 반대가 아니라 **같다**.

② O: 운동에너지가 증가할 때 위치에너지는 감소하고, 운동에너지가 감소할 때 위치에너지는 증가한다. 에너지 손실 없이 두 에너지가 서로 전환되므로 **운동에너지와 위치에너지의 합**은 $K(t) + U(t) = E$로 일정하다.

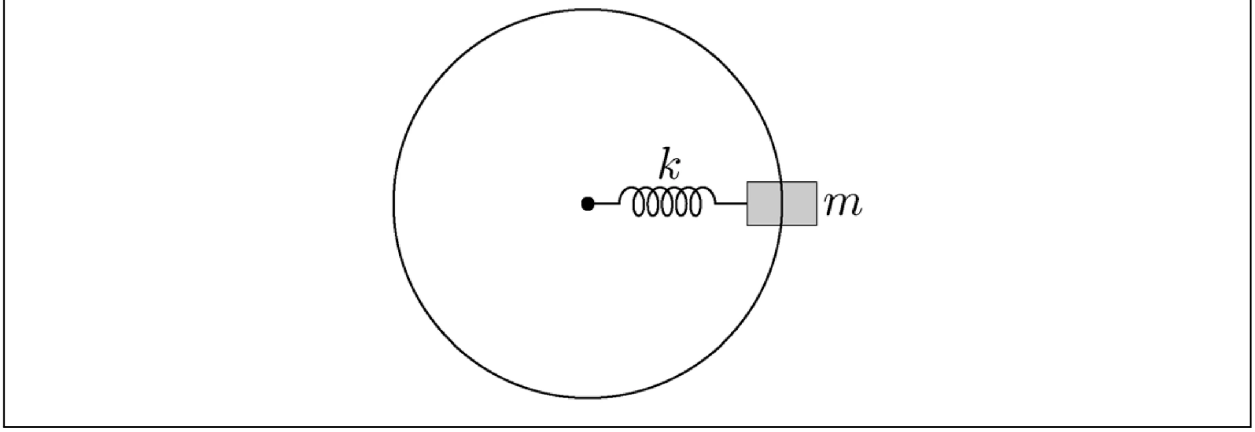
③ O: $\frac{T}{4}$일 때 그래프에서 위치에너지는 0이고 운동에너지는 E로 최대이다. 이는 물체가 **평형 위치**를 지나며 속력이 최대가 되는 순간이다.

④ O: 처음에 물체는 한쪽 끝점에서 출발하여 $\frac{T}{4}$일 때 평형 위치를 지나고, $\frac{T}{2}$일 때 반대쪽 끝점에 도달한다. 이후 되돌아오면서 $\frac{3T}{4}$일 때 평형 위치를 다시 지나 T일 때 처음 끝점으로 돌아온다. 따라서 **한 주기 T 동안 평형 위치를 2번** 지난다.

NoteBase

문 11. 용수철 상수 $k = 20$ N/m이고 고유 길이가 1m인 용수철을 질량 2kg인 물체와 연결한 후 마찰이 없는 평면에 놓았다. <보기>와 같이 평면에서 물체가 용수철에 매달려 등속 원운동하고 있을 때 용수철의 길이는 1.5m였다. 이때, 용수철에 저장된 탄성에너지와 물체의 운동에너지의 비는? (단, 용수철의 무게는 무시한다.)

〈보기〉



① 1 : 1

② 1 : 1.5

③ 1 : 2

④ 1 : 3

정답 4번

간단한 해설

용수철의 **늘어난 길이는 0.5 m**이고, 원운동의 **반지름은 1.5 m**이다. 탄성력이 구심력으로 작용하므로 탄성에너지는 2.5 J, 운동에너지는 7.5 J이며, 두 에너지의 비는 1 : 3이다.

NoteBase

계산 과정

길이 구분: 용수철 상수는 k = 20 N/m, 물체의 질량은 m = 2 kg이다. 고유 길이가 1 m이고 원운동 중 길이가 1.5 m이므로, 늘어난 길이는 x = 1.5 − 1 = 0.5 m이다. 그림에서 용수철이 원의 중심과 물체를 연결하므로 반지름은 r = 1.5 m이다. **늘어난 길이 x와 반지름 r을 구별**해야 한다.

탄성에너지: 용수철에 저장된 탄성에너지 U는 **고유 길이에서 늘어난 길이**를 이용하여 $U = \frac{1}{2}kx^2$로 구한다. 따라서 $U = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot (0.5)^2 = 2.5$ J이다.

