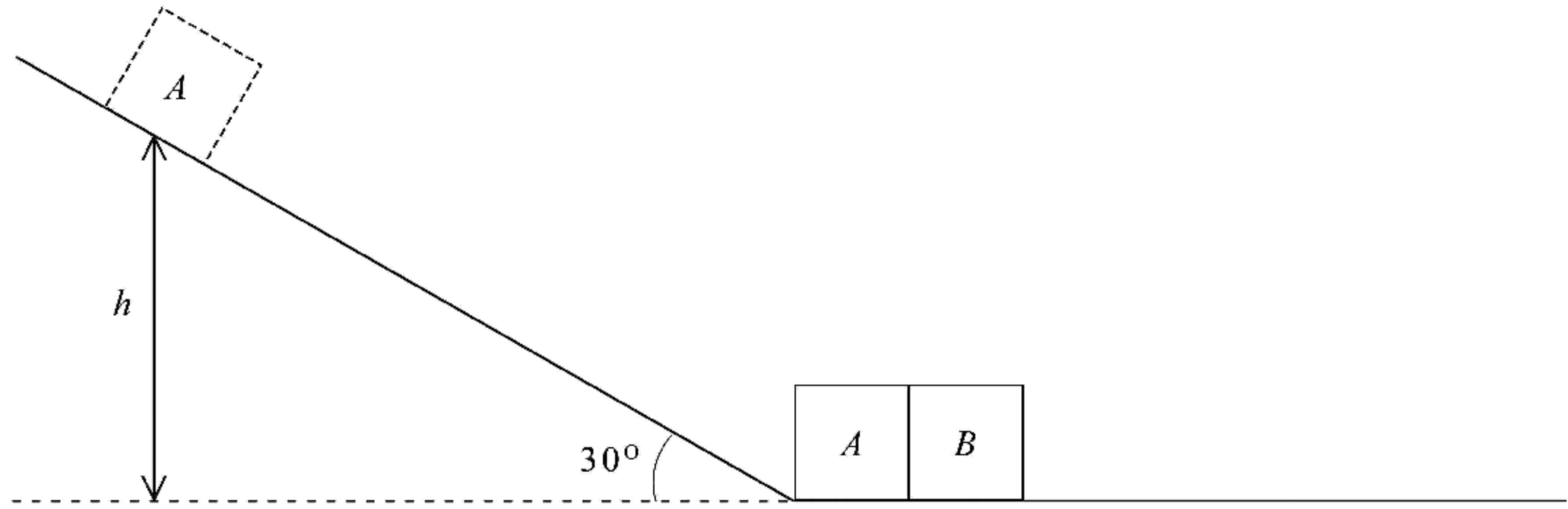


【문제1】 원형 트랙을 도는 자동차 안의 운전자는 바깥쪽으로 쏠리는 힘을 느끼는데, 정지 궤도에 있는 우주선 안의 우주인은 지구를 중심으로 원운동을 하고 있음에도 불구하고 한쪽으로 쏠리는 힘을 느끼지 않는다. 관성계의 관찰자 입장에서 옳게 진술한 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기> —
- ㄱ. 운전자에게 원형 트랙 중심 방향의 알짜힘이 작용한다.
 - ㄴ. 우주인에게 작용하는 알짜힘은 0이다.
 - ㄷ. 우주선이 정지 궤도보다 더 높은 원 궤도를 돌면, 우주인에게는 지구 반대쪽으로 쏠리는 힘이 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

【문제2】 그림과 같이 경사각 30° 인 빗면 위의 높이 h 인 지점에 질량 m 인 물체 A 를 가만히 놓았더니, A 가 미끄러져 내려와 빗면이 끝나는 지점에 놓여 있던 질량 $5m$ 인 물체 B 와 탄성 충돌을 한다. 첫 번째 충돌이 일어난 때부터 두 번째 충돌이 일어날 때까지 B 가 이동한 거리는? (단, 지면의 마찰과 공기 저항 및 물체의 크기는 무시한다.)



- ① $\frac{16}{9}h$ ② $\frac{32}{9}h$ ③ $\frac{48}{9}h$ ④ $\frac{64}{9}h$ ⑤ $12h$

【문제3】 수소 원자의 방출 스펙트럼에서 측정되는 빛의 파장 λ 는 아래 식을 만족한다.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

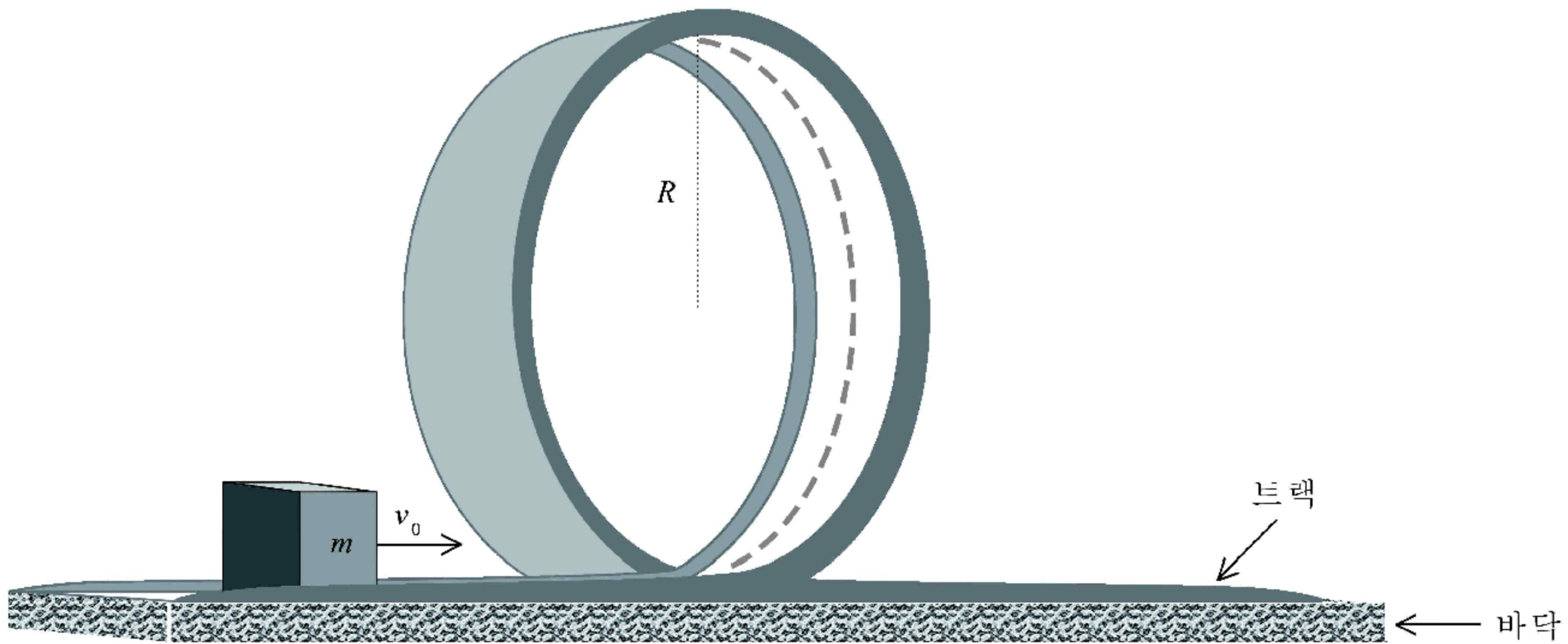
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, R 는 상수이고, m 과 n 은 자연수이며, $n > m$ 이다.)

<보기>

- ㄱ. 방출 스펙트럼 중 가장 짧은 빛의 파장은 $\frac{1}{R}$ 이다.
- ㄴ. $m=2$ 인 경우에 가능한 빛의 가장 작은 진동수는 $m=3$ 인 경우에 가능한 빛의 가장 큰 진동수보다 크다.
- ㄷ. 백색광을 수소 원자에 비추어 얻은 흡수 스펙트럼의 파장도 위 식으로 설명된다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제4】 그림과 같이 마찰이 없는 바닥에 질량 $2m$ 인 트랙이 놓여 있는데 이 트랙은 직선과 원형으로 이루어져 있다. 트랙 위에 질량 m 인 물체가 초기속력 v_0 로 운동하고 있을 때, 이 물체가 반지름 R 인 원형 트랙에서 떨어지지 않고 완전히 한 바퀴 돌기 위한 v_0 의 최솟값은? (단, 바닥과 트랙, 트랙과 물체 사이의 마찰은 무시하고, 중력 가속도는 g 이다.)



- ① $\sqrt{5gR}$ ② $\sqrt{6gR}$ ③ $\sqrt{7gR}$ ④ $\sqrt{8gR}$ ⑤ $\sqrt{9gR}$

【문제5】 다음은 X선에 대한 설명이다.

<지문>

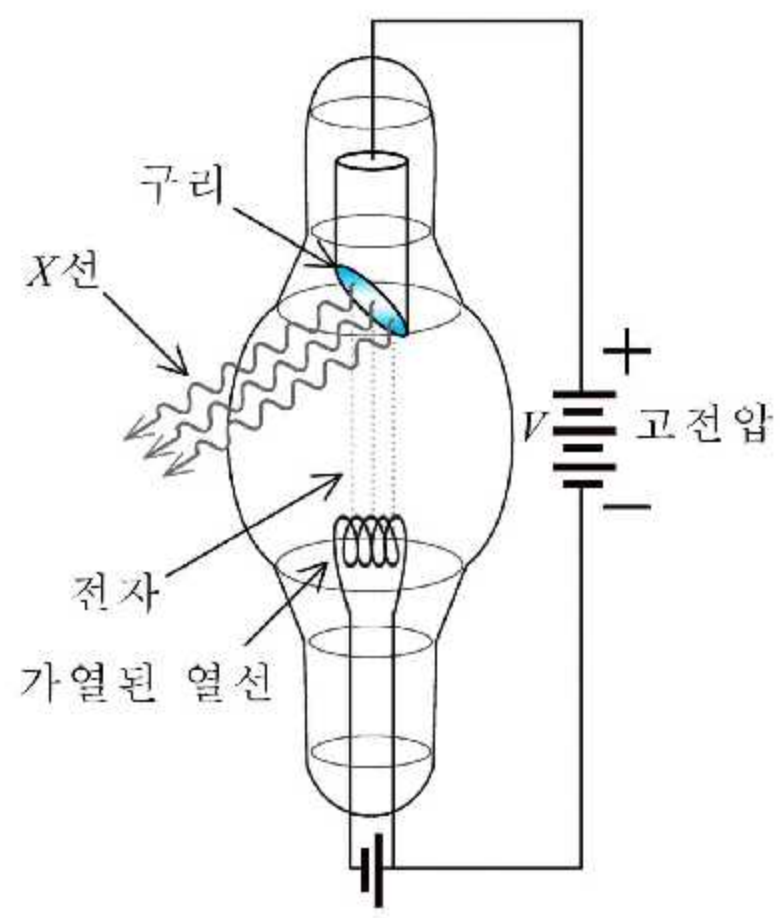
그림 (가)는 X선 발생장치를 나타낸 것이다. 전류에 의해 가열된 열선에서 튀어나온 전자가 고전압에 의해 가속된 후 구리와 충돌하여 X선을 발생시킨다. 이 과정에서 발생하는 X선은 그림 (나)와 같이 넓은 범위의 연속된 파장에서 관측되는 제동 복사와 특정 파장에서만 관측되는 특성 X선으로 나눌 수 있다.

그림 (다)는 고전압에 의해서 가속된 전자들이 구리 원자에 입사하여 어떤 X선을 발생시키는지를 보여준다. 전자 1은 핵에서 멀리 떨어져 지나가고, 전자 2는 핵 가까이서 지나가며, 전자 3은 핵과 정면충돌을 한다. 전자 4는 K전자껍질에 있는 전자와 충돌하여 전자껍질에 있던 전자를 구리 원자 밖으로 내보낸다. 비어 있는 K 전자껍질을 다른 전자껍질에 있던 전자가 채우면서 두 전자껍질의 에너지 차에 해당하는 X선이 발생한다.

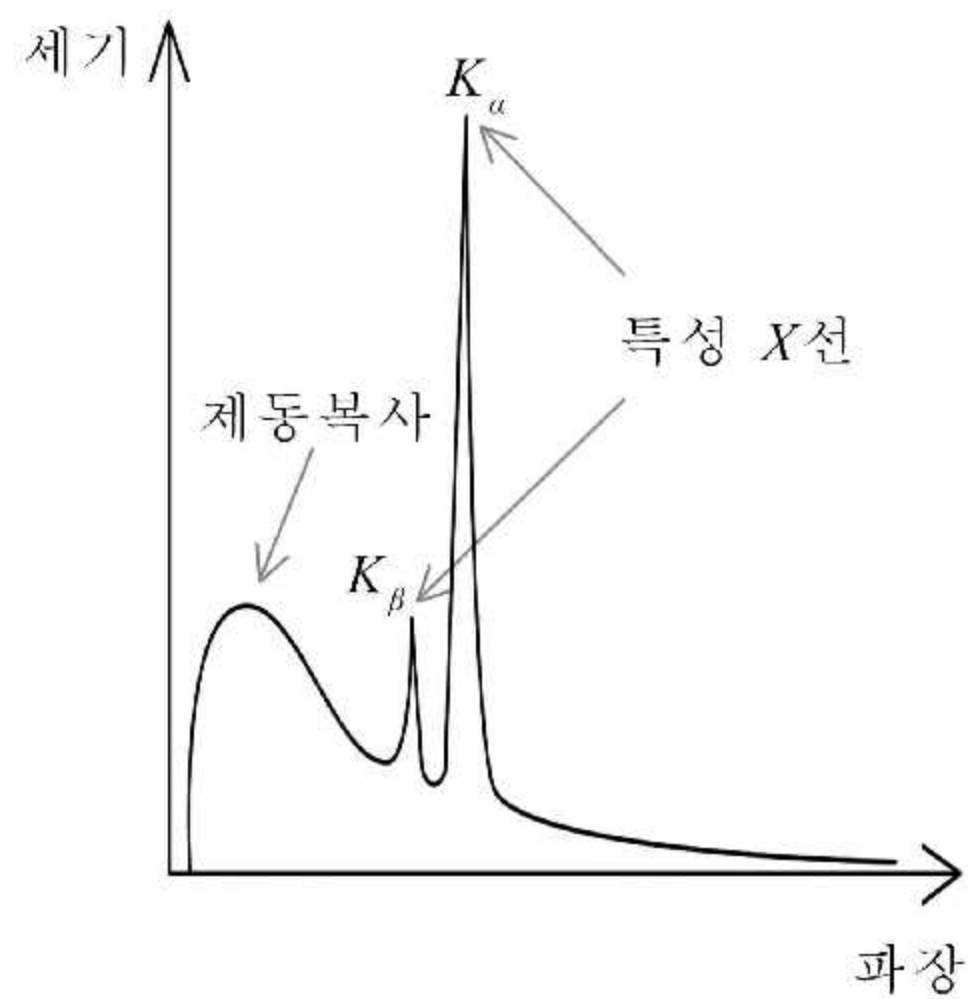
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

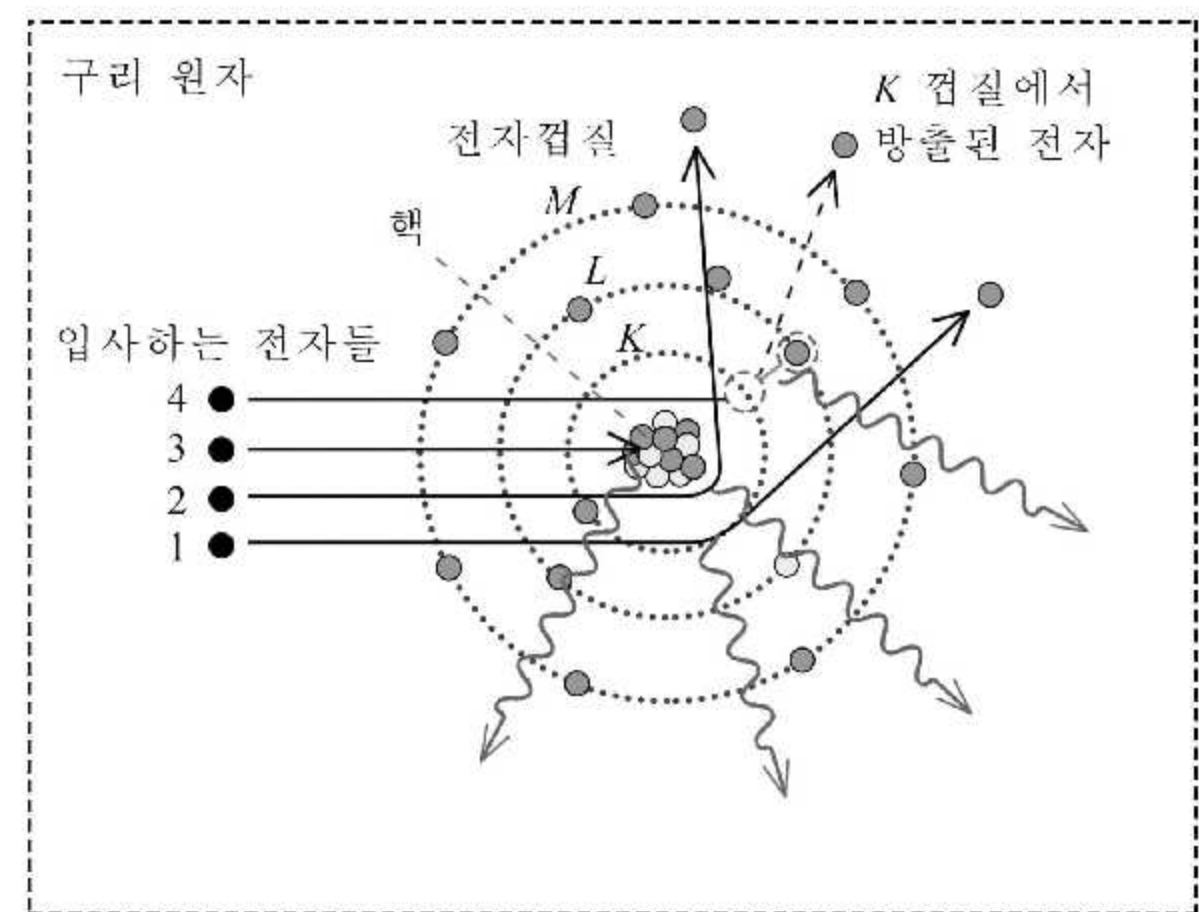
- ㄱ. 전자 3에 의해 발생하는 X선이 전자 1에 의해 발생하는 X선보다 파장이 더 길다.
- ㄴ. 고전압의 전압을 더 크게 하면, 구리에서 나오는 특성 X선의 파장은 더 짧아진다.
- ㄷ. 러더퍼드 원자 모형으로 이 실험 결과들을 설명할 수 없다.



(가)



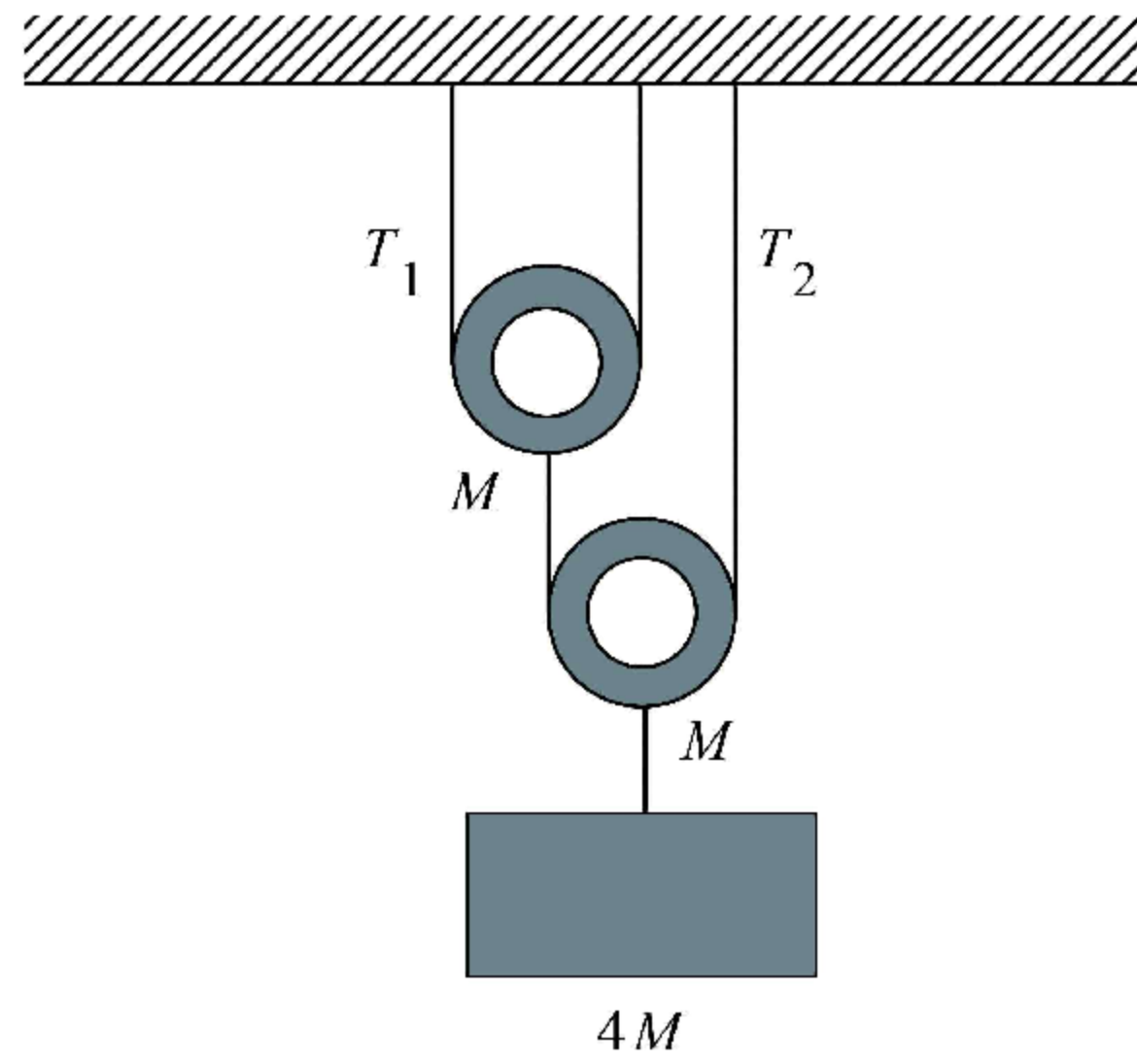
(나)