운동에너지: 마찰이 없는 평면에서 중심을 향하는 탄성력이 **구심력으로 작용**한다. 탄성력의 크기는 F = kx = 20 × 0.5 = 10 N이다. 속력을 v라 하면 $\frac{mv^2}{r} = F$이므로 $mv^2 = Fr$이다. 따라서 운동에너지 K는 $K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}Fr$이고, $K = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1.5 = 7.5$ J이다.

에너지의 비: 탄성에너지 : 운동에너지 = 2.5 : 7.5 = 1 : 3이다. 이는 ④의 비와 일치한다.

NoteBase

문 12. 공기 중에서 운동하는 물체에 작용하는 끌림힘(drag force)은 물체의 운동 방향의 단면적에 비례하고 또한 속력의 제곱에 비례한다. 질량이 M인 물체를 낙하산에 매달아 공중에서 수직으로 떨어뜨렸더니 종단속력 v로 지면에 떨어졌다. 같은 낙하산에 질량이 $2M$인 물체를 매달아 떨어뜨렸을 때 이 물체의 종단속력은? (단, 두 물체는 충분히 높은 지점에서 떨어졌다고 가정하고 질량을 가진 물체의 크기는 무시한다.)

① 4v

② 2v

③ $\sqrt{2}v$

④ v

정답 3번

간단한 해설

종단속력에서는 **중력과 끌림힘이 평형**을 이룬다. 같은 낙하산에서 끌림힘은 속력의 제곱에 비례하므로, 질량이 2배가 되면 종단속력은 $\sqrt{2}$배인 $\sqrt{2}v$가 된다.

계산 과정

같은 낙하산을 사용하고 물체의 크기를 무시하므로 **운동 방향의 단면적은 같다**. 낙하산의 단면적을 A, 공기 저항의 비례상수를 k, 낙하 속력을 u라 하면 끌림힘의 크기는 $F_d = kAu^2$이다.

충분히 높은 곳에서 떨어뜨렸으므로 종단속력에 도달한다. 종단속력은 더 이상 속력이 증가하지 않는 속력으로, 이때 **가속도는 0**이다. 따라서 아래쪽 중력과 위쪽 끌림힘의 크기가 같아야 한다. 중력가속도를 g라 하면 질량이 M, 종단속력이 v인 경우 $Mg = kAv^2$이다.

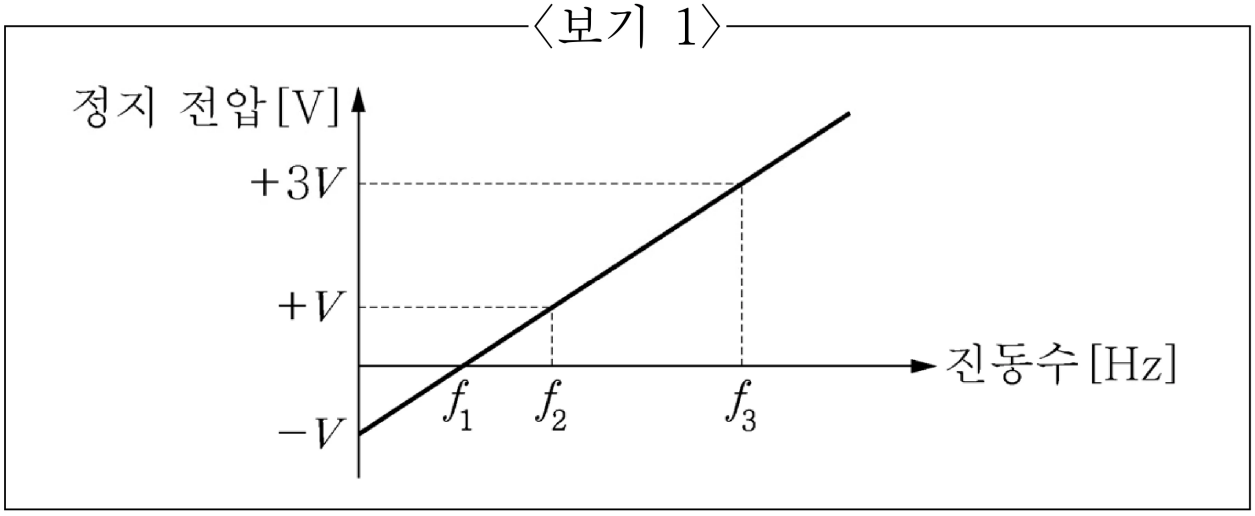
질량이 $2M$인 물체의 종단속력을 V라 하면 같은 평형 조건에서 $2Mg = kAV^2$이다. 중력이 2배가 되었으므로 이를 상쇄하는 끌림힘도 2배가 되어야 한다.