(다)

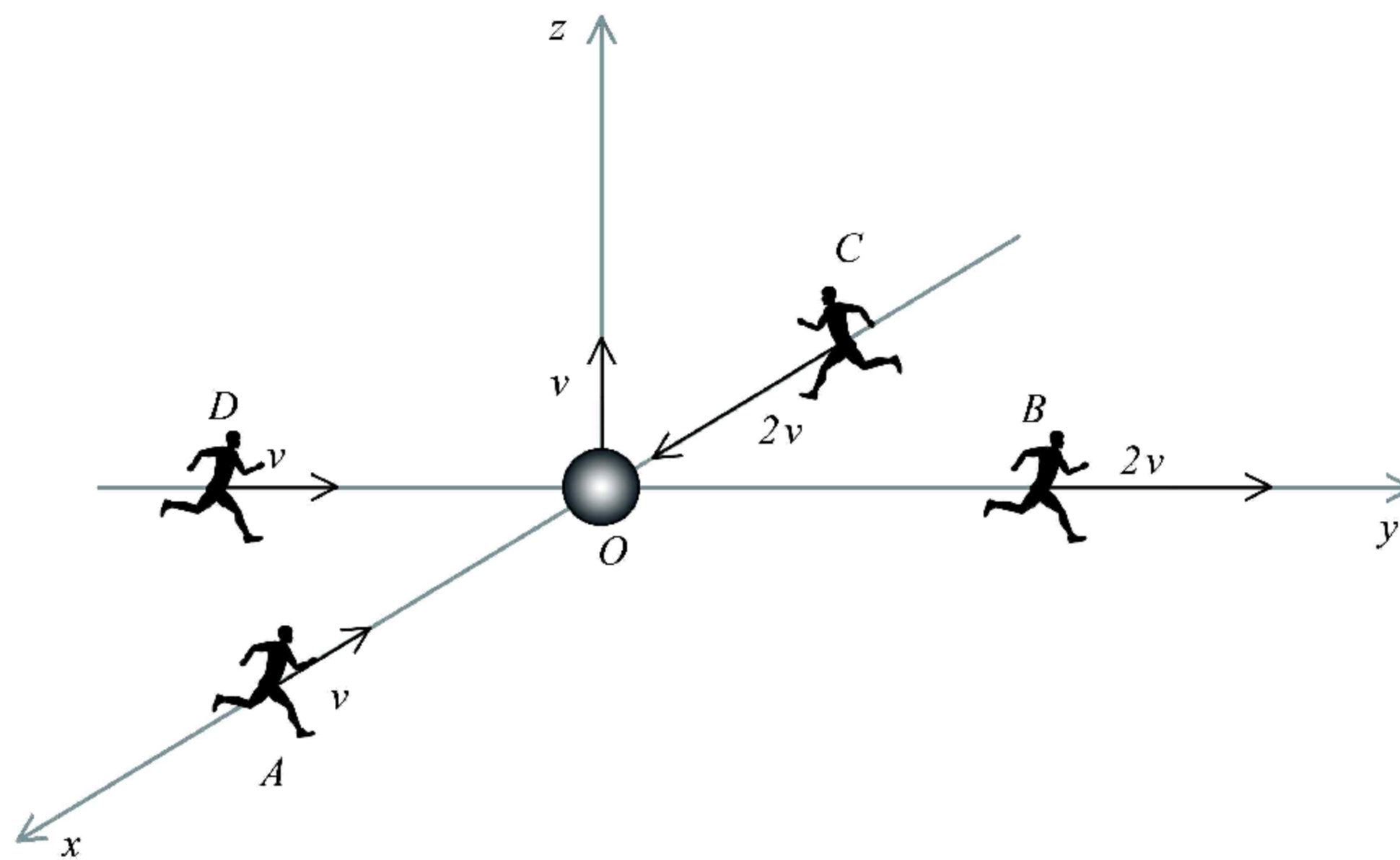
- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

【문제7】 그림과 같이 질량 $4M$ 인 추가 도르래 2개에 실로 연결되어 정지해 있다. 도르래의 질량은 각각 M 이다. 실에 걸리는 장력을 T_1 , T_2 라고 할 때, $\frac{T_1}{T_2}$ 는? (단, 실의 질량은 무시한다.)



- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{7}{10}$ ③ $\frac{3}{4}$ ④ $\frac{4}{5}$ ⑤ $\frac{11}{12}$

【문제8】 그림과 같이 지표에 대해서 정지한 직각 좌표계의 x, y 축을 따라 관찰자 A, B, C, D 가 속도 v 또는 $2v$ 로 운동하고, 원점 O 에서 v 의 속력으로 연직 위로 던져진 공은 z 축을 따라 중력을 받으면서 운동을 하고 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 관찰자와 공의 속력은 빛의 속도보다 매우 작다고 가정한다.)

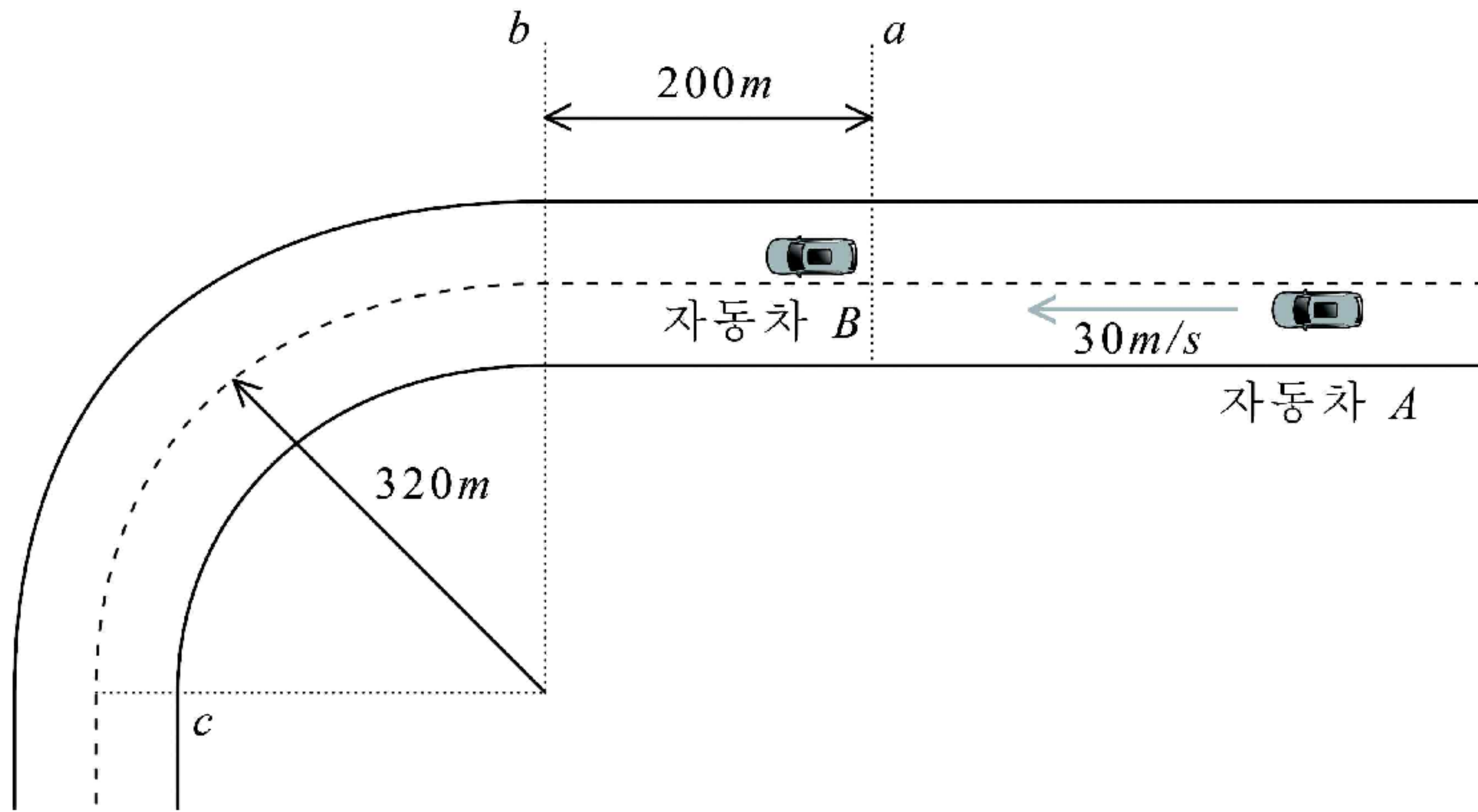


— <보기> —

- ㄱ. 공이 다시 땅에 도달하는 시간은 C 가 볼 때 가장 빠르다.
 ㄴ. 공이 최고점에 도달했을 때, B 가 보는 공의 속력은 A 가 보는 공의 속도보다 $\sqrt{2}$ 배 더 빠르다.
 ㄷ. 공이 다시 땅에 도달하기 직전, D 가 보는 공의 가속도는 B 가 보는 공의 가속도와 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

【문제9】 자동차 A가 $a \rightarrow b$ 방향으로 직선-원형 트랙을 따라 30 m/s 의 일정한 속력으로 움직이고 있다. A가 a지점을 통과하는 순간 a점에서 정지해 있던 자동차 B가 4 m/s^2 의 가속도로 b 지점까지 등가속도 운동을 하고, 이후부터는 일정한 속력으로 운동한다. 자동차의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $b-c$ 구간은 원형 도로이며, 중력 가속도는 10 m/s^2 이고, 트랙의 폭과 자동차의 크기는 무시한다. 자동차와 바닥 사이의 마찰력이 구심력으로 작용하여 자동차가 미끄러지지 않고 원형 도로를 따라 이동한다.)

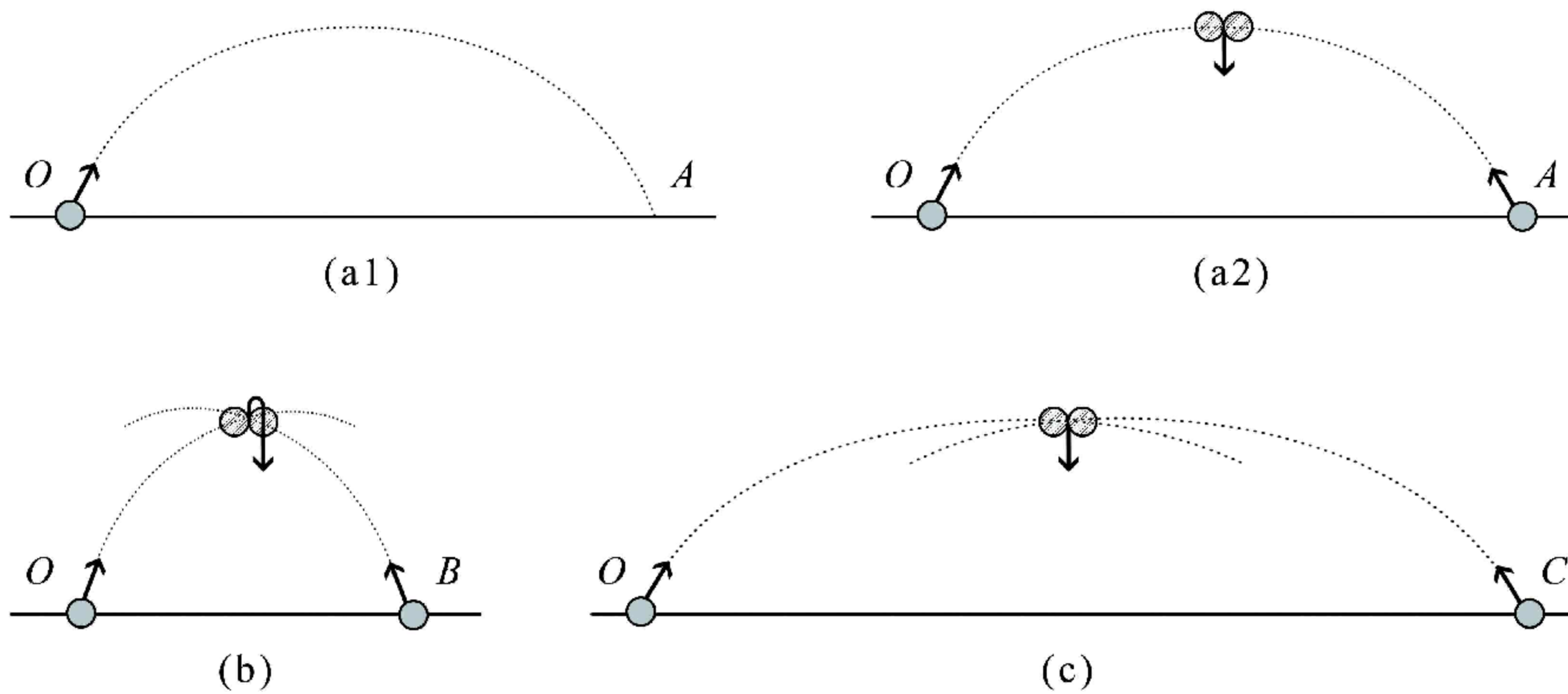


<보기>

- ㄱ. B가 b 지점에 도달하는 순간 속력은 40 m/s 이다.
- ㄴ. B가 원형 도로에서 미끄러지지 않기 위한 자동차와 바닥 사이의 최소 마찰 계수는 0.5이다.
- ㄷ. B가 A를 따라잡는데 걸리는 시간은 출발 후 25초이다.

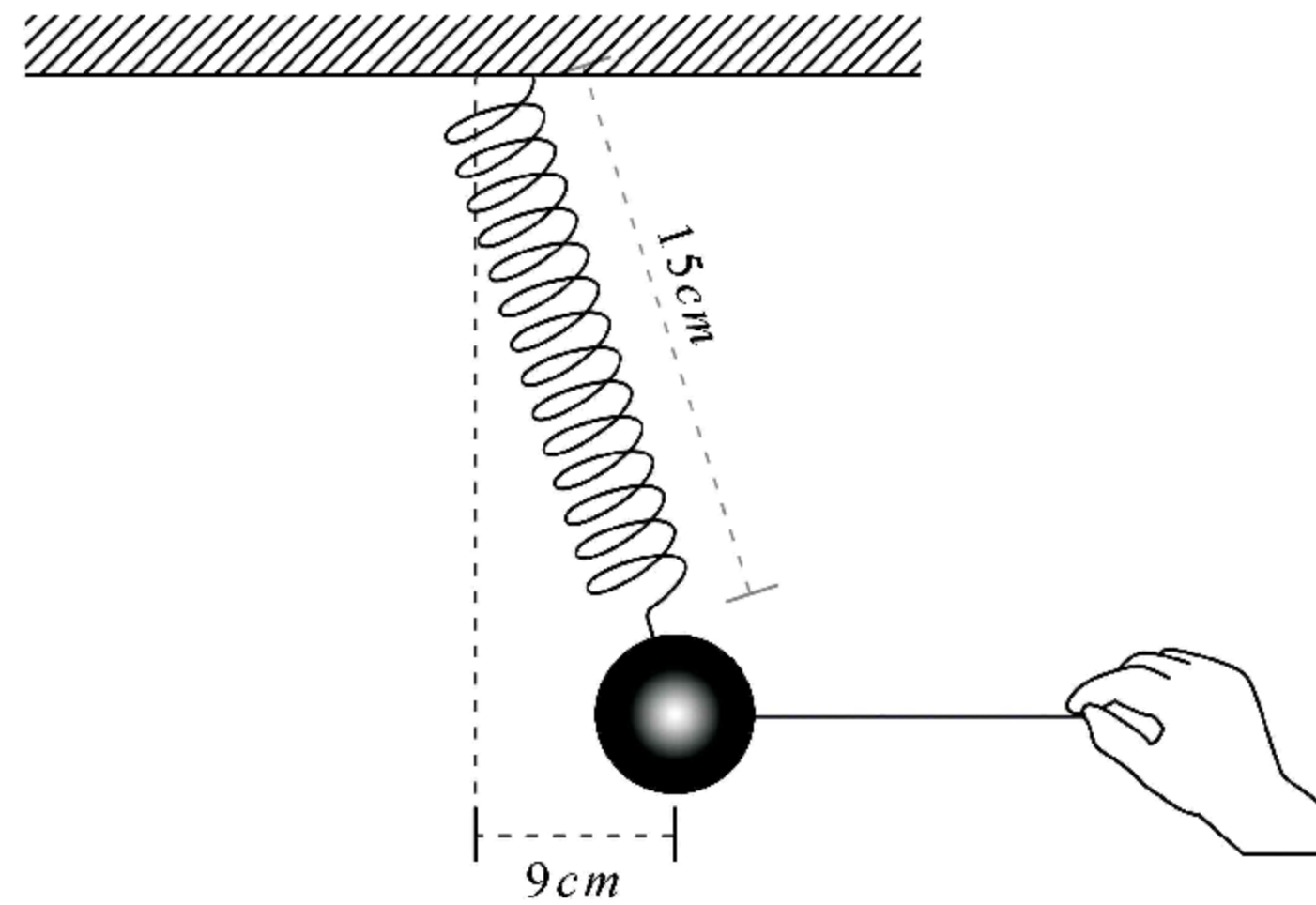
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제11】 그림 (a1)과 같이 O점에서 물체를 던졌더니 A 지점에 떨어졌다. 그림 (a2)와 같이 동일한 두 물체를 O와 A에서 같은 각도로 던졌더니 가운데 지점에서 완전 비탄성 충돌을 한 후 땅에 떨어졌다. 그림 (b)는 A 지점보다 가까운 B 지점에서 동일한 초기 속력과 각도로 던진 상황을 나타낸 것으로, 충돌 후 합쳐진 두 물체는 위로 올라갔다 내리온다. 그림 (c)는 A 지점보다 먼 C 지점에서 동일한 초기 속력과 각도로 던진 상황을 나타낸 것으로, 충돌 후 합쳐진 두 물체는 (a2)에서보다 빠른 초기 속력을 갖고 떨어진다. 그림 (a2), (b), (c)에서 공을 던진 순간부터 땅에 떨어질 때까지 걸린 시간을 각각 T_A , T_B , T_C 라고 할 때, T_A , T_B , T_C 의 크기 비교로 옳은 것은? (단, 공기 저항은 무시하고, 중력 가속도는 일정하다.)



- ① $T_A = T_B = T_C$
- ② $T_A < T_B = T_C$
- ③ $T_B = T_C < T_A$
- ④ $T_B < T_A < T_C$
- ⑤ $T_C < T_A < T_B$

【문제13】 그림과 같이 용수철 상수가 50 N/m 인 용수철에 질량 400 g 인 추가 매달려 있다. 추에 달린 실을 오른쪽으로 잡아당겨 추와 용수철이 그림과 같은 모습을 유지하도록 할 때 용수철의 길이가 15 cm 이었다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도의 크기는 10 m/s^2 이고, 용수철 질량과 추의 크기는 무시하며, 실은 수평 방향을 유지한다.)

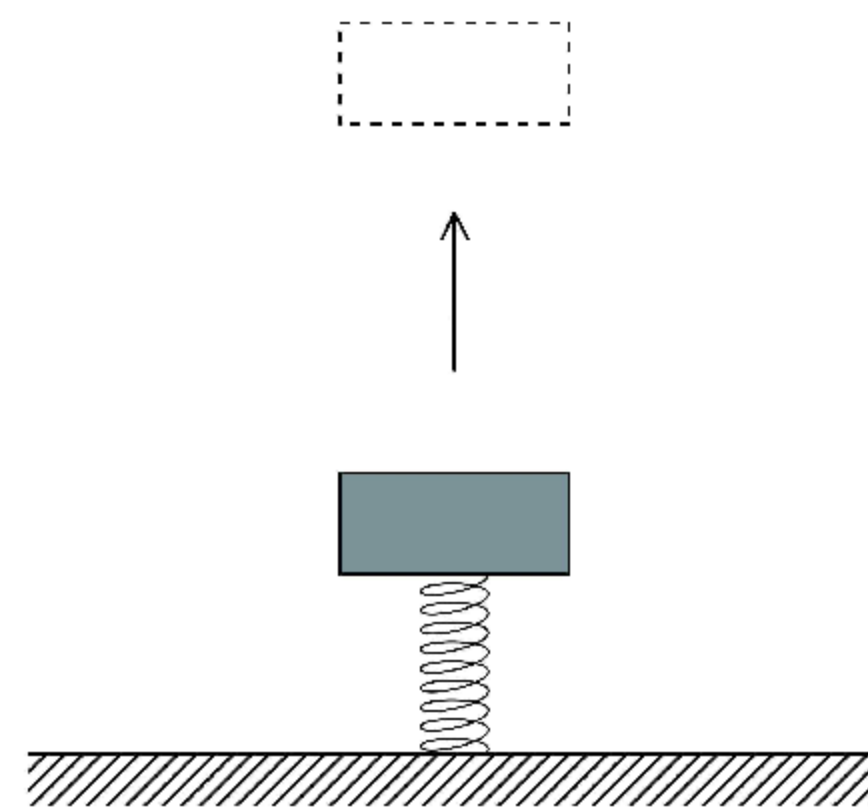


<보기>

- ㄱ. 용수철과 실이 이루는 각은 120° 이다.
- ㄴ. 실에 작용하는 장력의 크기는 3 N 이다.
- ㄷ. 용수철의 원래 길이는 5 cm 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제14】 그림과 같이 질량이 2 kg 인 물체를 원래 길이가 40 cm 이고 용수철 상수가 2000 N/m 인 용수철 위에 올려놓고 연직으로 눌렀다가 놓았더니 물체가 연직 위로 운동하였다. 바닥으로부터 높이 0.2 m 인 지점을 지날 때 물체의 속력은 2 m/s 이었다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도의 크기는 10 m/s^2 이고, 용수철 질량 및 공기 저항은 무시한다.)

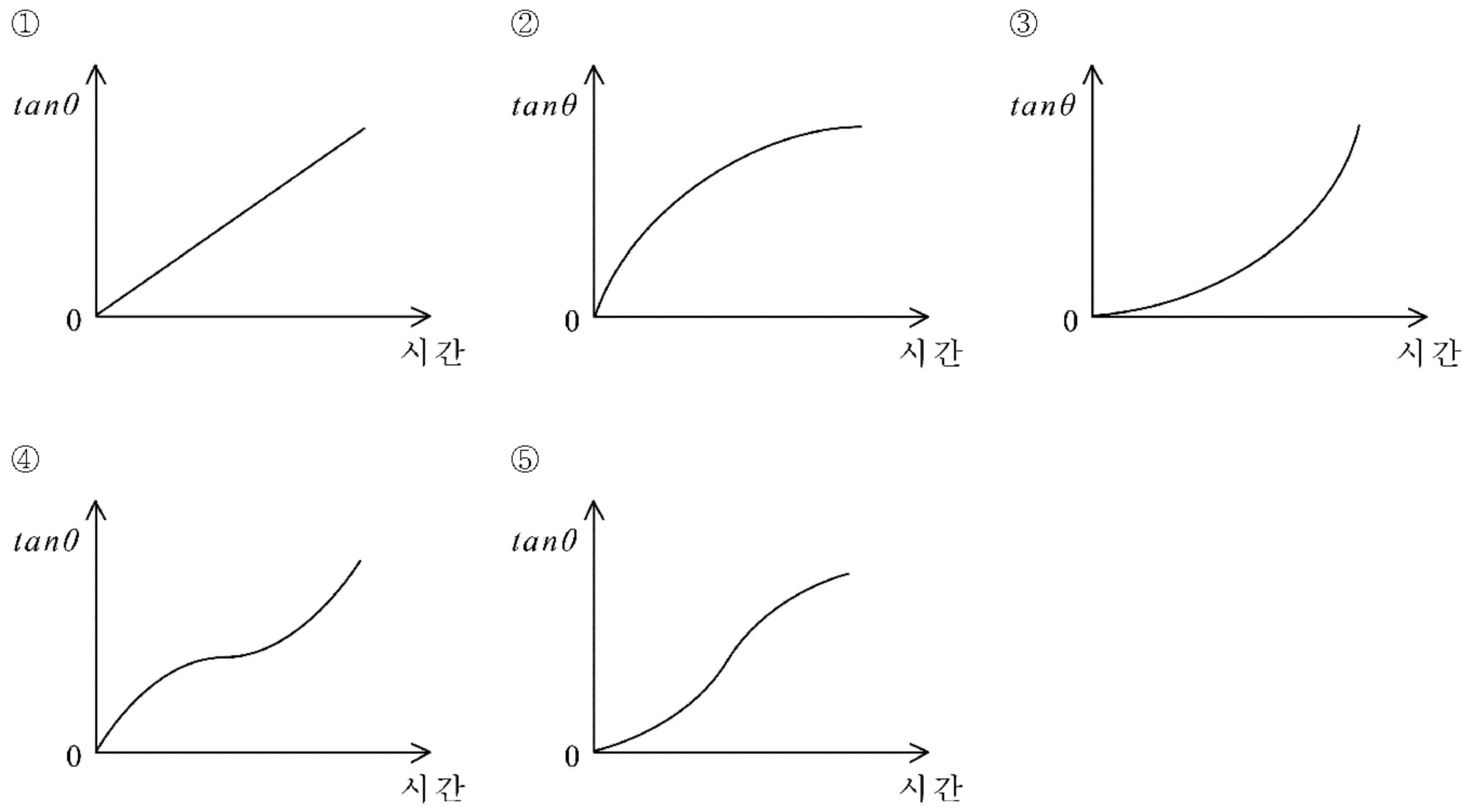
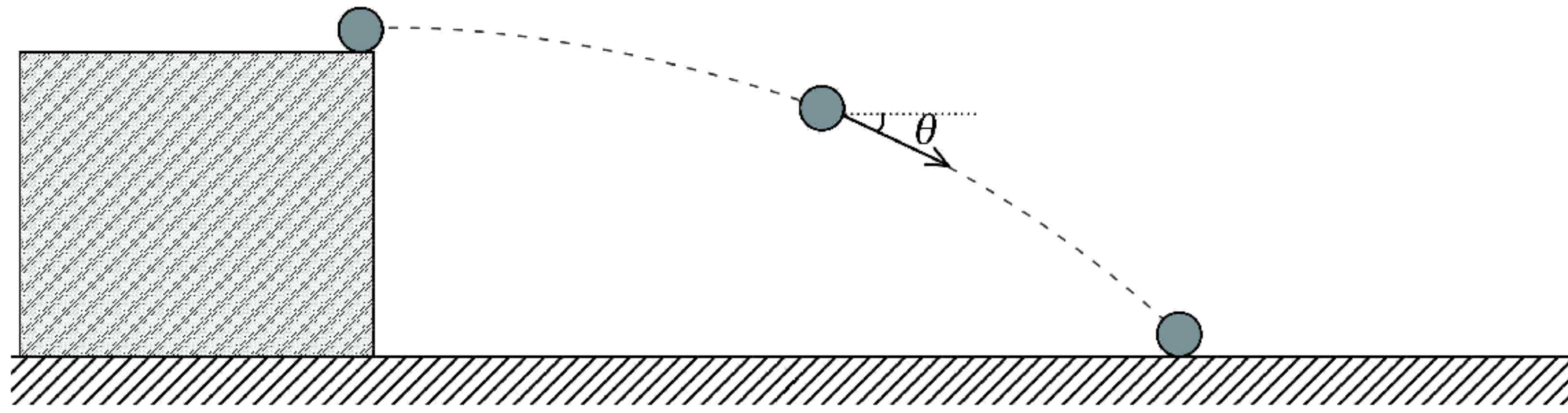


<보기>

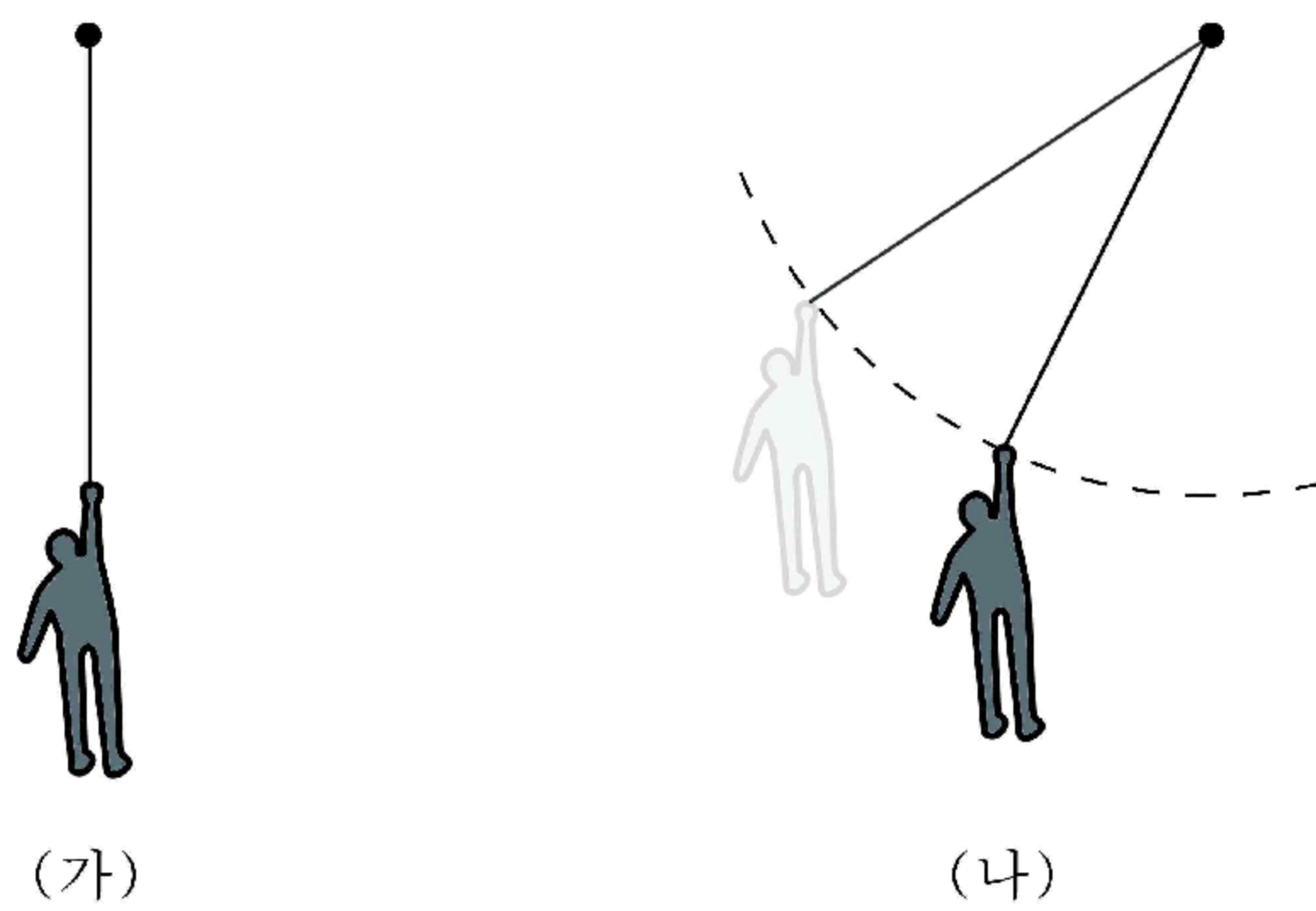
- ㄱ. 물체가 올라간 최고 높이는 바닥으로부터 2.4 m 이다.
- ㄴ. 바닥으로부터 높이 0.6 m 인 지점을 지나는 순간, 물체의 속력은 6 m/s 이다.
- ㄷ. 처음 물체를 눌렀을 때 물체의 위치는 바닥으로부터 높이 0.1 m 인 지점이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제15】 그림과 같이 절벽에서 지면과 나란한 방향으로 공을 던진다. 지면과 공의 운동 방향이 이루는 각을 θ 라 할 때, 공을 던진 직후부터 바닥에 떨어질 때까지 $\tan\theta$ 를 나타낸 그래프로 가장 적절한 것은? (단, 공기 저항은 무시한다.)

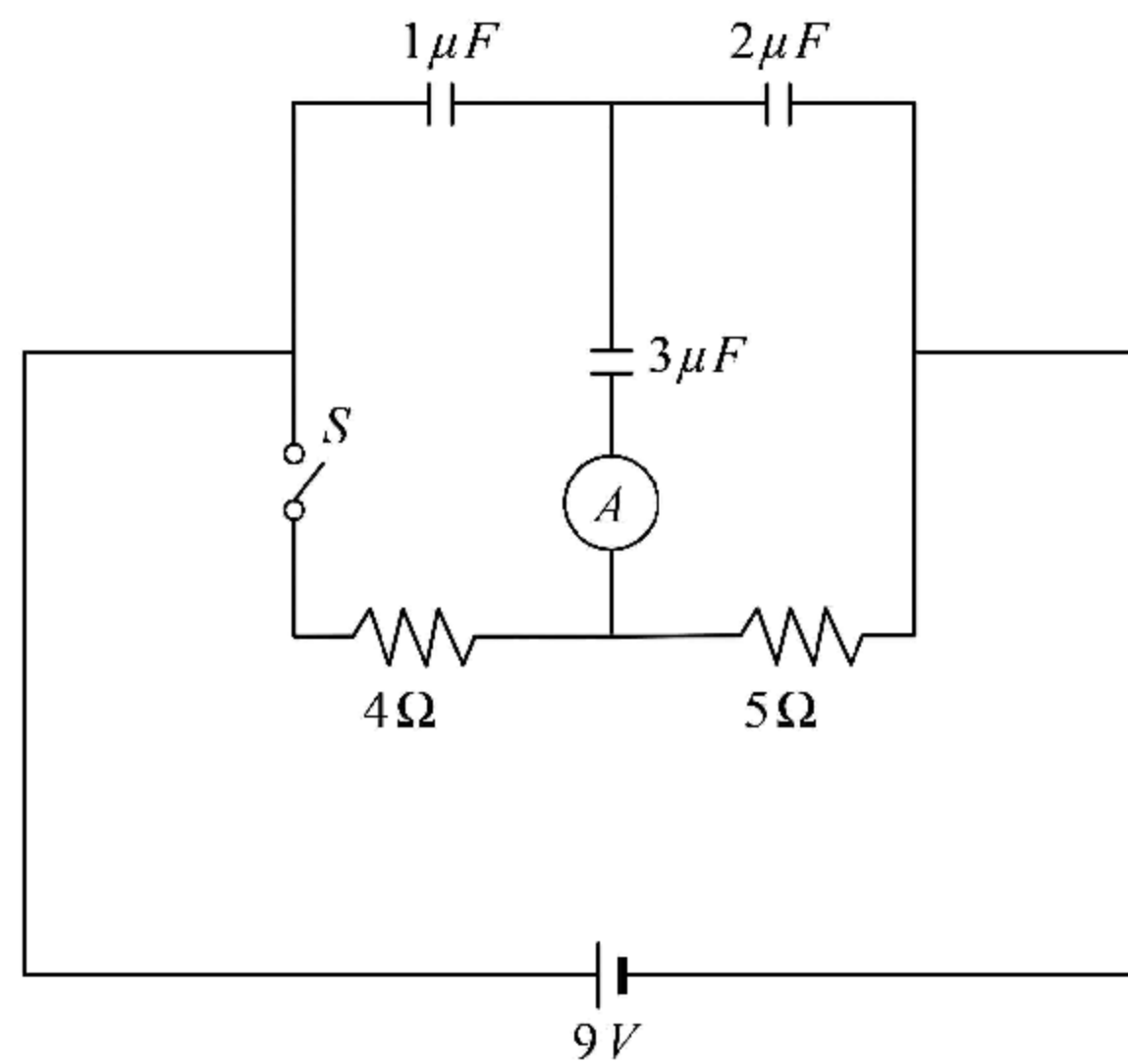


【문제16】 질량 m 인 철수가 길이 L 인 밧줄에 매달려 강을 건너려고 한다. 그림 (가)에서와 같이 정지 상태의 줄에 매달려 밧줄에 이상이 없는 것을 확인한 철수는 그림 (나)에서처럼 밧줄에 매달려 강을 건너고 있다. 이때 최하점을 지나는 순간 철수의 속력은 v 이었다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르시오. (단, 밧줄의 질량과 철수의 크기는 무시하고, 중력 가속도의 크기는 g 이다.)



- ① (가)에서 줄에 걸리는 장력의 크기는 mg 이다.
- ② (나)에서 철수에게 작용하는 알짜힘의 방향은 밧줄과 나란한 방향이다.
- ③ (나)에서 아래로 내려올수록 밧줄에 걸리는 장력의 크기는 증가한다.
- ④ (나)에서 최하점까지 내려오는 데 걸리는 시간은 철수의 질량이 클수록 줄어든다.
- ⑤ (나)에서 줄에 작용하는 장력의 최댓값은 (가)에서 줄의 장력에 비해 $\frac{mv^2}{L}$ 만큼 크다.

【문제18】 그림은 전압이 9V로 일정한 전원 장치에 저항과 축전기를 연결한 회로를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 회로에 연결되기 전에 각 축전기에 저장된 전하는 없었다.)

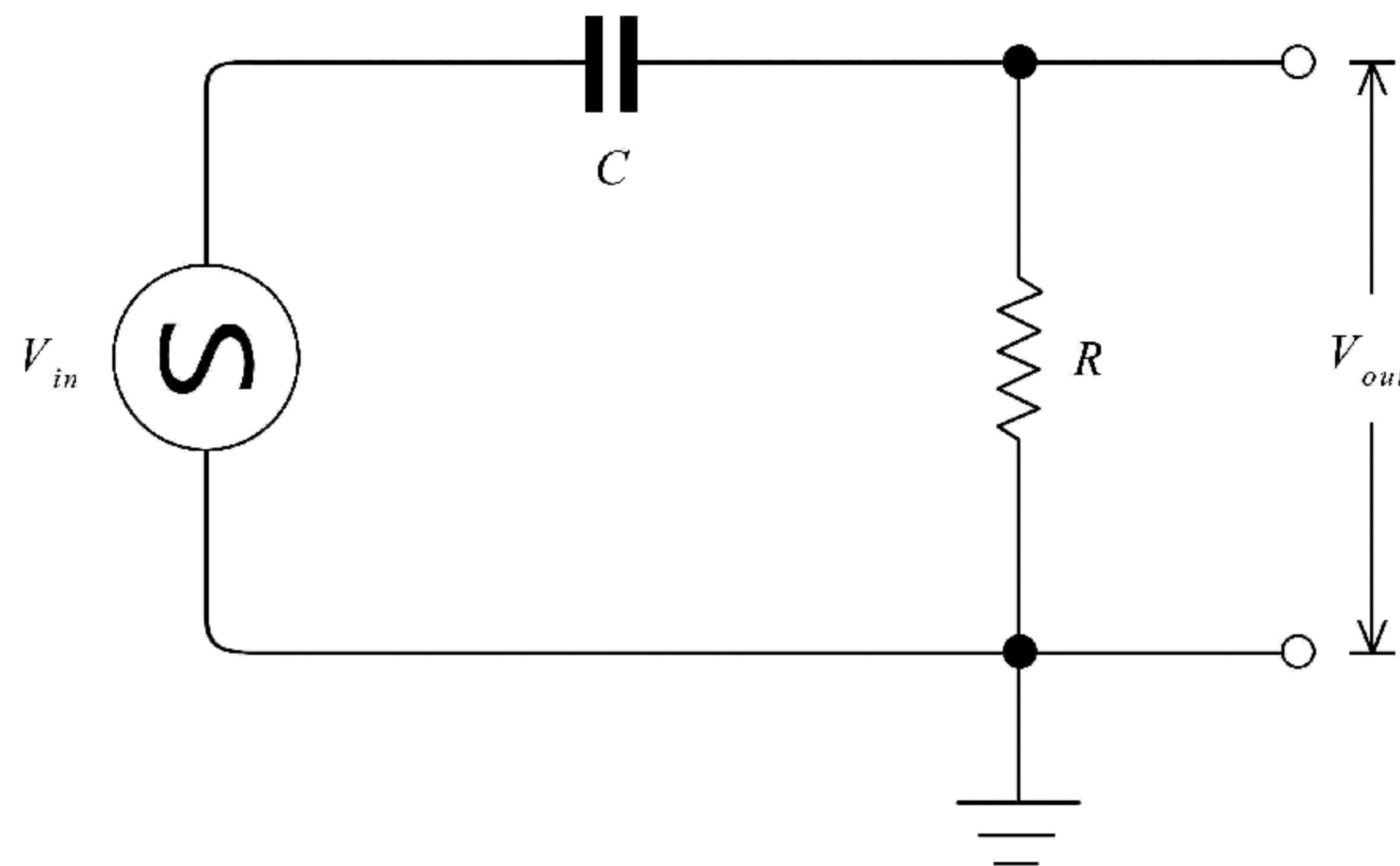


<보기>

- ㄱ. 스위치 S 가 열린 상태로 시간이 충분히 흐른 뒤에 $2\mu\text{F}$ 의 축전기에 저장된 전하량은 $3\mu\text{C}$ 이다.
- ㄴ. 스위치 S 를 충분히 열어두었다가 닫은 직후에 전류계에서 전류가 $3\mu\text{F}$ 의 축전기 쪽으로 흐른다.
- ㄷ. 스위치 S 가 닫힌 상태로 시간이 충분히 흐른 뒤에 $2\mu\text{F}$ 의 축전기에 저장된 전하량은 $5\mu\text{C}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제19】 그림은 진동수가 f 이고 전압의 최댓값이 일정한 교류 전원 V_{in} 에 전기 용량이 C 인 축전기와 저항값이 R 인 저항이 연결된 회로를 나타낸 것이다. 출력 단자의 전압 V_{out} 에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

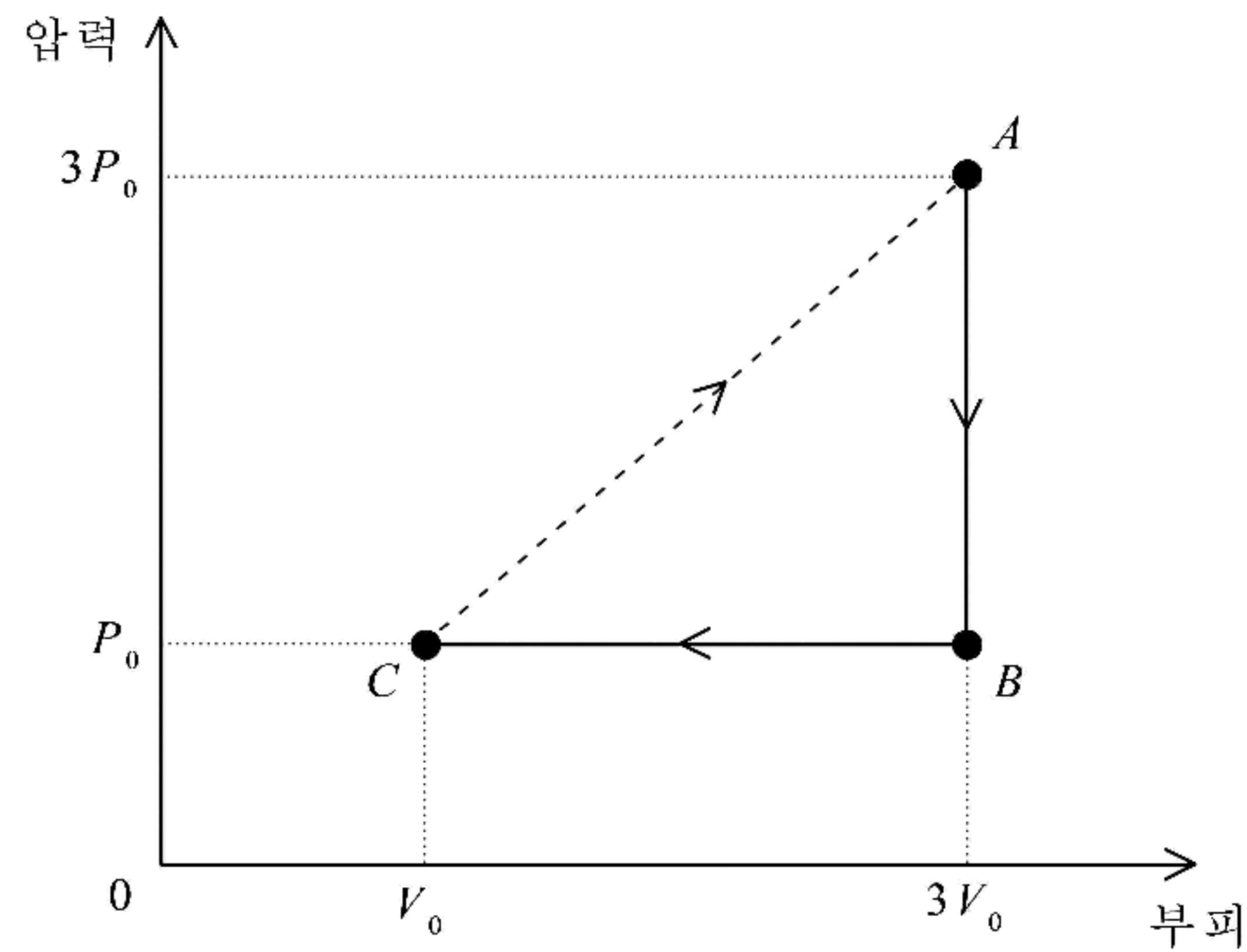


<보기>

- ㄱ. f 가 작을수록 V_{out} 의 크기는 작아진다.
- ㄴ. V_{out} 의 크기는 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{RC}}$ 일 때 최대가 된다.
- ㄷ. V_{in} 와 V_{out} 는 위상이 서로 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