두 평형식을 나누면 $\frac{V^2}{v^2} = \frac{2Mg}{Mg} = 2$이다. 이는 속력 자체가 아니라 **속력의 제곱이 2배**라는 뜻이다. 속력은 양수이므로 $V = \sqrt{2}v$이며, 원래 종단속력과 같은 속력 단위를 갖는다. 이 값은 ③의 $\sqrt{2}v$와 일치한다.

NoteBase

문 13. <보기 1>은 어떤 균일한 금속판에 빛을 비추었을 때 측정되는 정지 전압을 빛의 진동수에 따라 나타낸 것이다. <보기 2>에서 옳은 설명을 모두 고른 것은? (단, 전자의 전하량은 $-|e|$이고, 플랑크 상수는 h이다.)

〈보기 1〉



<보기 2>

ㄱ. 금속의 일함수는 $-|e|V$이다.

ㄴ. $f_2 : f_3 = 1 : 3$이다.

ㄷ. $h = \frac{|e|V}{f_1}$이다.

① ㄷ

② ㄱ, ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

간단한 해설

가로축과 만나는 f_1은 **문턱 진동수**이므로 $hf_1 = W$이다. 세로축 절편 $-V$에서 일함수 $W = |e|V$를 얻으므로, $h = \frac{|e|V}{f_1}$이다.

NoteBase

보기별 해설

일함수 W는 금속에서 전자를 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지이다. 빛의 진동수가 f일 때 광전자의 최대 운동 에너지는 $hf - W$이고, 정지 전압 V_s는 이 운동 에너지를 모두 상쇄하므로 $|e|V_s = hf - W$이다. 따라서 그래프는 $V_s = \frac{h}{|e|}f - \frac{W}{|e|}$인 직선이다.

ㄱ. X: 세로축 절편은 일함수 자체가 아니라 $-\frac{W}{|e|}$이다. 그래프의 절편이 $-V$이므로 $W = |e|V$이다. 일함수는 전자를 떼어 내는 데 필요한 **양의 에너지**이며, 보기의 $-|e|V$는 부호가 잘못되었다.

ㄴ. X: f_2에서 정지 전압은 $+V$이므로 $hf_2 = |e|V + W = 2|e|V$이다. f_3에서는 정지 전압이 $+3V$이므로 $hf_3 = 3|e|V + W = 4|e|V$이다. 따라서 $f_2 : f_3 = 1 : 2$이다. 진동수의 비를 구할 때는 두 정지 전압의 비만 비교하지 않고 **일함수까지 더한 빛의 에너지**를 비교해야 한다.

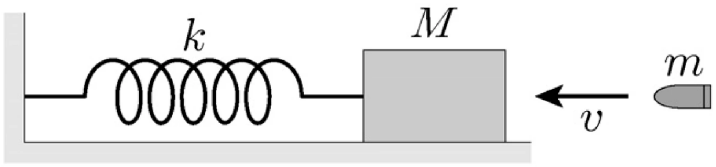
ㄷ. O: f_1은 정지 전압이 0인 문턱 진동수이다. 이때 광전자의 최대 운동 에너지가 0이므로 **빛의 에너지가 일함수와 같다**. 따라서 $hf_1 = W = |e|V$이고, $h = \frac{|e|V}{f_1}$이다.

옳은 보기는 ㄷ뿐이므로, ㄷ만 제시한 ①에 해당한다.

NoteBase

문 14. <보기>와 같이 마찰이 없는 수평면 위에 질량이 990g인 물체가 용수철 상수 $k = 100$ N/m인 용수철에 연결된 후 정지해 있다. 질량이 10g이고 속력이 5m/s인 총알이 날아와 정지해 있던 물체에 박혀 단조화운동을 한다. 이때 단조화운동의 진폭[mm]은? (단, 총알이 박혔을 때 물체의 모양변화나 기울어짐, 용수철의 무게는 무시한다.)

〈보기〉



① 1

② 2

③ 5

④ 10

정답 3번

간단한 해설

총알이 박힌 직후 함께 움직이는 속력은 운동량 보존으로 0.05 m/s이다. 이후 **충돌 직후의 운동에너지가 모두 용수철의 탄성 퍼텐셜 에너지로 바뀌는** 지점에서 변위가 최대가 되며, 진폭은 5 mm이다.

NoteBase

계산 과정

물체의 질량을 M = 0.99 kg, 총알의 질량을 m = 0.01 kg, 총알의 충돌 전 속력을 v = 5 m/s라 하자. 충돌 후 함께 움직이는 질량은 M + m = 1 kg이다. 물체는 마찰 없는 수평면에서 정지해 있었으므로 충돌 전 용수철은 자연 길이이며, 이 위치가 단조화운동의 평형 위치이다.

충돌 직후의 속력: 총알이 박히는 매우 짧은 동안에는 용수철의 변위와 용수철 힘에 의한 충격량을 무시하여 **총알과 물체의 운동량을 보존**한다. 충돌 직후 두 물체의 공통 속력을 u라 하면 $mv = (M+m)u$이므로 $u = \frac{0.01 \cdot 5}{1} = 0.05$ m/s이다. 총알이 박히는 완전 비탄성 충돌에서는 운동에너지가 보존되지 않으므로, 충돌 전 총알의 운동에너지를 그대로 용수철 에너지와 같게 놓을 수 없다.

진폭 계산: 충돌이 끝난 뒤에는 마찰이 없으므로 **역학적 에너지가 보존**된다. 평형 위치에서 출발할 때의 운동에너지는 최대 변위에서 모두 용수철의 탄성 퍼텐셜 에너지가 된다. 진폭을 A라 하면 $\frac{1}{2}(M+m)u^2 = \frac{1}{2}kA^2$ 이므로 $A = u\sqrt{\frac{M+m}{k}}$이다. k = 100 N/m를 대입하면 $A = 0.05\sqrt{\frac{1}{100}}$ m $= 0.005$ m이다.

단위 변환: 0.005 m = 5 mm이므로 진폭은 ③의 5 mm에 해당한다.

NoteBase

문 15. 일차원 무한 퍼텐셜우물에 갇힌 전자의 바닥상태 에너지를 E라 하자. 이 퍼텐셜우물에 갇힌 전자가 방출하는 광자가 가질 수 있는 에너지 값은?

① E

② 2E

③ 4E

④ 8E

정답 4번

간단한 해설

무한 퍼텐셜우물의 에너지 준위는 $E_n = n^2E$이며, 방출 광자의 에너지는 **두 준위의 에너지 차이**이다. n = 3에서 n = 1로 전이하면 9E − E = 8E의 에너지를 가진 광자가 방출된다.

계산 과정

에너지 준위: 일차원 무한 퍼텐셜우물에서는 전자의 파동함수가 양쪽 벽에서 0이어야 하므로 에너지가 양자화된다. 에너지 양자수 n은 1, 2, 3, …이며, 바닥상태 에너지가 E이면 $E_n = n^2E$이다. 따라서 전자의 에너지 준위는 E, 4E, 9E, 16E, …이다.

광자 에너지: 전자가 높은 준위에서 낮은 준위로 전이할 때 잃는 에너지가 광자의 에너지가 된다. 처음과 나중의 양자수를 각각 n_i, n_f라 하면, **방출에서는** $n_i > n_f$이고 광자 에너지는 $\Delta E = (n_i^2 - n_f^2)E$이다.

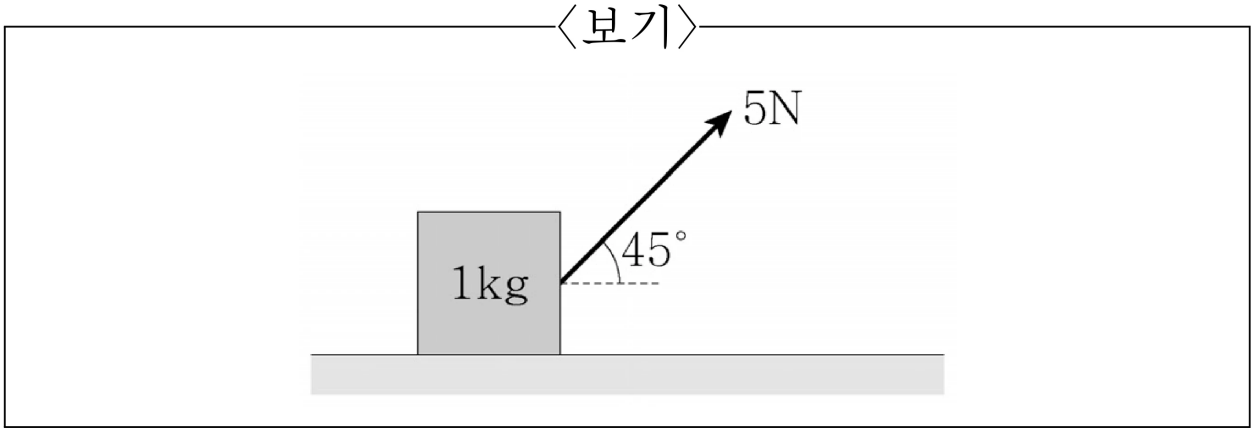
가능한 전이: n = 3인 준위의 에너지는 9E이고, n = 1인 준위의 에너지는 E이다. 두 준위 사이에서 전이가 일어나면 $\Delta E = (3^2 - 1^2)E = 8E$이므로 8E의 광자가 방출될 수 있다.