【문제20】 그림은 일정량의 단원자 분자 이상 기체의 상태가 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ 순서에 따라 변화할 때 기체의 압력과 부피를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

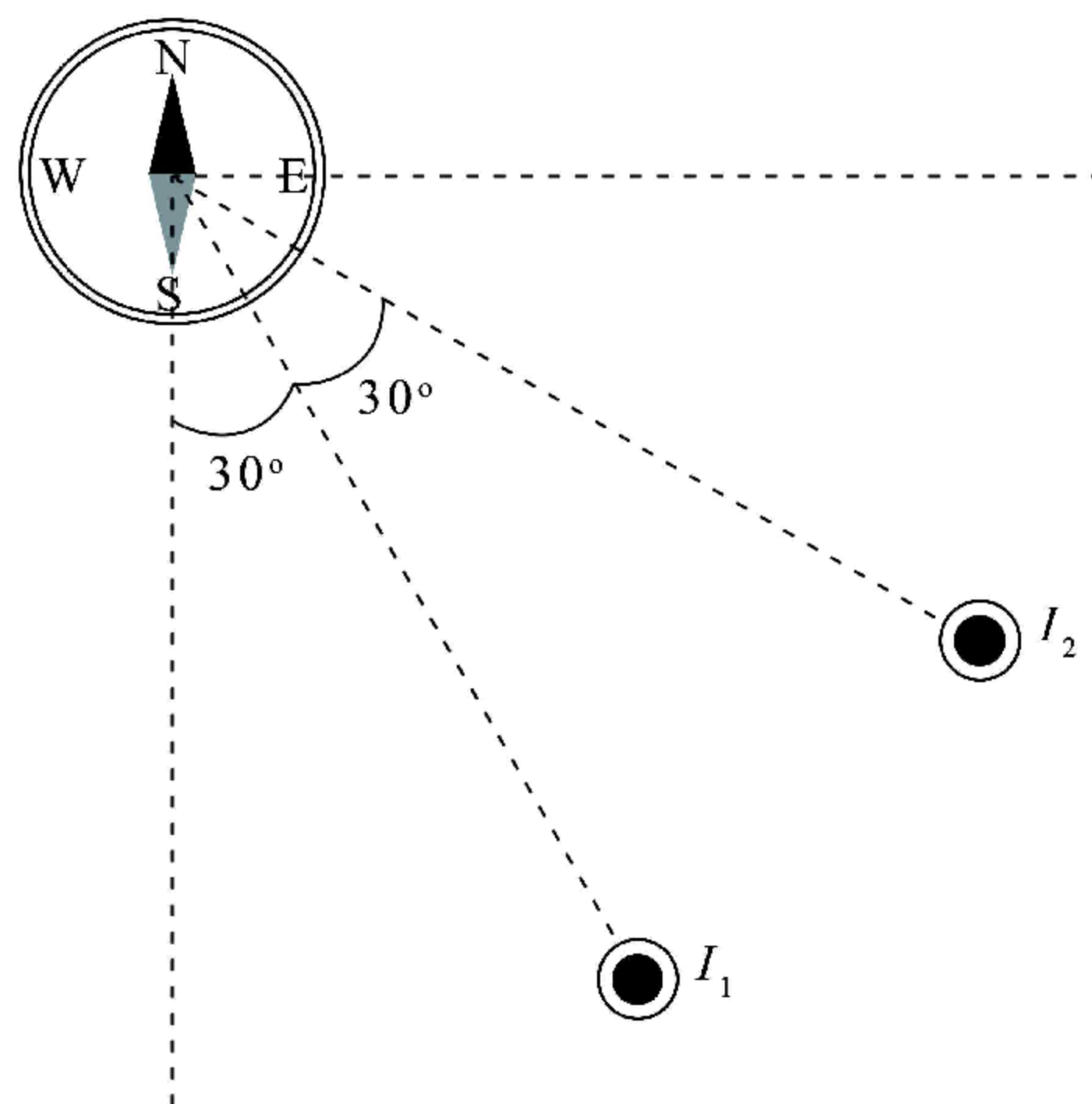


<보기>

- ㄱ. 내부 에너지 변화량은 $A \rightarrow B$ 과정이 $B \rightarrow C$ 과정의 3배이다.
- ㄴ. 기체가 방출한 열량은 $A \rightarrow B$ 과정이 $B \rightarrow C$ 과정의 2배이다.
- ㄷ. 이 순환 과정으로 작동하는 기관의 열효율은 12.0%이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

【문제21】 그림과 같이 나침반의 남쪽에서 동쪽으로 30° 방향과 60° 방향의 같은 거리에 두 개의 도선이 있고 각각 지면을 뚫고 나오는 방향으로 전류가 흐를 수 있도록 회로에 연결되어 있다. I_1 만 흐르게 하였더니 나침반의 N극이 반시계 방향으로 90° 회전하여 서쪽을 가리켰으며, I_1 과 I_2 를 모두 흐르게 하였더니 I_1 만 흐를 때보다 반시계 방향으로 30° 더 회전하였다. $\frac{I_1}{I_2}$ 은?

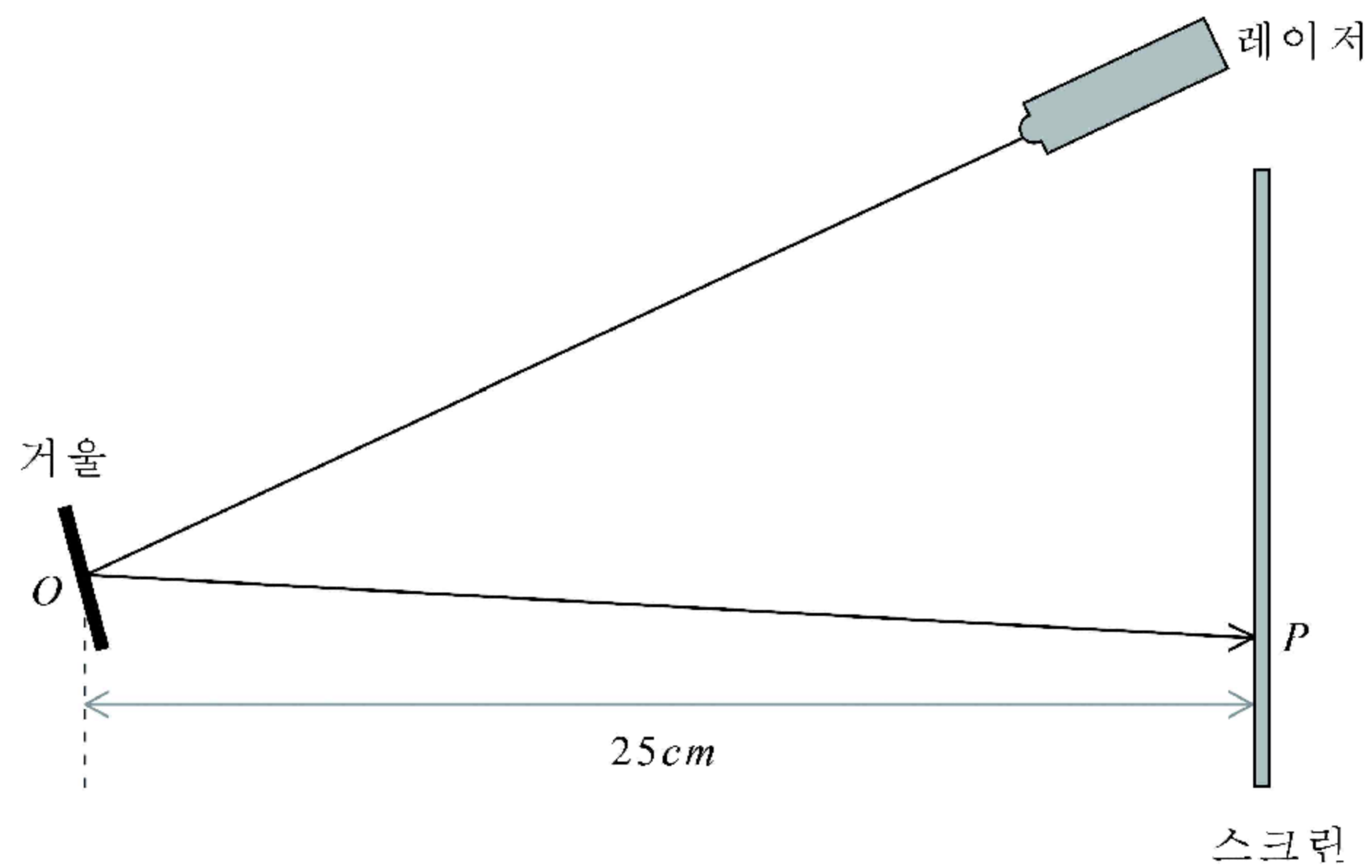


- ① $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ② $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ③ $\frac{2}{\sqrt{3}}$ ④ $\sqrt{3}$ ⑤ $2\sqrt{3}$

【문제22】 10℃의 물이 유입되다가 두 갈래로 나뉘어져 한쪽은 그대로 공급되고 다른 한 쪽은 온수기를 통하여 공급된다. 냉수 밸브와 온수 밸브는 최대한 열었을 때 각각 초당 40 ml의 물을 공급한다. 온수기의 소비 전력은 온수 밸브에서 나오는 물의 양에 비례하며, 온수 밸브를 최대로 열 때 온수기의 소비 전력은 5 kW 이다. 온수기에서 소비된 전기 에너지의 84%가 물의 온도를 높이는 데에 사용된다. 온수기를 통과한 물은 수도꼭지에 도달하기 전까지 약간의 열 손실이 발생하며 물과 파이프 외부 온도(10℃) 차이의 4%만큼 온도가 감소한다. 세면대에서 30℃의 물을 단위 시간당 가장 많이 공급받을 수 있도록 밸브를 조절할 때, 냉수와 온수의 초당 공급량은? (단, 열의 일당량은 4.2 J/cal이다.)

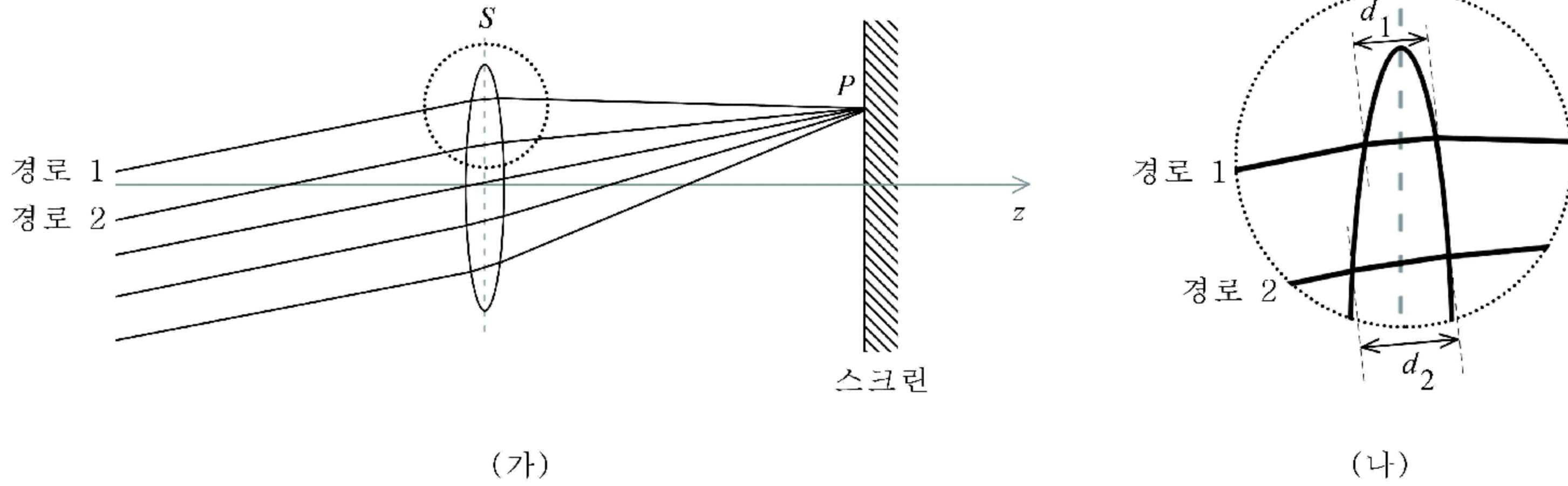
- ① 냉수 4 ml/s, 온수 20 ml/s
- ② 냉수 8 ml/s, 온수 20 ml/s
- ③ 냉수 8 ml/s, 온수 40 ml/s
- ④ 냉수 10 ml/s, 온수 40 ml/s
- ⑤ 냉수 12 ml/s, 온수 40 ml/s

【문제25】 그림은 레이저 스캐너 내부의 모습을 모식적으로 나타낸 것으로, 레이저 빔은 거울의 중심 O에서 반사되어 스크린의 한 점 P에 도달한다. 레이저 발생 장치는 위치가 고정되어 있고, 거울은 O를 중심으로 회전하며, O에서 스크린까지의 거리는 25cm이다. P가 100cm/s의 속력으로 움직이기 위한 거울의 각속도에 가장 가까운 값은? (단, 거울과 스크린, 거울과 레이저는 충분히 멀리 떨어져 있다.)



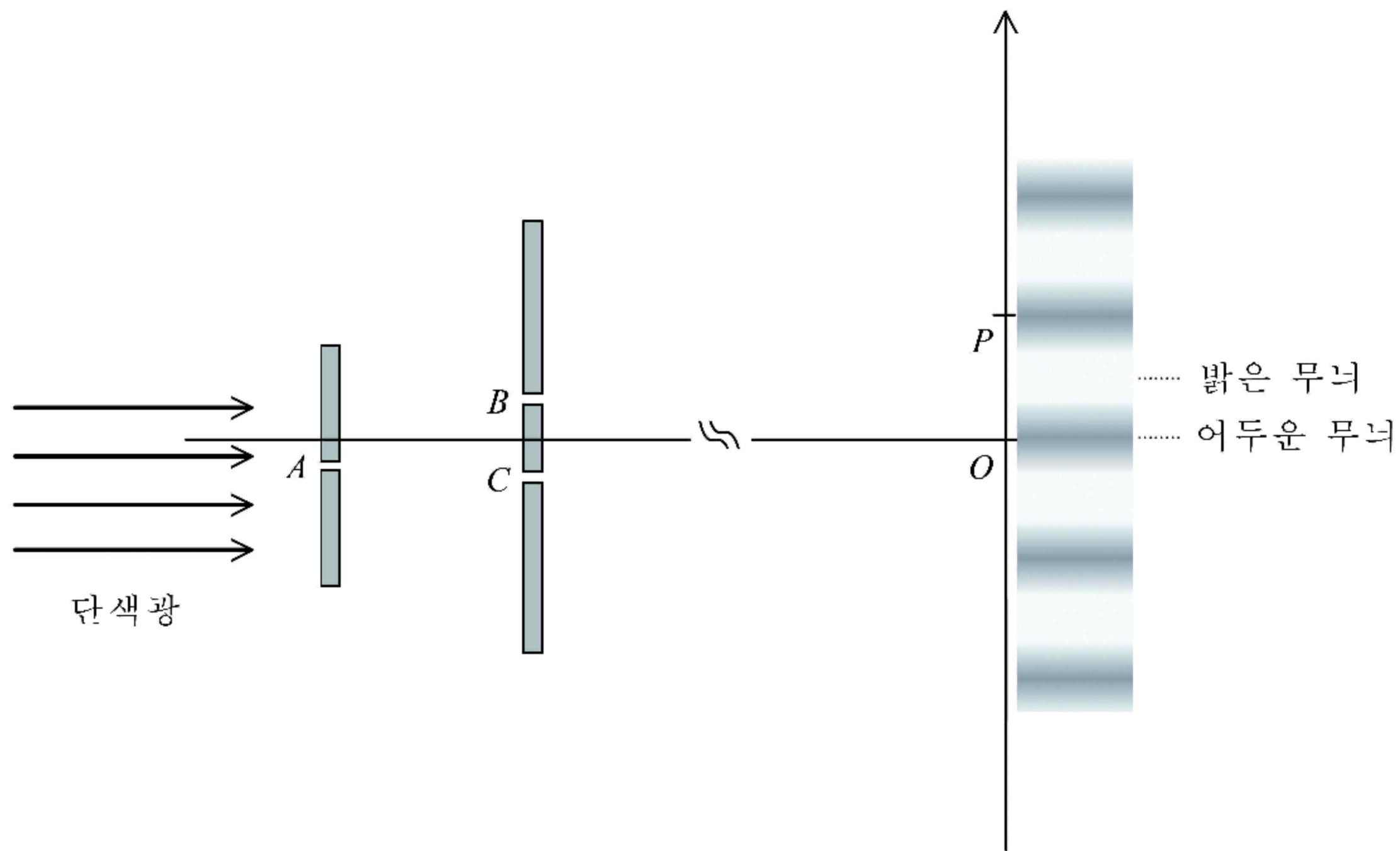
- ① $\frac{1}{2}$ rad/s ② 1 rad/s ③ 2 rad/s ④ 4 rad/s ⑤ 8 rad/s

【문제26】 그림 (가)는 z 축에서 벗어난, 무한히 멀리 떨어져 있는 점광원이 굴절률 n 인 얇은 볼록렌즈에 의해 스크린의 점 P 에 상을 맺는 모습을 모식적으로 나타낸 것으로, 면 S 는 z 축에 수직이며 렌즈 중심을 지난다. 그림 (나)는 경로 1, 2가 렌즈를 지나는 모습을 확대하여 나타낸 것으로, 경로 1의 광선은 렌즈 속에서 d_1 의 거리를 지나며, 경로 2의 광선은 렌즈 속에서 d_2 의 거리를 지난다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 있는 대로 모두 고르시오.



- ① 광선이 경로 1을 통해 점광원으로부터 P 에 도달하는 데 걸리는 시간은 경로 2를 통해 도달하는 데 걸리는 시간보다 길다.
- ② 광선이 경로 1을 통해 점광원으로부터 P 에 도달하는 거리는 경로 2를 통해 도달하는 거리보다 $(n-1)(d_2 - d_1)$ 만큼 길다.
- ③ 렌즈 중심으로부터 스크린까지의 거리는 볼록렌즈의 초점 거리보다 길다.
- ④ 면 S 에서 빛의 위상은 모두 같다.
- ⑤ P 에서 보강간섭이 일어난다.

【문제27】 그림은 단일 슬릿과 이중 슬릿을 통과한 단색광에 의해 스크린에 생기는 간섭무늬를 관찰하는 실험 장치와 결과를 모식적으로 나타낸 것이다. 단일 슬릿의 중심은 광축으로부터 벗어나 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

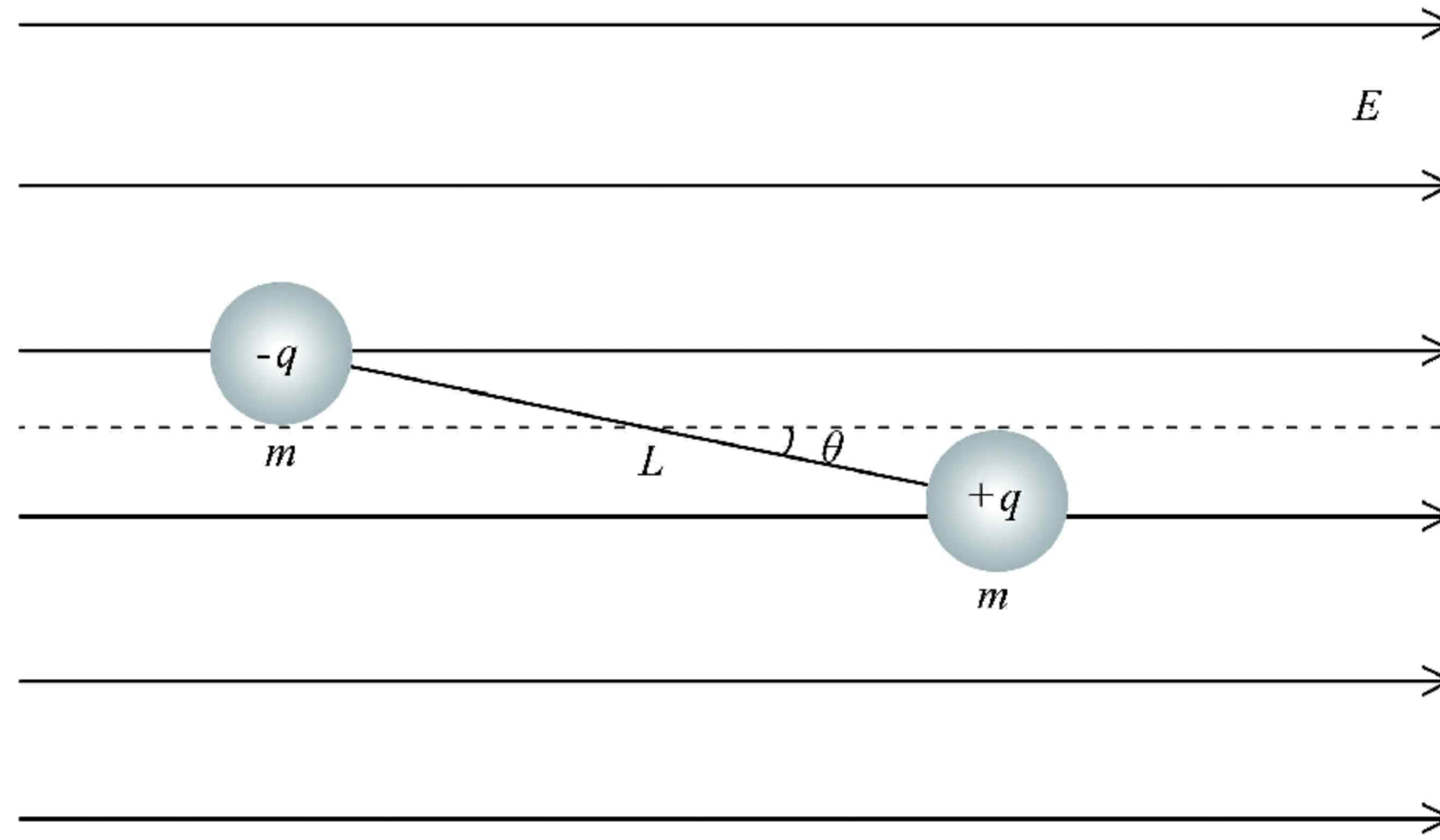


<보기>

- ㄱ. 슬릿 B와 C로부터 점 P 까지 경로차는 반파장의 홀수배이다.
- ㄴ. 슬릿 A에서 슬릿 B, C까지 위상차는 π 의 홀수배이다.
- ㄷ. 다른 파장의 단색광을 비추어 점 O 에서 밝은 무늬를 만들 수 있다.