선택지와의 대응: 서로 다른 준위 사이의 최소 에너지 차이는 4E − E = 3E이므로 E와 2E는 나올 수 없다. 가장 낮은 두 준위의 차이는 3E이고, 세 번째 이상의 준위에서 바로 아래 준위까지의 차이는 최소 9E − 4E = 5E이므로 4E도 나올 수 없다. 제시된 값 중 가능한 광자 에너지는 8E로, ④에 해당한다.

NoteBase

문 16. <보기>는 마찰이 있는 수평면 위에서 정지한, 질량이 1kg인 물체에 각도 45°로 가해진 힘을 나타낸 것이다. 힘의 크기가 5N일 때 물체는 등가속도 운동을 하였다. 이때 물체의 가속도 크기 [m/s^2]는? (단, 물체와 수평면 사이의 운동마찰계수는 0.2이고, 중력가속도는 $10m/s^2$이다. 또한 질량 1kg 물체의 크기는 무시한다.)

〈보기〉



① $3\sqrt{2}-1$

② $3\sqrt{2}-2$

③ $4\sqrt{2}-2$

④ $4\sqrt{2}-1$

정답 2번

간단한 해설

힘의 위쪽 성분이 **수직항력을 줄이므로 운동마찰력도 작아진다**. 오른쪽 힘의 성분에서 운동마찰력을 뺀 알짜힘에 뉴턴의 제2법칙을 적용하면 가속도 크기는 $(3\sqrt{2}-2)m/s^2$이다.

NoteBase

계산 과정

힘의 성분: 그림의 5 N 힘은 수평면과 45°를 이루며 오른쪽 위로 작용한다. 수평 성분은 $F_x = 5\cos 45^\circ = \frac{5\sqrt{2}}{2}$N, 위쪽 성분은 $F_y = 5\sin 45^\circ = \frac{5\sqrt{2}}{2}$N이다.

수직항력: 물체는 수평면을 따라 움직이므로 **연직 방향 가속도는 0**이다. 수직항력을 N이라 하면 위쪽의 수직항력과 힘의 연직 성분의 합이 아래쪽 중력과 같아 $N + F_y = mg$이다. 질량 m = 1 kg, 중력가속도 g = 10 m/s^{2}이므로 $N = 10 - \frac{5\sqrt{2}}{2}$N이다. 위로 당기는 성분이 중력의 일부를 상쇄하므로 수직항력은 10 N보다 작다.

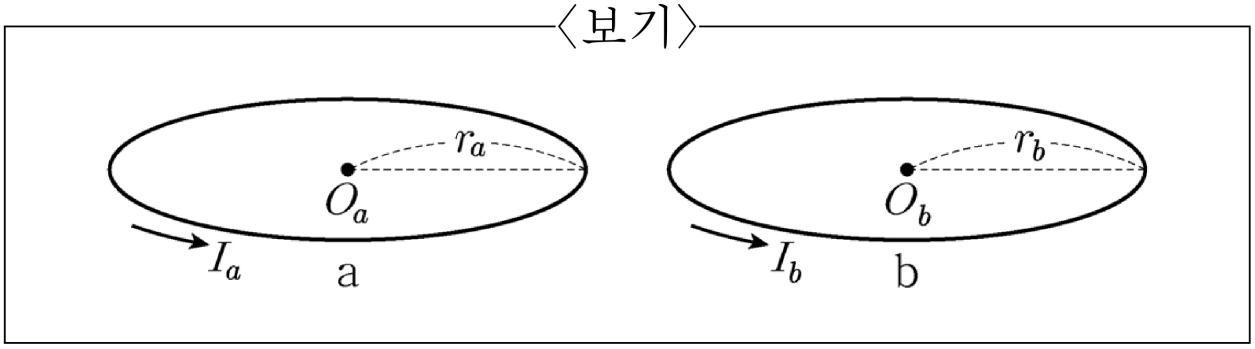
운동마찰력: 운동마찰력의 크기는 **운동마찰계수와 수직항력의 곱**이다. 물체가 오른쪽으로 움직이므로 운동마찰력은 왼쪽으로 작용한다. 운동마찰계수가 0.2이므로 그 크기는 $f = 0.2N$이며, $f = 0.2\left(10 - \frac{5\sqrt{2}}{2}\right) = 2 - \frac{\sqrt{2}}{2}$N이다.