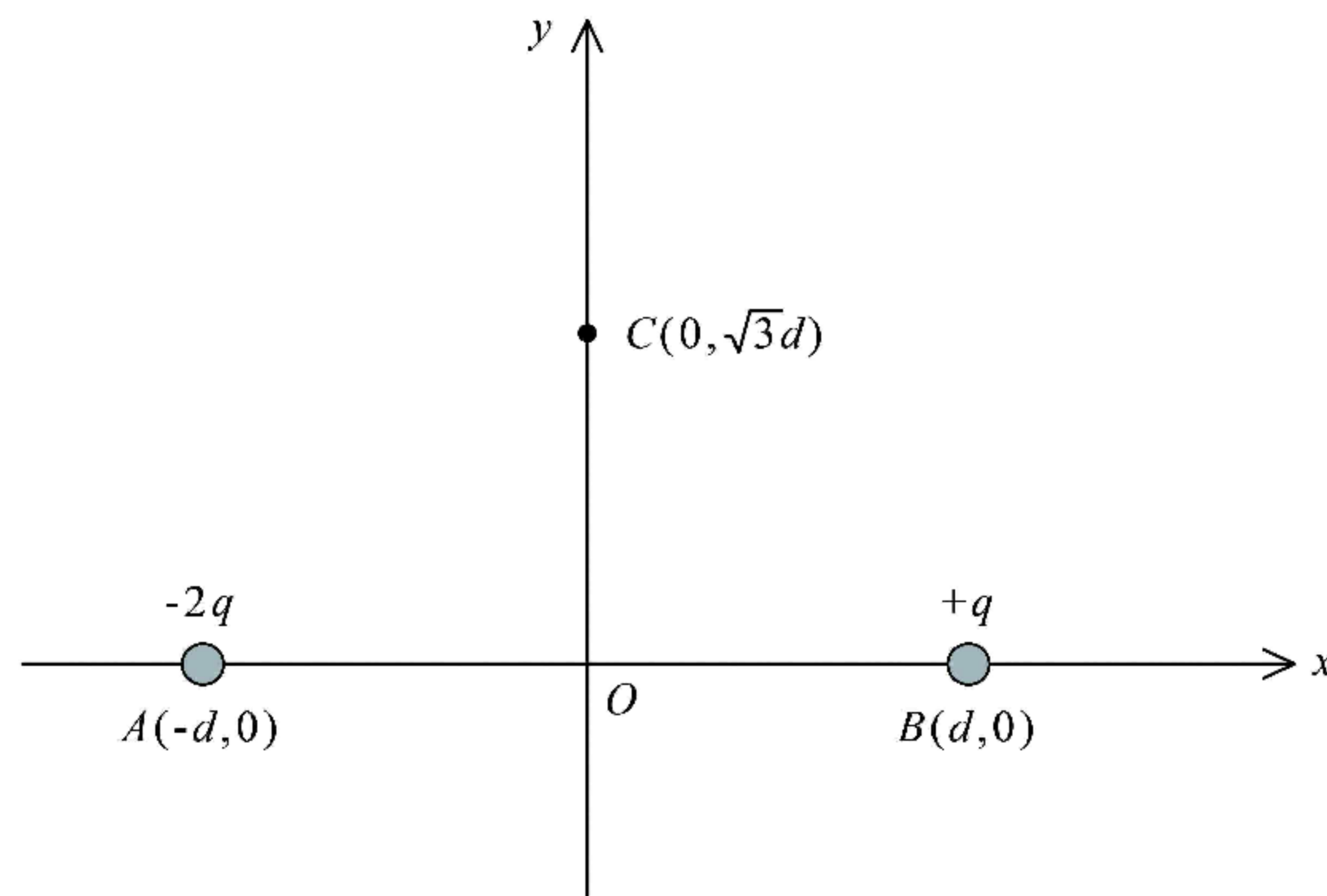
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

【문제28】 그림과 같이 전기 쌍극자가 균일한 전기장 속에 놓여 있다. 전기 쌍극자의 점전하는 질량이 m , 전하량이 $+q$, $-q$ 이고 L 만큼 떨어져 있다. 전기 쌍극자의 방향이 전기장의 방향과 거의 일치할 때, 전기 쌍극자는 단진동을 한다. 단진동의 고유 진동수는?



- ① $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{qE}{4mL}}$ ② $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{qE}{2mL}}$ ③ $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{qE}{mL}}$ ④ $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2qE}{mL}}$ ⑤ $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{4qE}{mL}}$

【문제29】 그림과 같이 xy 평면상에서 전하량이 $-2q$, $+q$ 인 두 점전하가 $A(-d, 0)$, $B(d, 0)$ 에 각각 고정되어 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 전하량이 $+q$ 인 점전하로부터 거리 d 만큼 떨어진 지점에서 전기장의 세기는 E_0 이다.)

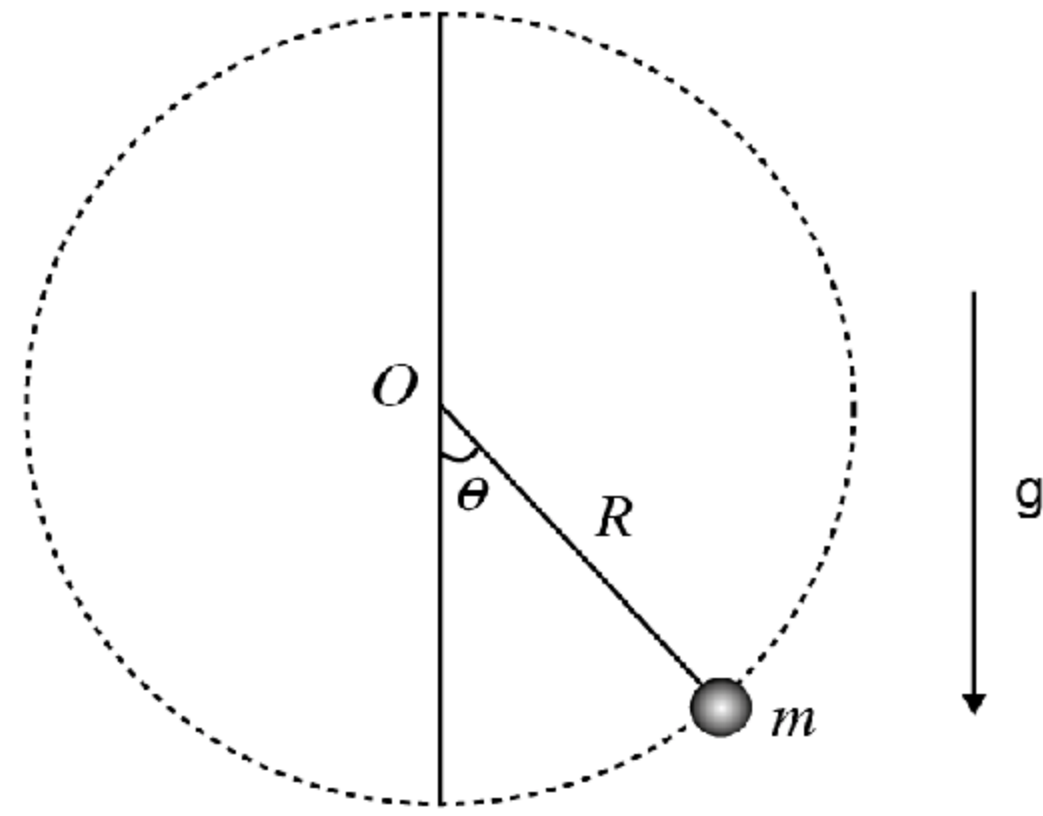


<보기>

- ㄱ. 점 C에서 전기장의 세기는 $\frac{\sqrt{3}}{4}E_0$ 이다.
- ㄴ. 점 C에서 원점 O까지 점전하 $+q$ 를 이동할 때, 전기력이 한 일은 $qE_0 \frac{d}{2}$ 이다.
- ㄷ. x 축 상에 전하량이 $-q$ 인 점전하를 놓을 때, 이 점전하에 작용하는 알짜힘이 0인 지점은 2군데 있다.

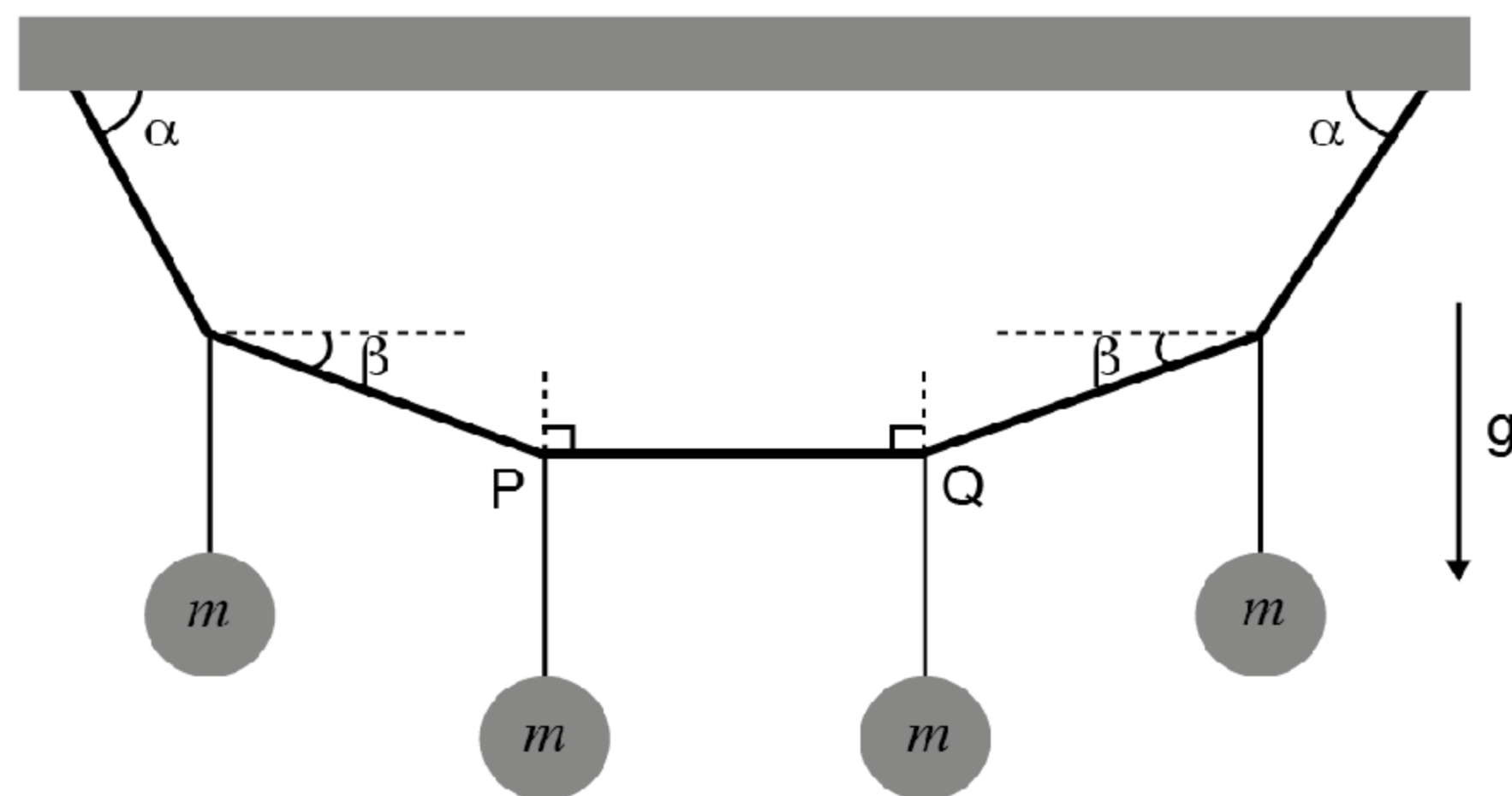
- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제1】 그림과 같이 질량 m 인 작은 물체가 길이 R 인 줄 끝에 매달려 고정점 O 를 중심으로 연직 평면에서 운동하고 있다. 모든 지점에서 줄이 팽팽한 상태를 유지하며 원운동을 하려면 최저점에서 속력이 얼마 이상이어야 하는가?



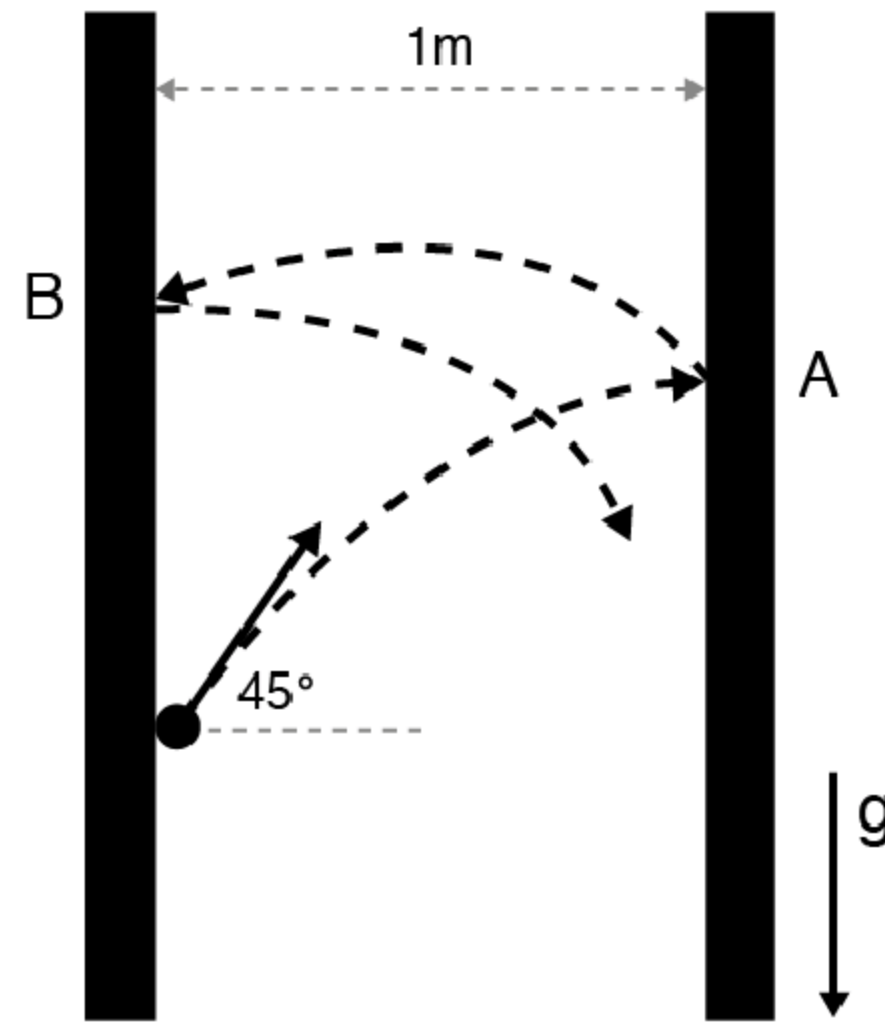
- ① \sqrt{gR} ② $\sqrt{2gR}$ ③ $\sqrt{3gR}$ ④ $\sqrt{4gR}$ ⑤ $\sqrt{5gR}$

【문제2】 그림과 같이 질량 m 인 물체 4개가 줄에 매달려 팽팽하게 평형을 이루고 있다. $\alpha + \beta = 90^\circ$ 일 때, $\tan\beta$ 는?
(단, P와 Q 사이의 줄은 수평이고, 줄의 질량은 무시한다.)



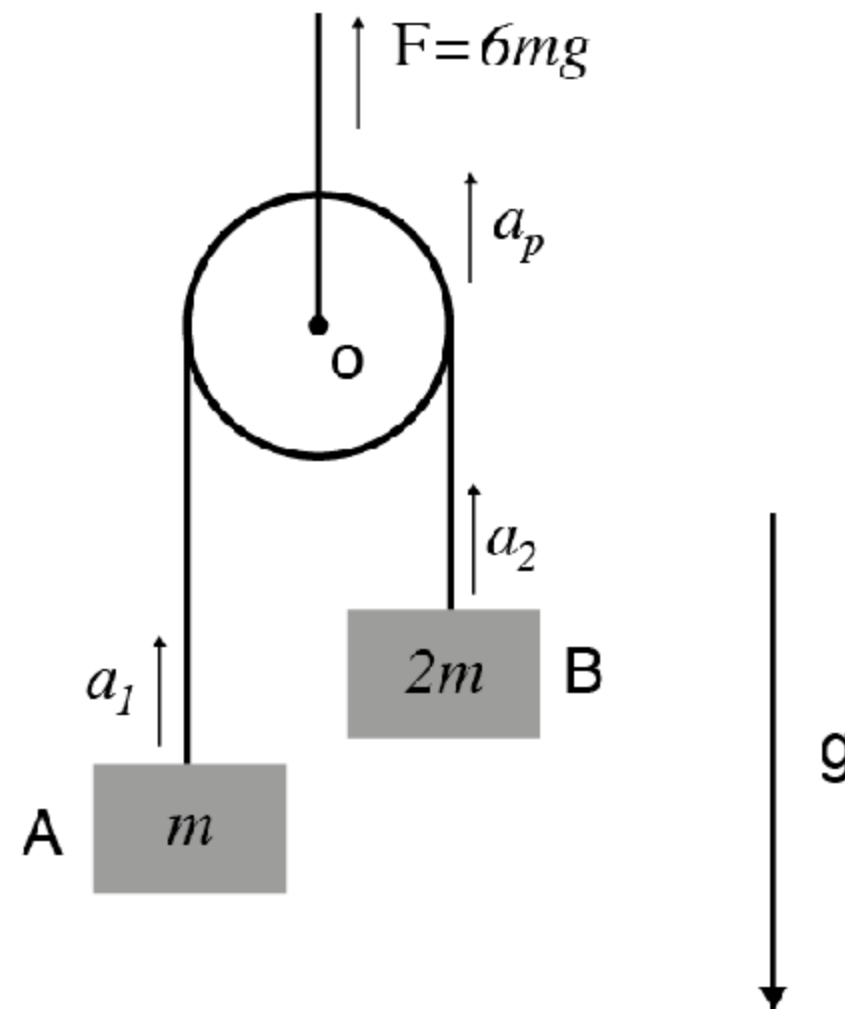
- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ③ 1 ④ $\sqrt{2}$ ⑤ 2

【문제3】 그림과 같이 거리 1m만큼 떨어져서 마주보고 있는 반발 계수 $e=1/\sqrt{2}$ 인 두 벽의 왼쪽에서 각 45° , 속도 10 m/s 로 공을 던졌다. 공은 날아가서 오른쪽 벽과 첫 번째 충돌을 하고, 원래 벽 쪽으로 튕겨와 두 번째 충돌을 한다. 첫 번째 충돌 위치 A와 두 번째 충돌 위치 B의 높이 차이에 가장 가까운 값은? (단, 벽은 수직으로 서 있고, 공의 크기는 무시한다.)



- ① 0.93 m ② 0.97 m ③ 1.01 m ④ 1.05 m ⑤ 1.1 m

【문제4】 그림과 같이 질량이 각각 m , $2m$ 인 블록 A와 B를 실로 연결하여 마찰이 없는 도르래에 건 후 도르래 중심을 $6mg$ 의 힘으로 중력의 반대 방향으로 끌어 올렸다. A, B, 도르래의 가속도의 크기를 각각 a_1 , a_2 , a_p 라고 할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 도르래와 실의 질량은 무시하며, g 는 중력 가속도이다.)



<보기>

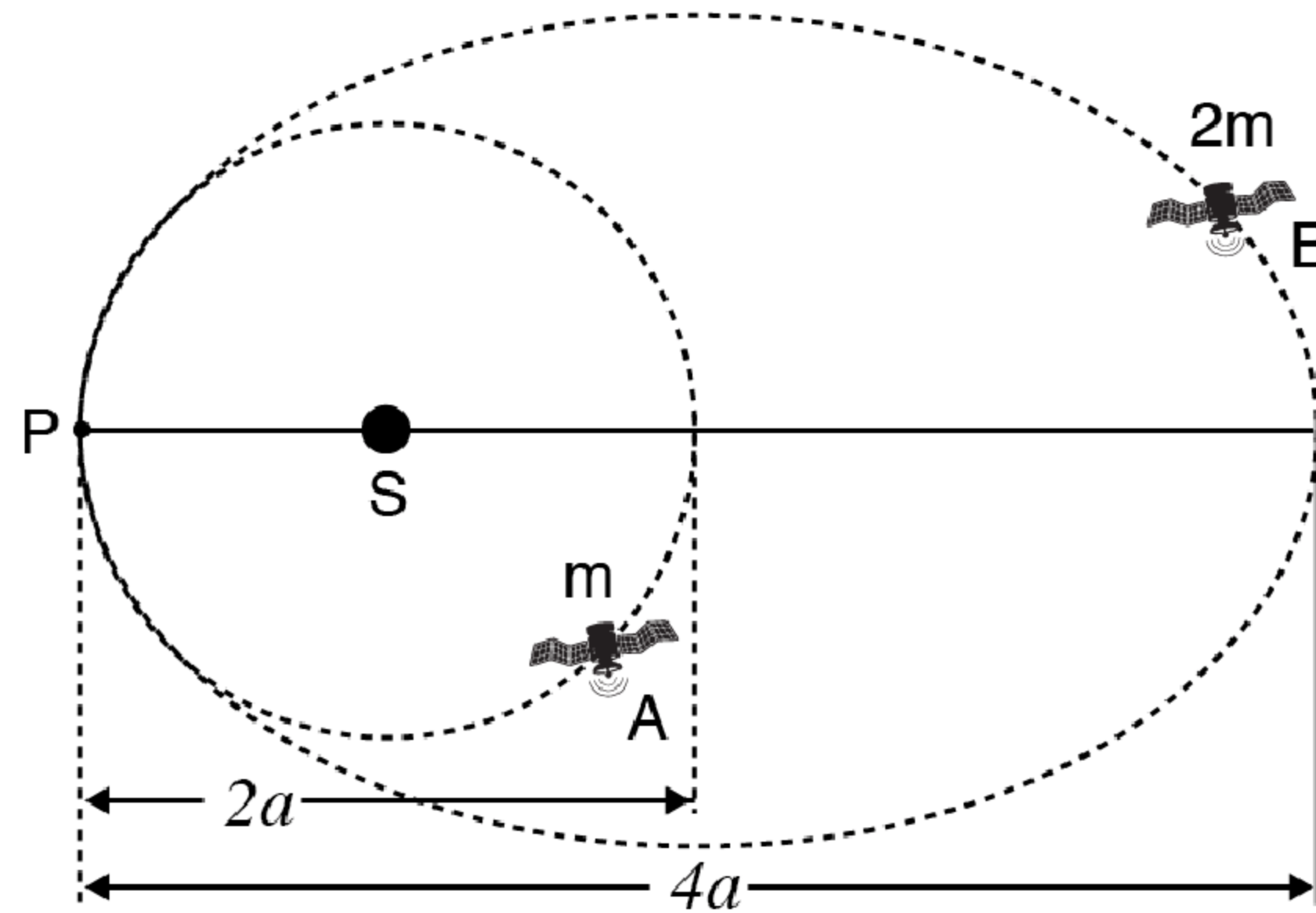
ㄱ. a_1 은 $2g$ 이다.

ㄴ. 도르래에 대한 B의 상대 가속도의 크기는 $\frac{3}{4}g$ 이다.

ㄷ. $a_1 - a_2 = 2a_p$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제6】 그림과 같이 질량이 각각 m , $2m$ 인 두 인공위성 A, B가 천체 S 주위를 운동하고 있다. A는 지름 $2a$ 인 원 궤도를 따라 운동하고, B는 S를 하나의 초점으로 근일점(천체와의 거리 a)과 원일점(천체와의 거리 $3a$) 사이의 거리가 $4a$ 인 타원 궤도를 따라 운동하고 있다. 점 P는 S로부터 a 만큼 떨어진 두 궤도상의 동일한 지점이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B 사이의 상호 작용은 무시한다.)

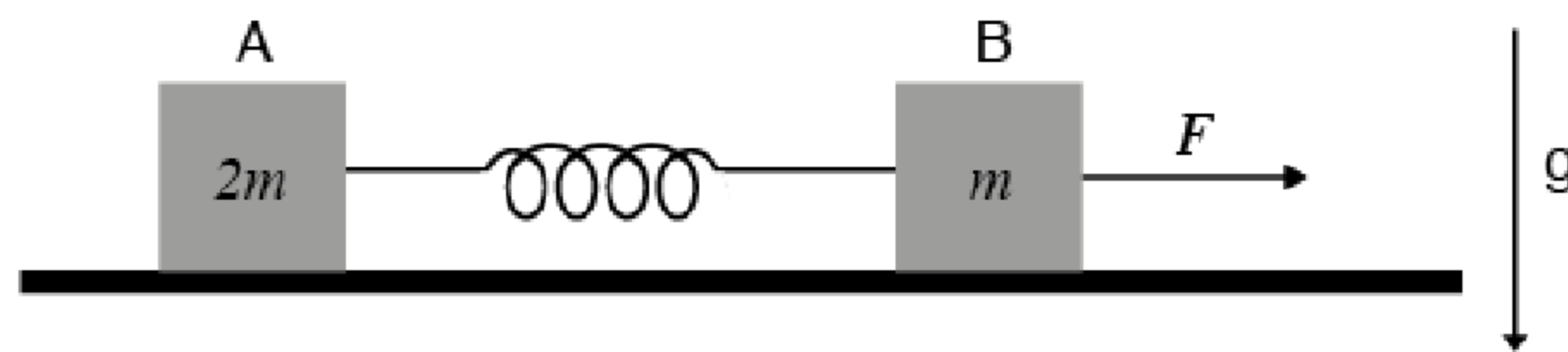


<보기>

ㄱ. 각운동량은 B가 A의 2배이다.
 ㄴ. 역학적 에너지는 A와 B가 같다.
 ㄷ. P지점에서 인공위성의 속력은 A와 B가 같다.

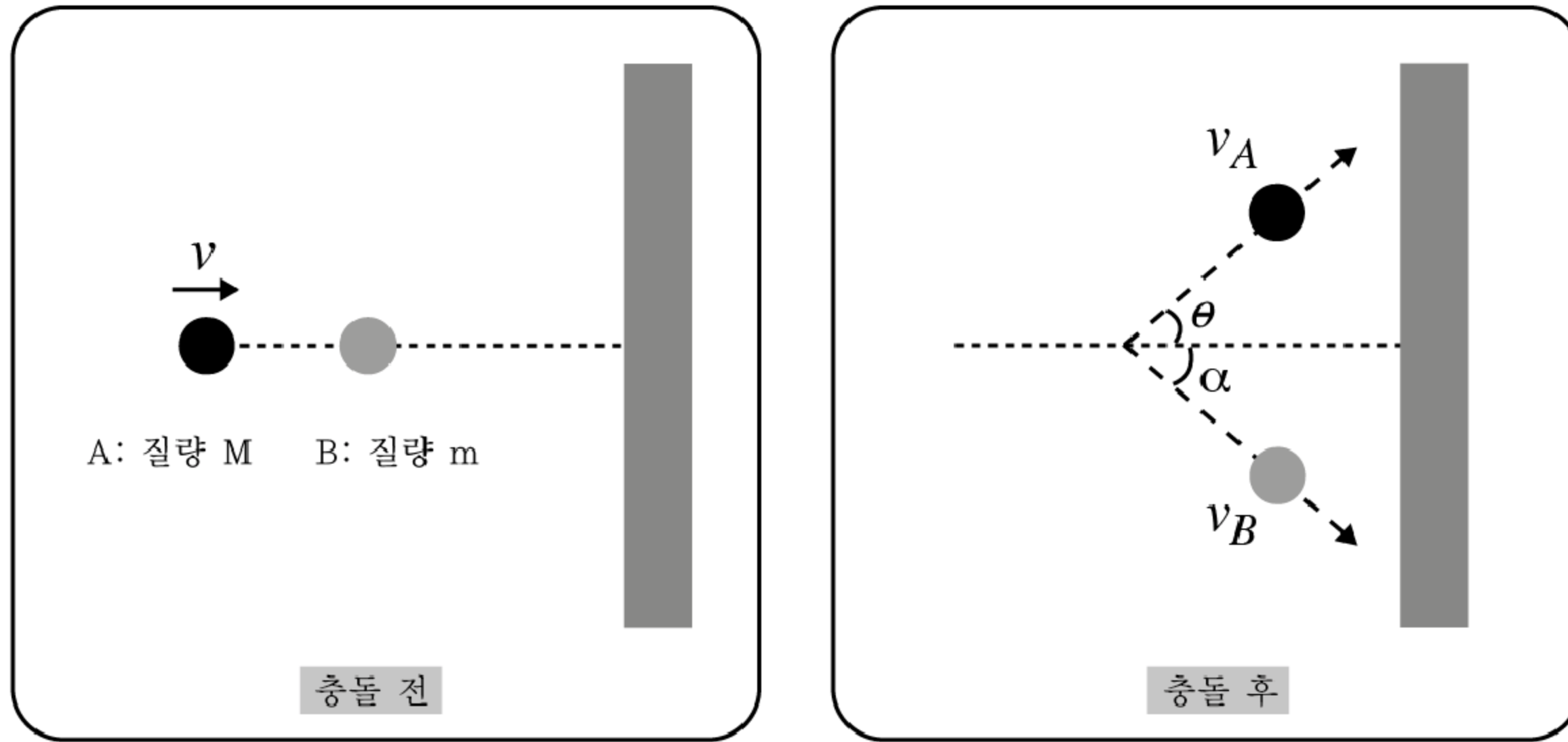
- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

【문제7】 질량이 각각 $2m$, m 인 나무도막 A, B를 용수철에 연결하여 수평면 위에 가만히 놓은 후, 그림과 같이 B에 일정한 크기의 힘 F 를 가한다. 힘 F 가 가해지기 전에 용수철은 길이가 늘어나거나 줄어들지 않은 상태이고, A, B와 바닥면 사이의 정지 마찰 계수와 운동 마찰 계수는 각각 $\frac{3}{2}\mu$, μ 이다. A가 움직이지 않는 F 의 최댓값은?



- ① $2\mu mg$ ② $\frac{5}{2}\mu mg$ ③ $3\mu mg$ ④ $\frac{7}{2}\mu mg$ ⑤ $4\mu mg$

【문제8】 그림과 같이 마찰이 없는 수평면 위에 구슬 B가 정지해 있고 그 뒤로 평면 벽이 있다. 이때 벽에 수직인 방향으로 구슬 A를 일정한 속력 v 로 발사시켜 구슬 B와 탄성 충돌 시켰더니, 충돌 후 두 구슬이 벽에 동시에 도달하였다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 구슬의 크기는 무시한다.)

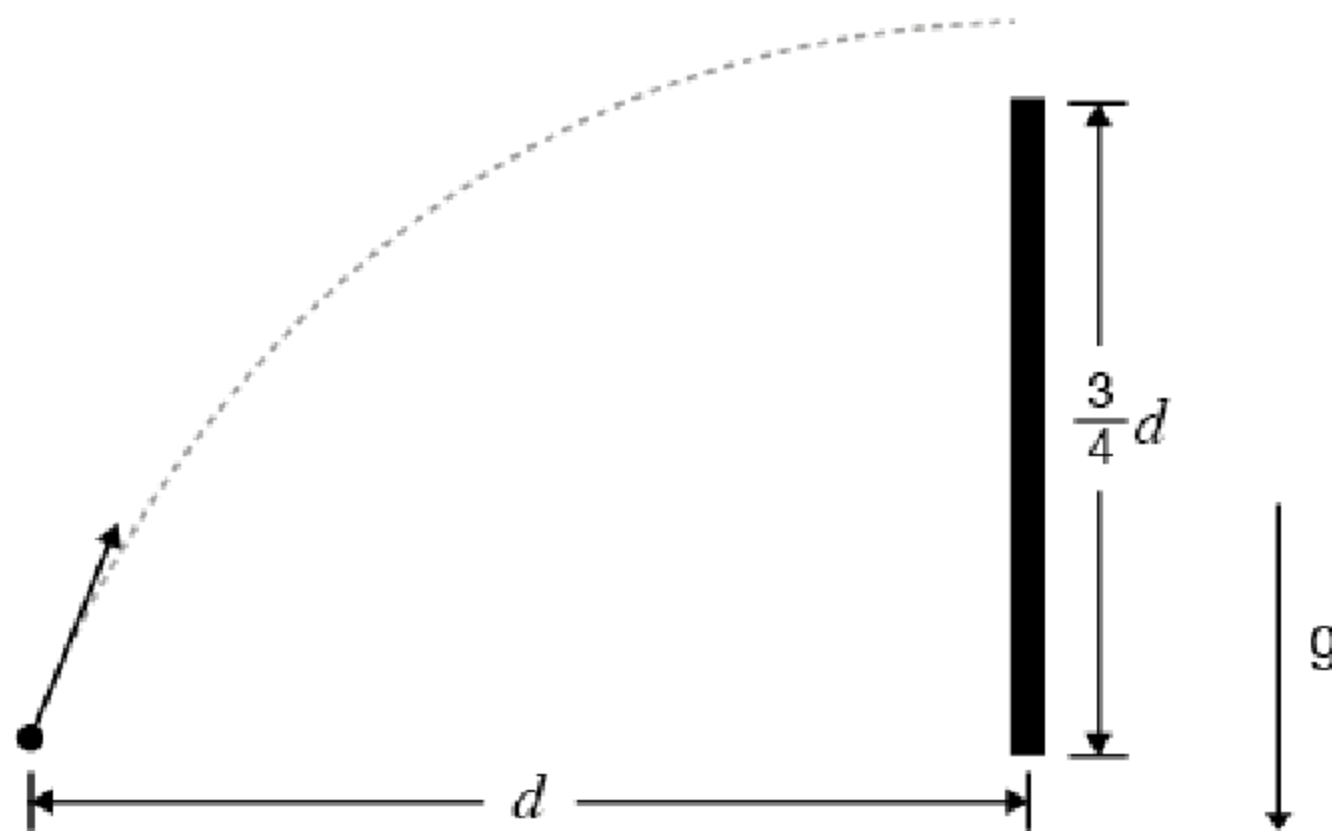


<보기>

ㄱ. $M > m$ 일 때, $\alpha > \theta$ 이다.
 ㄴ. 두 질량에 상관없이, 항상 $\alpha = 45^\circ$ 이다.
 ㄷ. 충돌 후 운동 에너지는 A가 B의 $\frac{m}{M}$ 배이다.

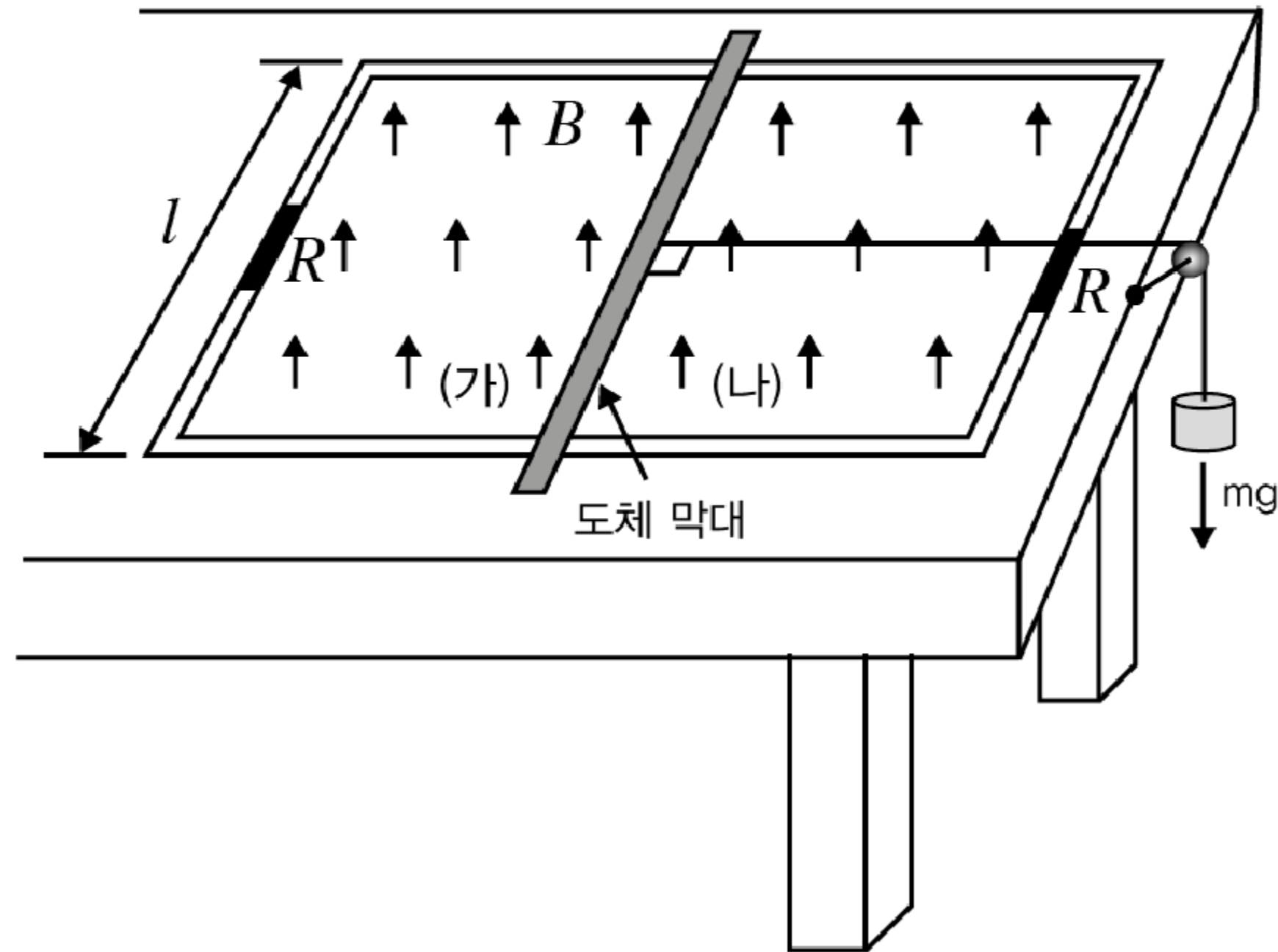
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

【문제10】 그림과 같이 수평 거리 d 만큼 떨어진 곳에 수직 높이 $\frac{3}{4}d$ 인 담장이 놓여 있다. 포물선 운동을 하는 공이 담장을 넘어가기 위해 필요한 공의 최소 투척 속력은? (단, 공의 크기와 담장의 너비, 공기 저항은 무시하고, 중력 가속도의 크기는 g 이다.)



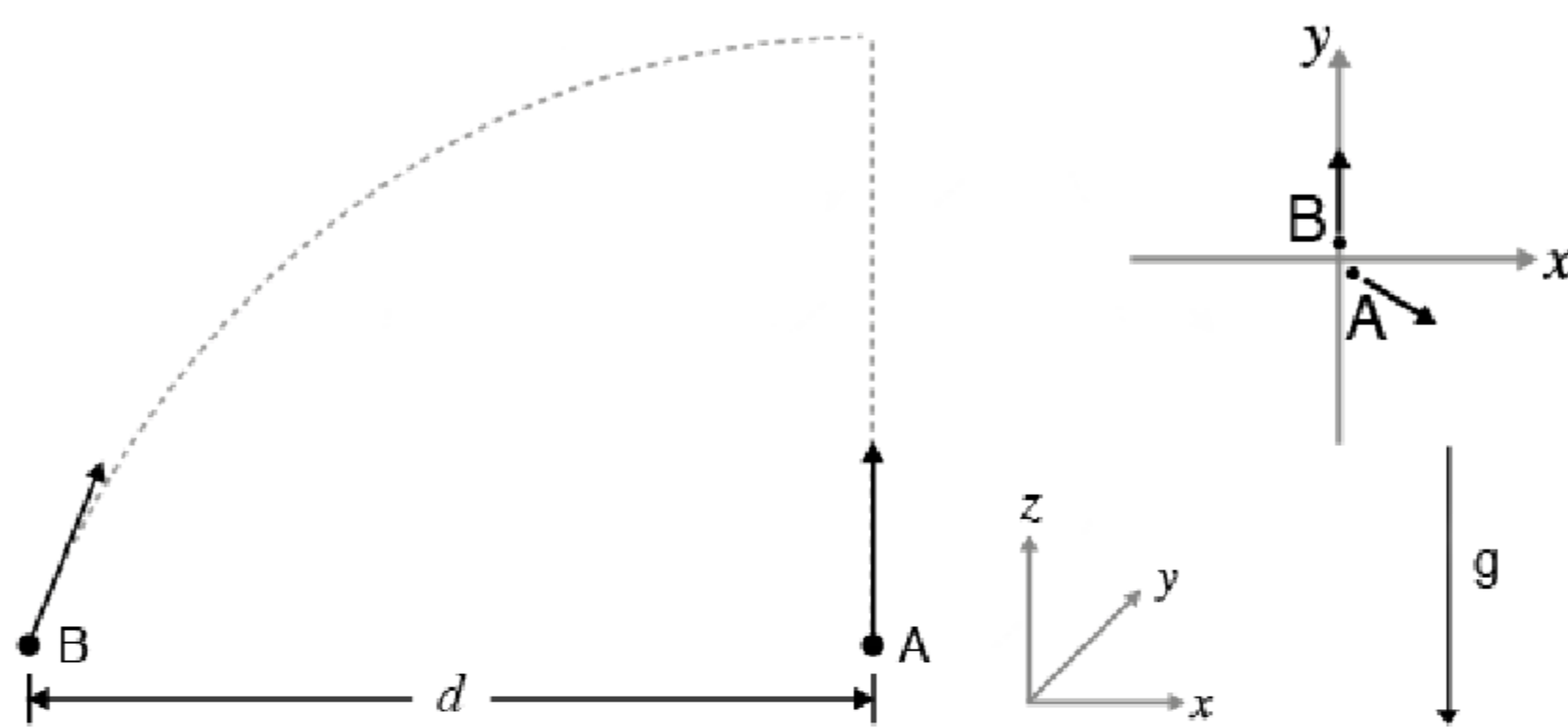
- ① $\sqrt{\frac{1}{2}dg}$ ② $\sqrt{\frac{7}{6}dg}$ ③ $\sqrt{2dg}$ ④ $\sqrt{\frac{13}{6}dg}$ ⑤ $\sqrt{4dg}$

【문제11】 그림과 같이 저항 값이 R 인 두 저항이 폭이 l 인 긴 직사각형 모양의 도선을 통해 연결되어 있다. 도선과 저항은 수평면 위에 고정되어 있고, 수평면에 수직인 방향으로 세기가 B 인 균일한 자기장이 걸려 있으며, 도선 위에는 수평 방향으로 움직일 수 있는 도체 막대가 질량 m 인 추와 줄로 연결되어 있다. 이 경우 도체 막대는 어떤 일정한 속력 v 로 운동할 수 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 모두 고르시오. (단, 줄의 질량과 모든 마찰은 무시하며, 도체 막대가 사각형 도선을 벗어나지 않는 경우만을 고려한다.)



- ① (가) 영역의 면적은 점점 커지고, (나) 영역의 면적은 점점 작아지므로 도체 막대에 흐르는 알짜 전류는 0이다.
- ② 도체 막대의 질량이 클수록 v 가 작다.
- ③ B 가 클수록 v 가 작다.
- ④ 자기장의 방향을 반대로 바꾸어도 도체 막대에 작용하는 힘은 동일하다.
- ⑤ 도선에서 왼쪽 변을 떼어내어 ㄷ자를 뒤집은 형태의 도선을 가지고 실험해도 도체 막대에 흐르는 전류의 크기는 위 그림의 경우와 같은 값이다.

【문제12】 그림 (가)와 같이 수평한 지표면에서 거리 d 만큼 떨어져 있는 두 물체 A, B가 x 축 위에 놓여 있다. A를 연직 (z 방향) 위로 던짐과 동시에 B를 비스듬히 던졌더니, A가 최고점에 도달하는 순간 B와 탄성 충돌을 하였다. 충돌 직후 B는 그림 (나)와 같이 그 동안의 진행 면에 수직하게 (y 방향으로) 튕겨나가고, 그 속력은 충돌 직전 속력의 절반이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공기 저항은 무시하고, 중력 가속도의 크기는 일정하다.)