알짜힘과 가속도: 오른쪽을 양의 방향으로 잡으면 수평 알짜힘은 F_알짜=F_x-f이다. 따라서 F_알짜=(5√(2))/(2)-≤ft(2-(√(2))/(2))이고, 이를 정리하면 F_알짜=(3√(2)-2) N이다. 뉴턴의 제2법칙에 따라 a=F_알짜m이며, 질량이 1 kg이므로 가속도 크기는 $(3\sqrt{2} - 2)$m/s^{2}이다. 이는 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 17. <보기>와 같이 반지름이 각각 r_a, r_b인 원형 도선 a, b에 각각 세기가 일정한 전류가 흐르고 있다. 점 O_a, O_b는 a와 b의 중심이며 a와 b에 흐르는 전류에 의한 자기 모멘트의 크기가 같다. O_a, O_b에서 전류에 의한 자기장의 세기를 각각 B_a, B_b라고 할 때, $\frac{B_b}{B_a}$는?

〈보기〉



① $\frac{r_b^2}{r_a^2}$
② $\frac{r_b^3}{r_a^3}$
③ $\frac{r_a^2}{r_b^2}$
④ $\frac{r_a^3}{r_b^3}$

정답 4번

간단한 해설

자기 모멘트가 같으므로 전류의 세기는 **반지름의 제곱에 반비례**한다. 원형 도선의 중심 자기장은 $B \propto I/r$이므로 $B \propto 1/r^3$이며, $\frac{B_b}{B_a} = \frac{r_a^3}{r_b^3}$이다.

계산 과정

자기 모멘트 조건: 그림의 두 도선에 흐르는 전류의 세기를 각각 I_a, I_b라 하자. 전류가 흐르는 한 바퀴 원형 도선의 자기 모멘트 크기는 전류의 세기와 원의 넓이의 곱인 $m = I\pi r^2$이다. 두 도선의 자기 모멘트가 같으므로 $I_a\pi r_a^2 = I_b\pi r_b^2$이고, $\frac{I_b}{I_a} = \frac{r_a^2}{r_b^2}$이다. 즉, **자기 모멘트가 같아도 전류의 세기가 같은 것은 아니다**.

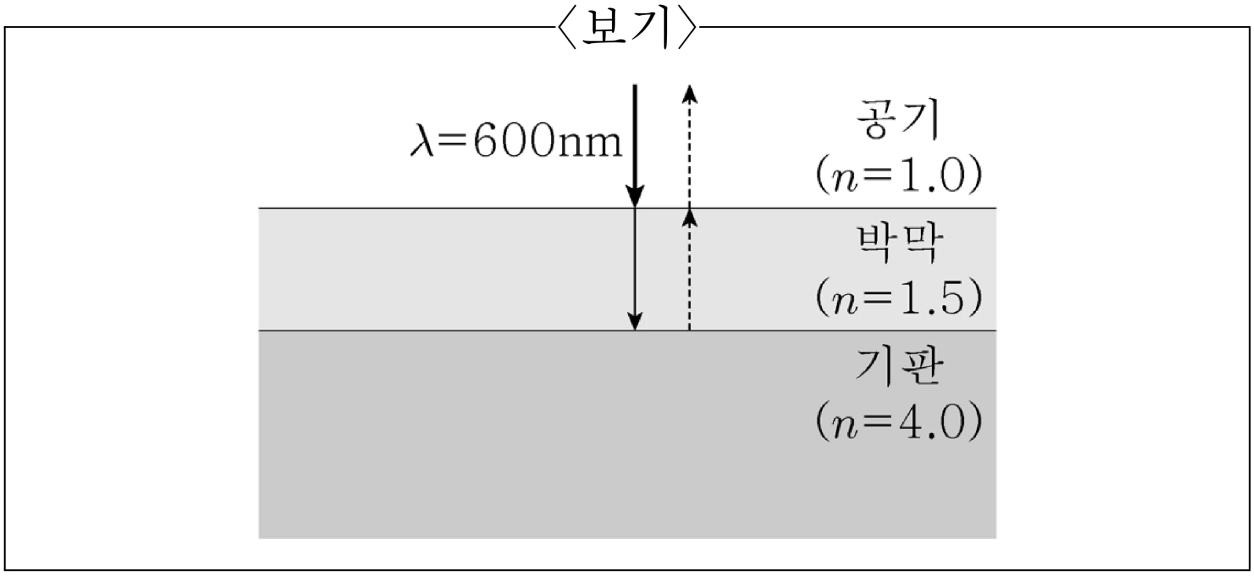
중심 자기장: 반지름이 r이고 전류의 세기가 I인 원형 도선의 중심 자기장 크기는 $B = \frac{\mu_0 I}{2r}$이다. 여기서 μ_0는 진공의 투자율이다. 따라서 두 중심 자기장의 비는 $\frac{B_b}{B_a} = \frac{I_b}{I_a} \cdot \frac{r_a}{r_b}$이다. 중심 자기장은 전류에 비례할 뿐 아니라 **반지름에도 반비례**하므로 전류의 비만으로 구할 수 없다.