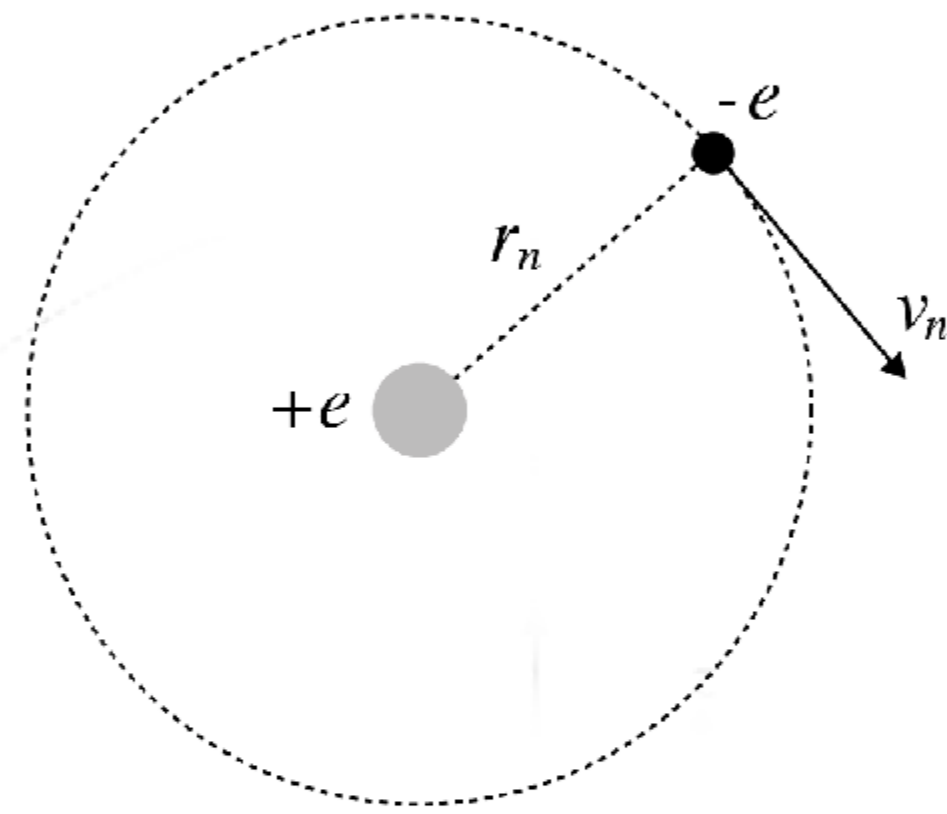


- <보기>
- ㄱ. 질량은 A가 B의 $\frac{5}{3}$ 배이다.
 - ㄴ. 충돌 직후 속력은 A가 B의 $\frac{3}{5}$ 배이다.
 - ㄷ. 충돌 후 지표면에 도달한 A와 B 사이의 거리는 d 이다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄱ, ㄷ

【문제12】 그림 (가)와 (나)의 원자 모형에서 각각의 전자가 띠를 따라 움직일 때는 두 띠에 A 와 B 가 n 층 안에 들어 있다. A 를 연결

【문제13】 1913년 닐스 보어는 원자에 대한 새로운 가설을 제시하여 수소가 방출하는 빛의 선 스펙트럼을 정확하게 설명하였다. 보어의 가설과 수소의 선 스펙트럼에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 모두 고르시오.

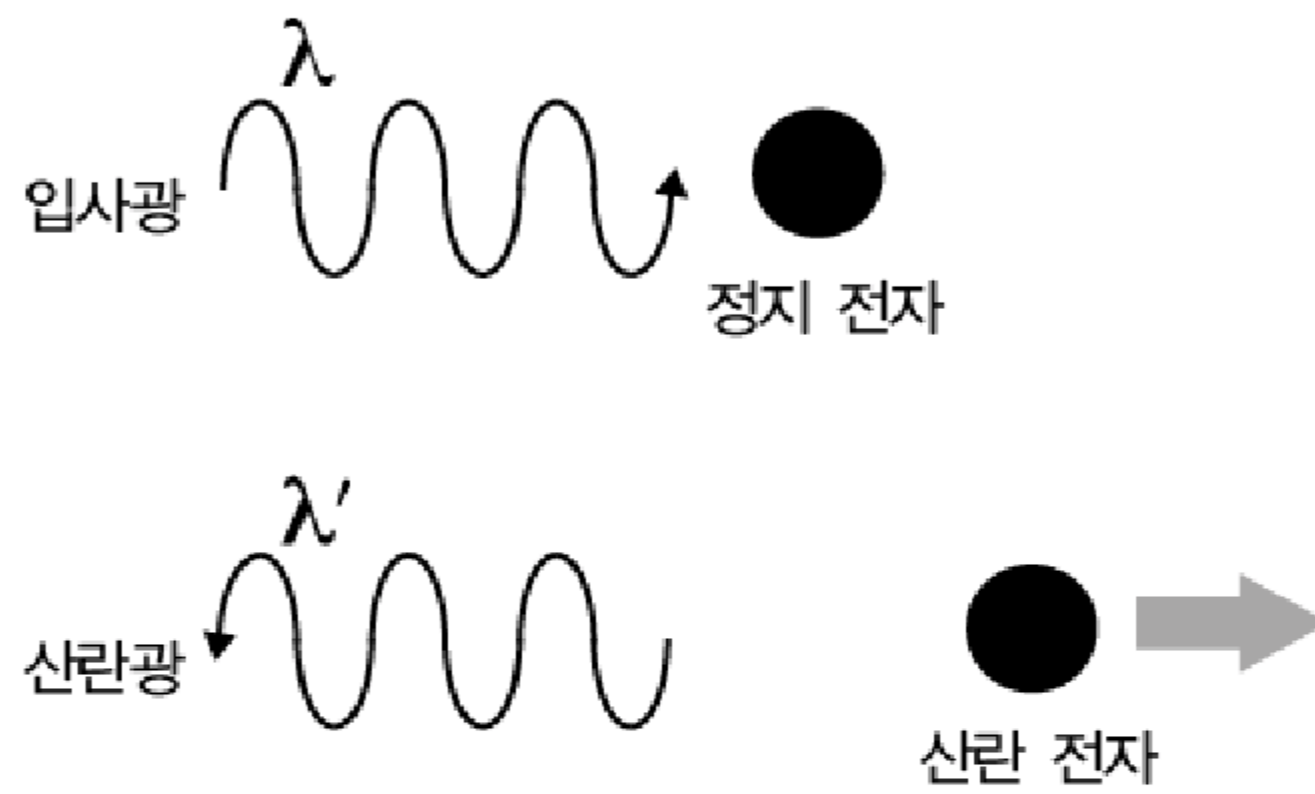


- ① 전자는 원자핵과의 쿨롱 인력을 구심력으로 허용된 궤도에서 등속 원운동을 한다.
- ② 전자의 허용된 궤도 반지름은 양자수 n 에 비례한다.
- ③ 허용된 궤도에서 전자의 각운동량은 양자수 n 에 비례한다.
- ④ 허용된 궤도에서 전자의 에너지는 양자수 n 에 반비례한다.
- ⑤ 허용된 궤도 사이를 전자가 전이할 때 방출되거나 흡수되는 광자의 에너지는 그 두 궤도 에너지의 차이와 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

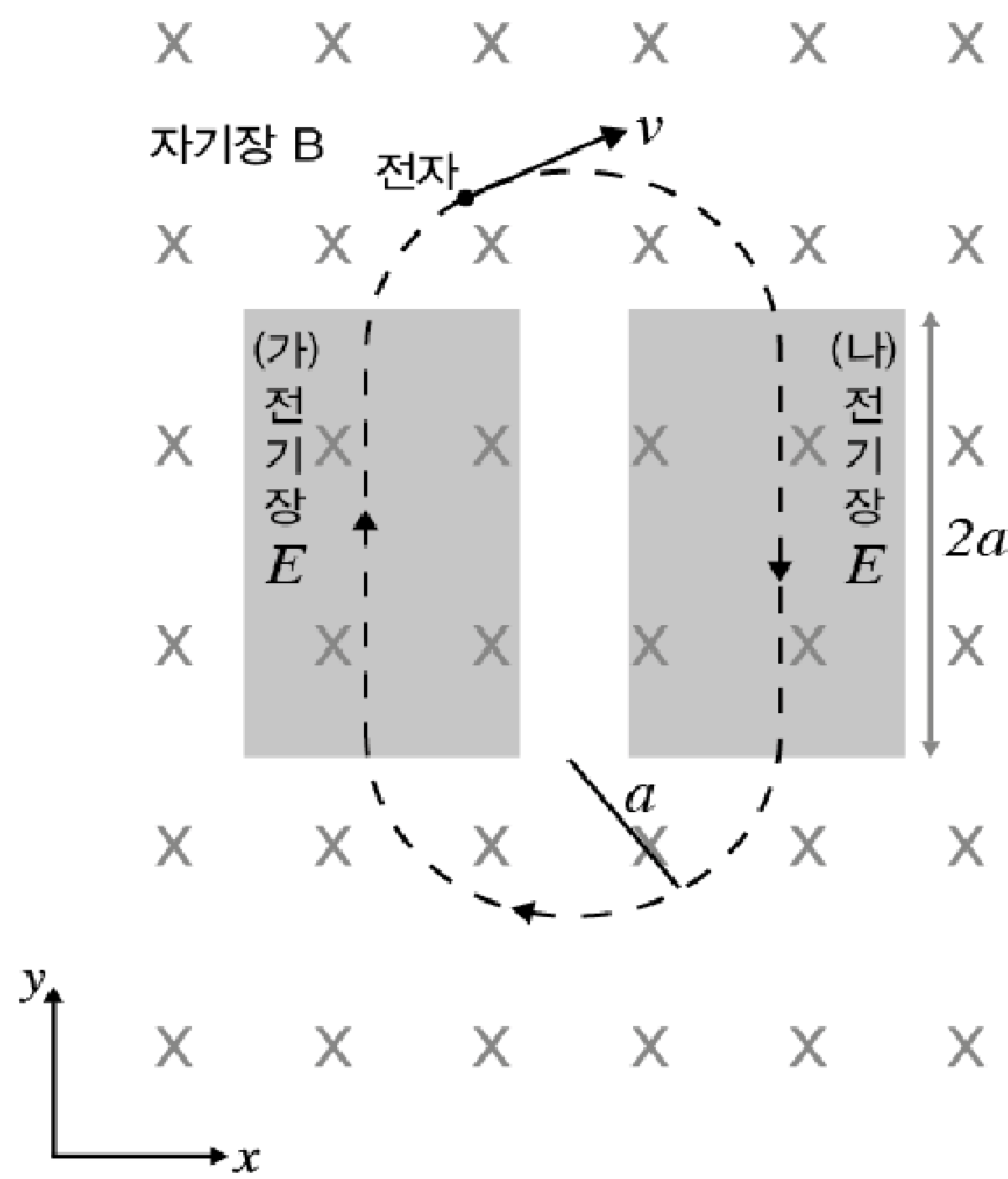
【문제14】 그림과 같이 정지해 있던 질량 m 인 전자에 파장 λ 인 X선이 입사하여 충돌한 후, X선은 파장이 λ' 가 되어서 입사 방향과 정반대 방향으로 되돌아갔다. h 는 플랑크 상수이고 c 는 빛의 속도일 때, $\Delta\lambda(=\lambda'-\lambda)$ 값에 가장 가까운 것은?

(단, $\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \approx \frac{\Delta\lambda}{\lambda^2}$, $\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda'} \approx \frac{2}{\lambda}$ 로 근사할 수 있고, 상대론적 효과는 무시한다.)



- ① $\frac{h}{2mc}$ ② $\frac{h}{mc}$ ③ $\frac{\sqrt{2}h}{mc}$ ④ $\frac{2h}{mc}$ ⑤ $\frac{4h}{mc}$

【문제16】 그림과 같이 질량 m , 전하량 $-e$ 인 전자가 xy 면에서 점선 궤도를 따라 일정한 속력 v 로 움직이고 있다. 세기가 B 인 균일한 자기장이 xy 면에 수직으로 들어가는 방향으로 걸려 있다. 영역 (가)와 (나)에서는 크기가 같은 균일한 전기장 E 가 걸려 있어 전자가 y 축과 평행하게 움직이며, (가)와 (나) 영역 밖에서는 반원 궤도를 따라 움직인다. 두 반원의 반지름은 a 로 같고, 두 직선 궤도의 길이는 $2a$ 로 같다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

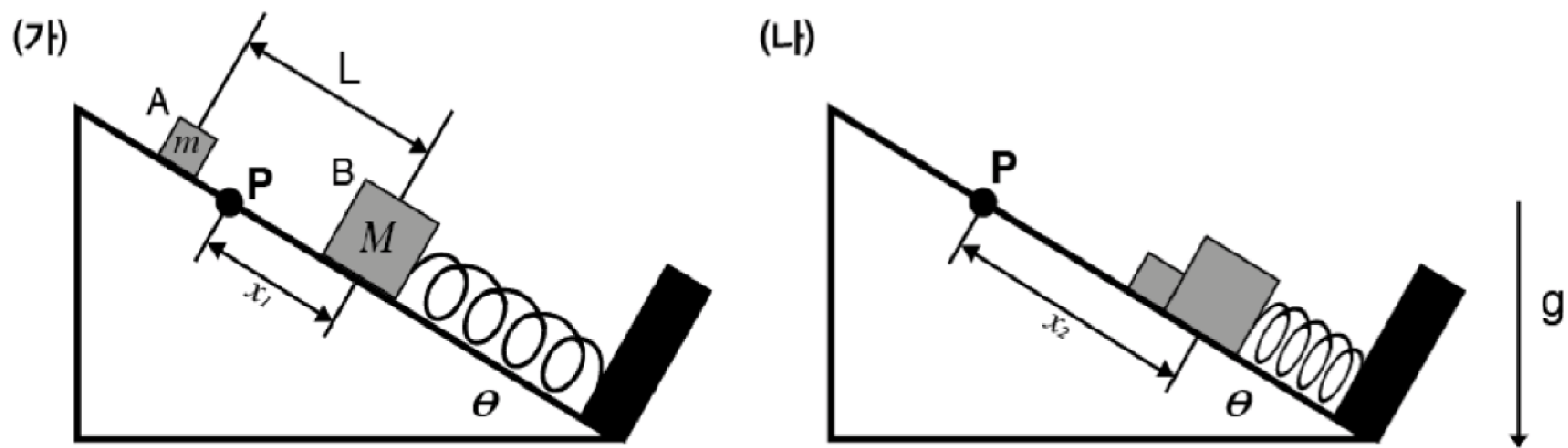


<보기>

- ㄱ. (나) 영역에서 전기장의 방향은 $+x$ 방향이다.
 ㄴ. 전자가 점선 궤도를 따라 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간은 $\frac{2m}{eB}(\pi+2)$ 이다.
 ㄷ. B 를 두 배, E 를 네 배로 증가시키면 전자의 궤도는 같고 속력만 두 배가 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제17】 마찰이 없고 기울기가 $\theta=30^\circ$ 인 빗면에 탄성 계수 $k=800\text{ N/m}$ 인 용수철이 달려 있다. 원래 용수철의 끝은 P였는데, 질량 $M=24\text{ kg}$ 인 상자 B를 용수철에 달았더니 그림(가)와 같이 P로부터 x_1 만큼 압축된 곳에서 평형을 이루었다. 이때, 상자 B로부터 빗면을 따라 $L=0.8\text{ m}$ 위에 질량 $m=8\text{ kg}$ 인 상자 A를 가만히 놓았더니 두 상자가 충돌 후 들러붙어 함께 움직였고, 이 때 용수철이 원래 위치 P에서 압축된 최대 길이는 x_2 였다(그림 (나)). x_2 에 가장 가까운 값은?
 (단, 용수철의 질량과 상자의 크기는 무시한다.)



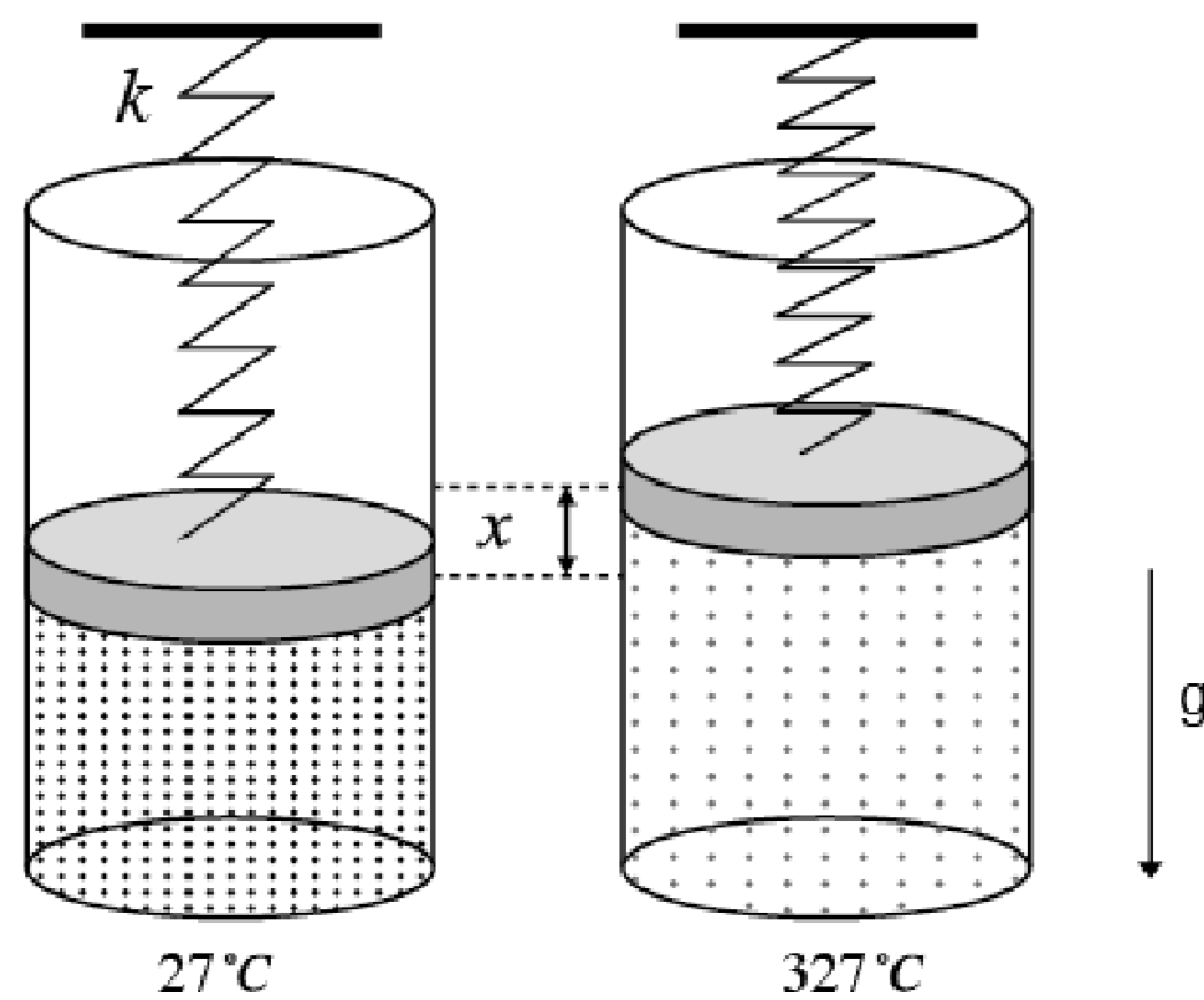
- ① 0.20 m ② 0.25 m ③ 0.30 m ④ 0.35 m ⑤ 0.40 m

【문제18】 그림과 같이 가는 통로로 서로 연결되어 있는 같은 크기의 방 A와 B에 단원자 분자 이상 기체가 들어있다. 기체는 A와 B를 자유롭게 이동할 수 있다. 방 외부와의 열 접촉을 통해 A의 절대 온도는 $2T$, B의 절대 온도는 T 로 일정하게 유지된다. 다음 중 옳은 것만을 있는 대로 모두 고르시오. (단, A와 B의 연결부의 부피는 무시한다.)



- ① 기체의 내부 에너지는 A와 B가 같다.
- ② 기체의 압력은 A가 B의 2배이다.
- ③ 기체 하나의 평균 속력은 A가 B의 4배이다.
- ④ 기체의 평균 입자 수는 A가 B의 절반이다.
- ⑤ 두 방 A, B와 외부와의 열 접촉을 차단하면 충분한 시간이 흐른 뒤 두 방의 온도는 모두 $3T/2$ 가 된다.

【문제19】 그림과 같이 용수철 상수가 $k=2.0 \times 10^3 \text{ N/m}$ 인 용수철에 연결된 피스톤으로 막힌 원통 속에 27°C , 1기압의 이상 기체 10.0 리터가 들어 있다. 피스톤의 단면적은 0.01 m^2 이고, 용수철은 평형 상태에 있다. 기체의 온도를 327°C 로 올렸더니 피스톤이 x 만큼 올라갔다. 이 때 기체의 압력으로 다음 중 가장 가까운 값은? (단, 원통과 피스톤의 온도 팽창, 피스톤의 질량, 피스톤과 원통의 마찰은 무시한다.)



- ① 1.1 기압 ② 1.5 기압 ③ 2 기압 ④ 2.3 기압 ⑤ 2.5 기압

【문제20】 균일한 자기장이 xy 평면에 대해 수직 방향으로 $x > 0$ 인 영역에 걸려 있다. 양성자가 어떤 속도 $\mathbf{v} = v\hat{i}$ 로 원점으로 입사하여 4초 후에 $(0, 2R)$ 인 지점에 도달하였다. 질량수가 4인 헬륨 원자핵이 $2\mathbf{v}$ 의 속도로 원점으로 입사했을 때, 다음 중 4초 후 헬륨 원자핵의 위치로 가장 가까운 것은? (단, 중력은 무시하고, \hat{i} 는 x 방향의 단위 벡터이다.)

- ① $(0, 0)$ ② $(0, 4R)$ ③ $(2R, 2R)$ ④ $(3R, 5R)$ ⑤ $(4R, 4R)$

【문제23】 다음 지문을 참고하여 평면 볼록 렌즈에 관한 아래의 설명 중 옳은 것만을 있는 대로 모두 고르시오.