자기장 비 계산: 앞에서 구한 전류의 비를 대입하면 $\frac{B_b}{B_a} = \frac{r_a^2}{r_b^2} \cdot \frac{r_a}{r_b} = \frac{r_a^3}{r_b^3}$이다. 이는 ④의 식과 일치하며, 같은 종류의 물리량을 나눈 비이므로 단위가 없다.

NoteBase

문 18. <보기>는 굴절률이 4.0인 기판에 무반사 박막을 코팅한 모습을 나타낸 것이다. 박막의 굴절률이 1.5일 때, 파장 600nm인 빛의 반사를 최소화하기 위한 박막의 최소두께[nm]는?

〈보기〉



① 100

② 150

③ 200

④ 250

정답 1번

간단한 해설

두 경계면에서 반사할 때 모두 위상이 반전되므로, 반사를 줄이려면 박막 안의 왕복 경로에서 **반 파장만큼의 차이**가 생겨야 한다. 따라서 최소 두께는 $d = \frac{\lambda_0}{4n} = 100\text{nm}$이다.

NoteBase

계산 과정

그림에서 빛은 공기에서 박막에 수직으로 입사한다. 공기(굴절률 1.0)에서 박막(1.5)으로 향할 때와 박막(1.5)에서 기판(4.0)으로 향할 때 모두 굴절률이 더 큰 매질의 경계에서 반사한다. 따라서 두 반사광은 **반사할 때 모두 위상이 π만큼 변하므로**, 반사 자체로 생기는 두 빛의 상대적인 위상 차이는 없다.

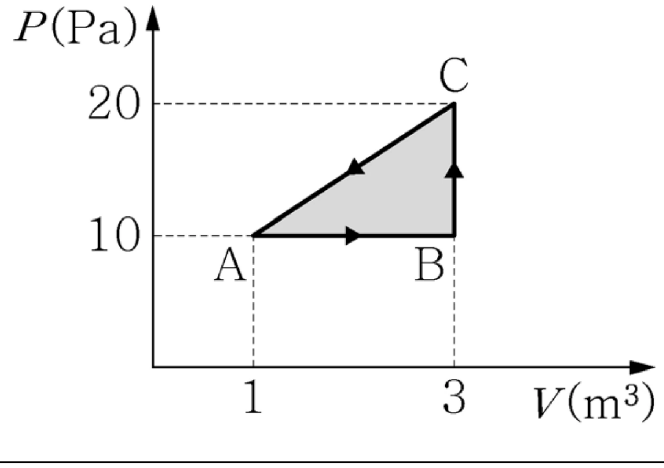
공기 중 파장을 $\lambda_0 = 600\text{nm}$, 박막의 굴절률을 n = 1.5라고 하자. 빛이 매질로 들어가도 진동수는 유지되고 속력이 줄어들므로, 박막 속 파장은 $\lambda_f = \frac{\lambda_0}{n} = \frac{600}{1.5} = 400\text{nm}$이다. 박막 두께를 d라 하면 아래 경계면에서 반사한 빛은 박막 안에서 2d만큼 더 이동한다. 두 반사광이 상쇄 간섭하여 반사가 최소가 되려면 이 추가 경로가 박막 속 반 파장의 홀수 배여야 하며, **가장 얇은 경우는 반 파장**이다.

따라서 $2d = \frac{\lambda_f}{2}$이고, 최소 두께는 $d = \frac{\lambda_f}{4} = \frac{\lambda_0}{4n}$이다. 수치를 대입하면 $d = \frac{600}{4 \times 1.5} = 100\text{nm}$이므로 ①의 100 nm에 해당한다.

NoteBase

문 19. <보기>는 어떤 일정량의 이상기체의 상태변화를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉



① 과정 A → B 동안 기체의 내부에너지는 감소한다.

② 과정 B → C 동안 기체의 엔트로피는 증가한다.

③ 과정 C → A 동안 기체의 온도는 증가한다.

④ 순환과정 A → B → C → A에서 기체가 한 일의 합은 10 J이다.

정답 2번

간단한 해설

B → C에서는 **부피가 일정한 상태에서 온도가 상승**한다. 이상기체는 부피가 일정할 때 가열되면 엔트로피가 증가한다.

NoteBase

선지별 해설

일정량의 이상기체는 $PV = nRT$를 만족한다. 여기서 P는 압력, V는 부피, n은 몰수, R은 기체 상수, T는 절대온도이다. n이 일정하므로 온도는 PV에 비례하며, 이상기체의 내부에너지는 온도에만 의존한다.

① X: A → B에서는 압력이 10 Pa로 일정하고 부피가 1 m^3에서 3 m^3로 증가한다. 따라서 절대온도는 3배가 되며, 내부에너지는 감소하는 것이 아니라 **증가한다**.

② O: B → C에서는 부피가 3 m^3로 일정하고 압력이 10 Pa에서 20 Pa로 증가하므로 절대온도가 2배가 된다. **등적 가열에서는 엔트로피가 증가**한다. 이는 같은 두 상태를 잇는 가역 등적 가열을 생각하면 알 수 있다. 이때 기체가 열을 흡수하고 절대온도는 양수이므로, 엔트로피 변화 $\Delta S = \int_B^C \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T}$는 양수이다. 여기서 δQ_{rev}는 가역 과정에서 기체가 흡수하는 미소 열량이다.

③ X: C에서 PV는 $20 \times 3 = 60$ J이고, A에서는 $10 \times 1 = 10$ J이다. 따라서 $T_A = \frac{1}{6} T_C$이므로 C → A에서 온도는 **감소한다**. 이 경로에서는 압력과 부피가 모두 감소하므로 그 곱에 비례하는 온도도 감소한다.

④ X: 압력-부피 그래프에서 기체가 한 일은 $W = \int P dV$이다. A → B의 팽창에서는 양의 일을 하고, B → C에서는 부피 변화가 없어 일이 0이다. C → A의 압축은 팽창 때보다 높은 압력에서 이루어지므로 음의 일의 크기가 더 크다. 따라서 **반시계방향 순환에서 기체가 한 일의 합은 음수**이며, 그 크기는 둘러싸인 삼각형의 넓이이다. 부피 차는 2 m^3, 압력 차는 10 Pa이므로 $W = -\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10 = -10$J이다. 선지의 10 J는 −10 J로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 20. 밀도가 $\rho = 2\text{g/cm}^3$인 비압축성 유체가 수평관을 통해 정상류를 이루며 흐르고 있다. 이 관에서 높이가 같은 두 지점 A와 B를 생각하자. A 지점에서 유체의 속력은 $v = 10\text{cm/s}$이고 두 지점의 압력 차이는 $\Delta p = 150\text{Pa}$이다. 이때 두 지점에서 수평관의 지름의 비(d_A/d_B)는? (단, 수평관의 단면은 원형이고, B 지점의 지름이 더 작다고 가정하며 수평관 내 유체는 베르누이 법칙을 만족한다.)

① 1

② 2

③ 4

④ 16

정답 2번

간단한 해설

베르누이 법칙으로 구한 B 지점의 속력은 0.4 m/s로 A의 4배이다. 비압축성 정상류에서는 **단면적과 속력의 곱이 일정**하므로 A의 단면적은 B의 4배이고, 지름은 2배이다.

계산 과정

단위와 조건: 압력 차이가 Pa로 주어졌으므로 밀도와 속력을 SI 단위로 바꾼다. $\rho = 2\text{g/cm}^3 = 2000\text{kg/m}^3$, $v_A = 10\text{cm/s} = 0.1\text{m/s}$이다. 비압축성 정상류에서 B의 지름이 더 작으므로 B의 속력이 더 크다. 두 지점의 높이가 같고 베르누이 법칙을 만족하므로 B의 압력이 더 낮아, $p_A - p_B = 150\text{Pa}$이다.

B의 속력: **높이가 같아 위치에너지 항이 상쇄**되므로 베르누이 식은 $p_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 = p_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2$이다. 이를 정리하면 $v_B^2 = v_A^2 + \frac{2(p_A - p_B)}{\rho}$이다. 수치를 대입하면 $v_B^2 = 0.1^2 + \frac{2 \cdot 150}{2000} = 0.16\text{m}^2/\text{s}^2$이므로 $v_B = 0.4\text{m/s}$이다.

단면적의 비: 두 지점의 단면적을 각각 S_A, S_B라 하면, 비압축성 정상류에서는 단위 시간에 통과하는 유체의 부피가 같아 $S_A v_A = S_B v_B$이다. 따라서 $\frac{S_A}{S_B} = \frac{v_B}{v_A} = \frac{0.4}{0.1} = 4$이다. 즉, A의 단면적은 B의 4배이다.

지름의 비: 원형 단면의 넓이는 $S = \frac{\pi d^2}{4}$이므로 **단면적의 비는 지름 비의 제곱**이다. 따라서 $\frac{d_A}{d_B} = \sqrt{\frac{S_A}{S_B}} = \sqrt{4} = 2$이다. 지름의 비는 단위가 없는 값이며, ②의 2와 일치한다.

NoteBase