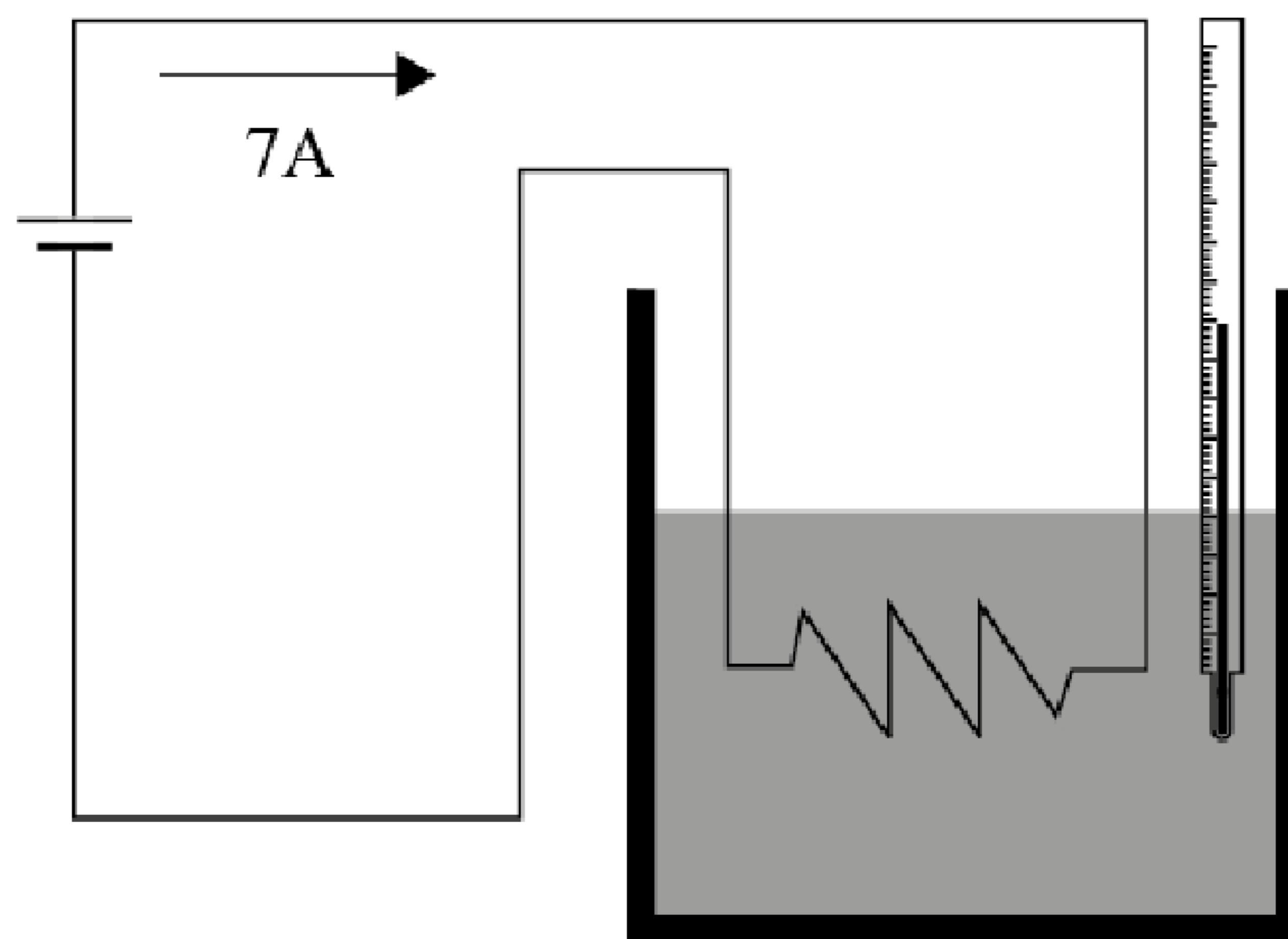
<지문>

-곡률 반경(R): 곡선에 가장 근접하는 원호의 반지름. 여기서는 렌즈의 곡면을 연장하여 원을 그렸을 때 원의 반지름이다.

-렌즈 제작자 법칙: $\frac{1}{f} = (n_{\text{렌즈}} - n_{\text{공기}}) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$. 여기서 f 는 초점 거리, $n_{\text{렌즈}}$ 는 렌즈의 굴절률, $n_{\text{공기}}$ 는 공기의 굴절률 ($n_{\text{공기}}=1$), R_1 은 앞쪽의 곡률 반경, R_2 는 뒤쪽의 곡률 반경이다. 곡률반경의 부호는 반경 중심이 렌즈앞쪽에 있으면 음수, 뒤쪽에 있으면 양수로 정한다.

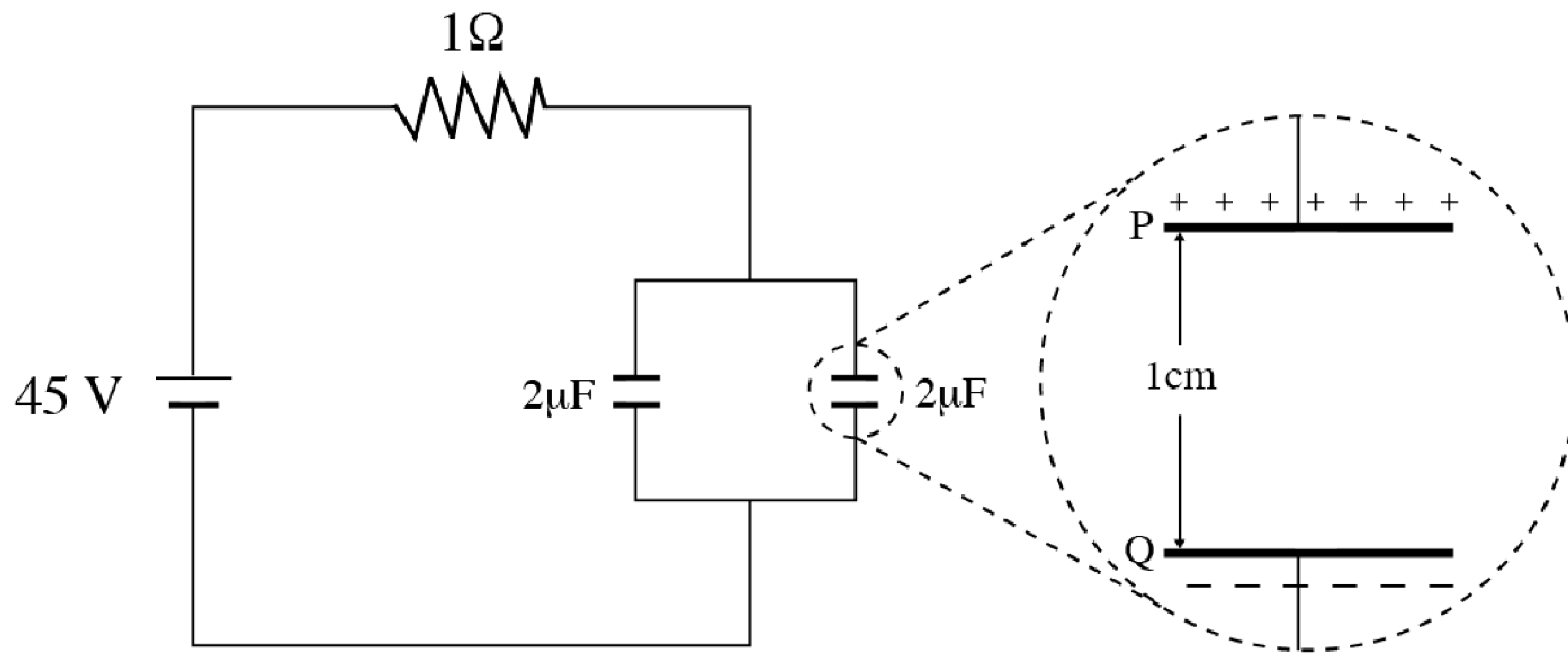
- ① 그림의 경로 1번이 2번보다 많이 굴절되는 이유는 곡률 반경이 더 큰 쪽을 지나기 때문이다.
- ② 렌즈 앞쪽이 평평한 평면 볼록 렌즈는 공기 중에서 초점 f 가 $(n_{\text{렌즈}} - 1)f = |R_2|$ 의 관계식을 만족시킨다.
- ③ 렌즈로부터 거리 $\frac{f}{2}$ 앞에 물체를 놓으면, 허상이 렌즈 앞쪽에 위치한다.
- ④ 무지개 색깔 빛들 중에서 빨간색 빛의 초점 거리가 가장 길다.
- ⑤ $n_{\text{렌즈}} > n_{\text{물}}$ 일 때, 물속에 렌즈를 넣으면 초점 거리는 공기 중에 있을 때에 비해 짧아진다.

【문제27】 부피 0.2 리터의 물 속에 들어 있는 니크롬선에 7 A의 전류를 2분간 흘렸을 때, 물의 온도가 84 °C 만큼 상승하였다. 가열 과정에서 니크롬선에서 발생한 열량의 20%가 용기를 포함한 물의 외부로 새어 나갔다고 할 때, 니크롬선의 전기 저항은? (단, 1 cal = 4.2 J이고, 니크롬선 저항의 온도 변화는 무시하며, 용기 내 물의 질량 변화는 없다.)



- ① 1 Ω
- ② 5 Ω
- ③ 10 Ω
- ④ 15 Ω
- ⑤ 25 Ω

【문제29】 그림과 같이 두 극판 사이의 거리는 1 cm이고 전기 용량이 2 μ F인 평행판 축전기 두 개와 1 Ω 의 저항을 45 V의 직류 전원에 연결하였다. 연결하고 시간이 충분히 지난 뒤, 오른쪽 축전기의 음극판 Q에서 전자 한 개를 정지 상태에서 출발시킨다면 이 전자가 양극판 P에 도달하는 순간의 속도 v 에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 전자의 전하량은 1.6×10^{-19} C, 질량은 9×10^{-31} kg이고, 축전기의 가장자리 효과는 무시한다.)

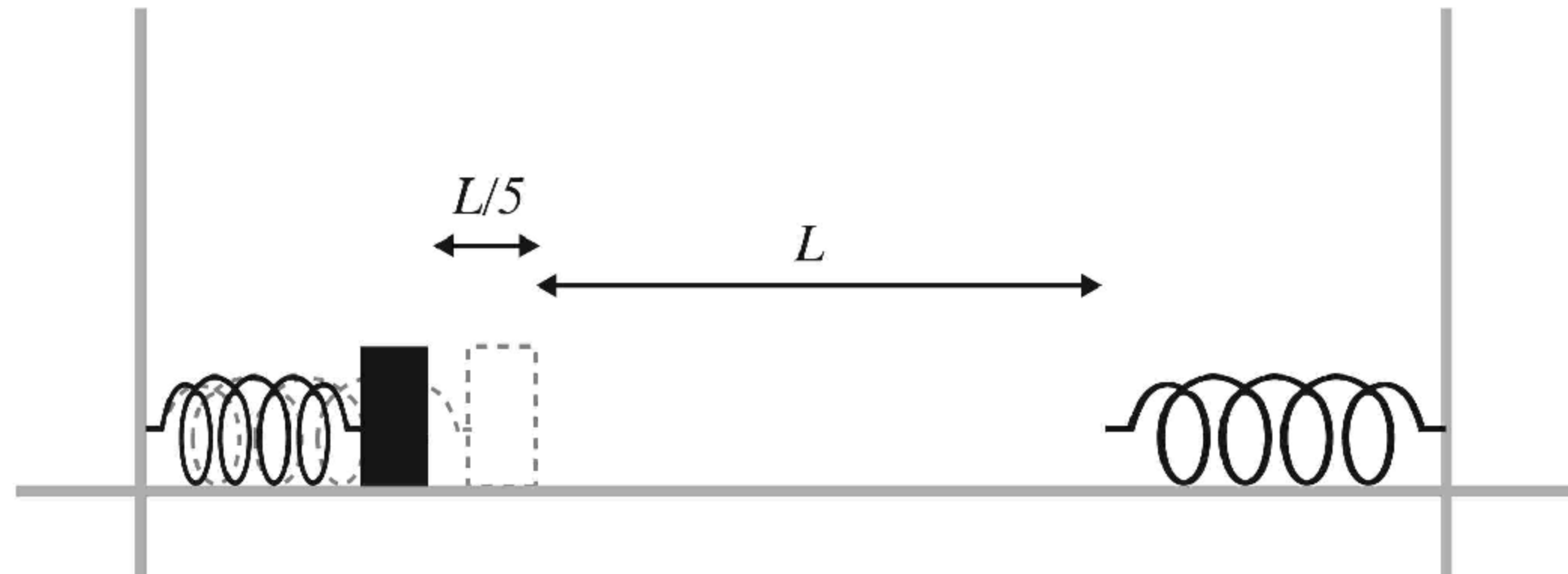


<보기>

- ㄱ. v 는 4×10^6 m/s이다.
- ㄴ. 저항값이 1 Ω 보다 작다면 v 가 커진다.
- ㄷ. 그림에서 왼쪽 축전기에 연결된 도선이 끊어져 있어도 v 는 변하지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

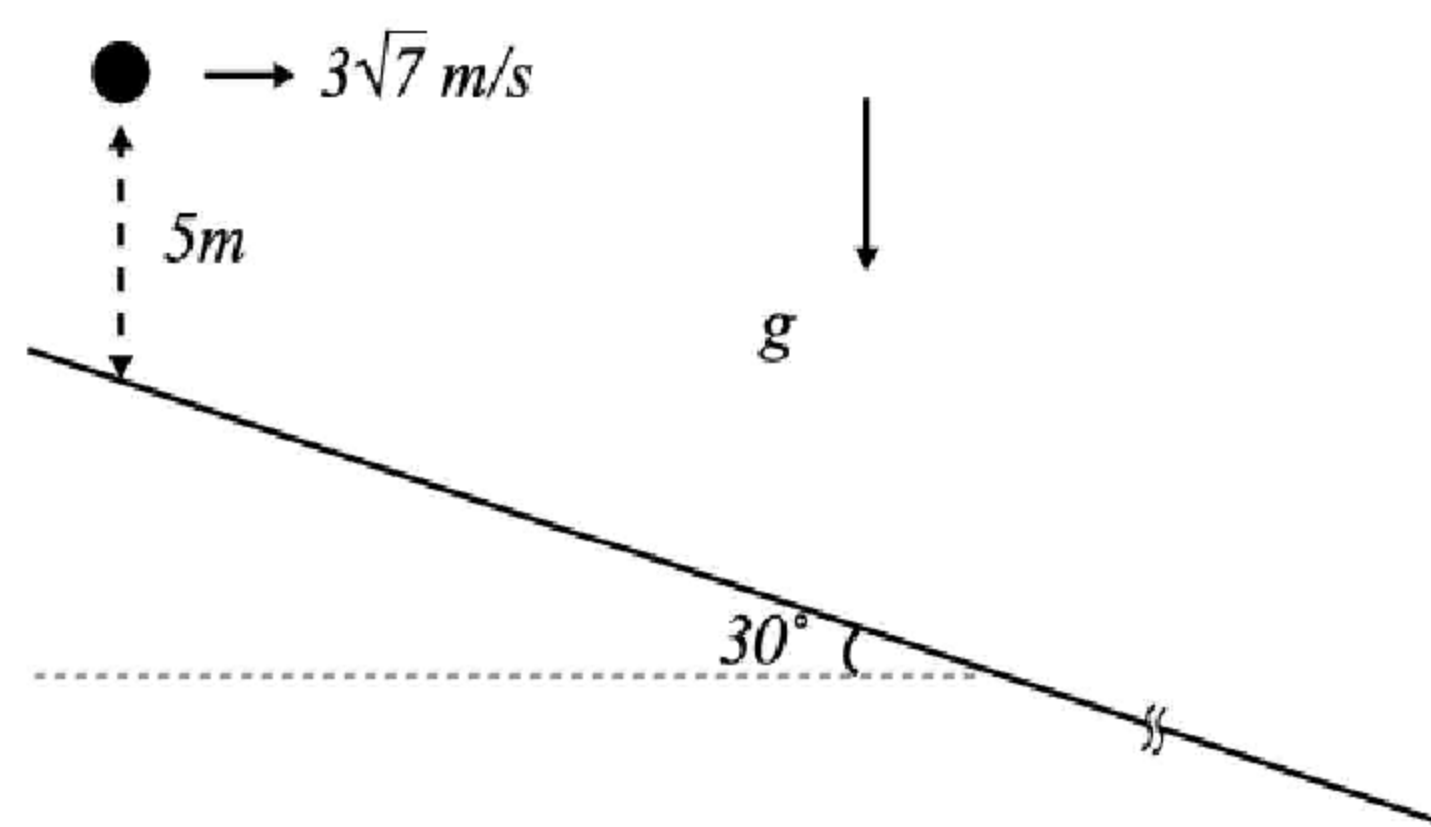
【문제1】 어떤 용수철에 질량 m 인 물체를 매달았더니 용수철이 원래 길이에서 $\frac{L}{2}$ 만큼 늘어났다. 이 용수철 두 개를 그림과 같이 벽에 각각 고정하고 왼쪽 용수철을 $\frac{L}{5}$ 만큼 압축시킨 후 놓았더니 질량 m 인 물체가 용수철에서 분리되어 L 만큼 떨어진 오른쪽 용수철을 압축시켰다. 물체와 바닥의 운동 마찰 계수는 0.02이다.



오른쪽 용수철이 최대 압축되는 길이는? (단, 용수철의 질량과 물체의 크기는 무시하고, 물체는 용수철의 평형점에서 분리된다. 또한 물체는 두 용수철을 잇는 일직선상에서 운동한다.)

- ① $\frac{-1 + \sqrt{161}}{100}L$ ② $\frac{-1 + \sqrt{171}}{100}L$ ③ $\frac{-1 + \sqrt{181}}{100}L$ ④ $\frac{-1 + \sqrt{191}}{100}L$ ⑤ $\frac{-1 + \sqrt{201}}{100}L$

【문제3】 그림과 같이 경사각 30° 인 빗면의 한 지점으로부터 5 m 높이에서 $3\sqrt{7} \text{ m/s}$ 의 속력으로 공을 수평 방향으로 던진다.



공이 빗면과 처음 충돌할 때까지 걸린 시간은? (단, 공의 크기는 무시한다.)

- ① $\frac{11 + \sqrt{21}}{10} \text{ s}$ ② $\frac{12 + \sqrt{21}}{10} \text{ s}$ ③ $\frac{13 + \sqrt{21}}{10} \text{ s}$ ④ $\frac{14 + \sqrt{21}}{10} \text{ s}$ ⑤ $\frac{15 + \sqrt{21}}{10} \text{ s}$

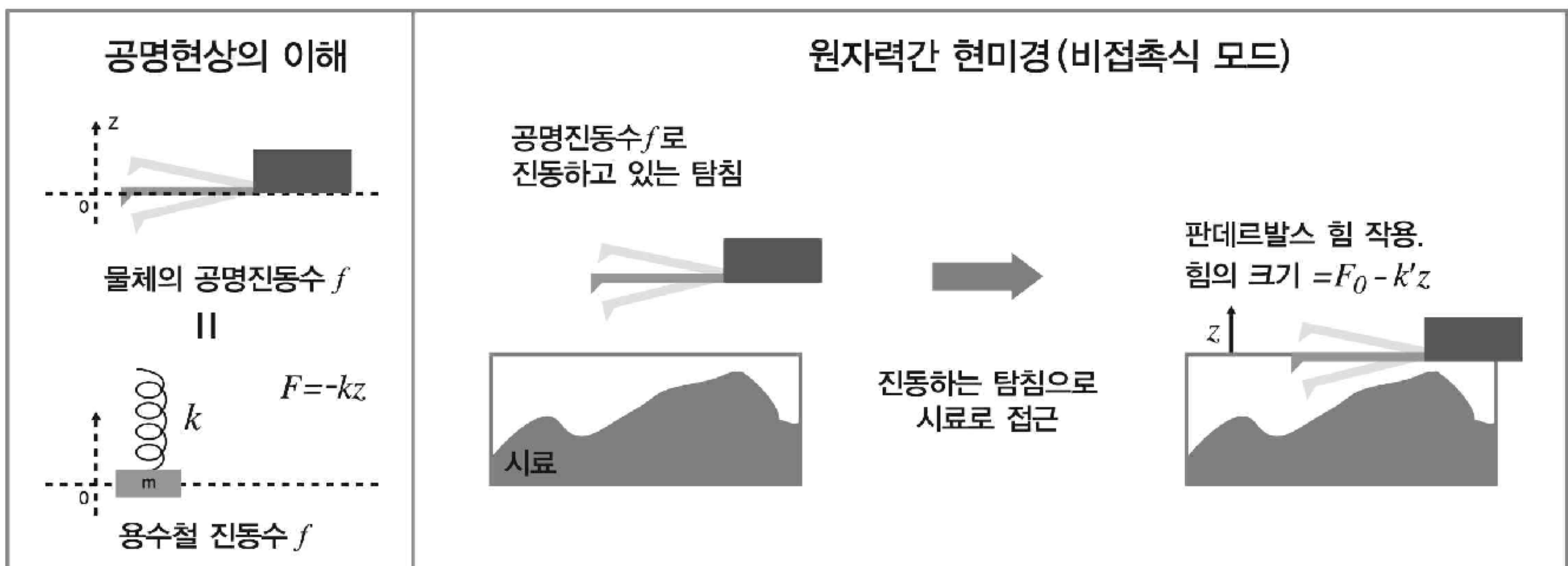
【문제5】 다음은 공명 현상을 이용하는 원자힘 현미경(Atomic Force Microscope, AFM)에 대한 어느 백과사전의 설명이다.

<어느 백과사전의 설명>

공명 현상은 어떤 특정한 진동수로 물체에 주기적인 외력을 가할 때 물체가 아주 큰 진폭으로 떠는 현상을 말하는데, 이 현상은 용수철에 매달린 물체 모형으로 이해할 수도 있다. 모든 공명 현상이 이러한 용수철 모형으로 설명될 수는 없지만 국소적인 측정에서 조건을 잘 맞추면 용수철 모형으로도 오차가 적은 결과를 얻기 때문에 많은 측정 실험에서 활용되고 있다. 용수철 모형으로 이해할 수 있는 예로는 원자힘 현미경을 들 수 있는데, 공명 진동수로 진동하는 탐침을 시료에 접근시키면 공명 진동수의 변화로 인해 진폭이 감소하게 된다.

원자힘 현미경은 탐침의 원자와 실험 시료 사이에 작용하는 판데르발스(Van der Waals) 힘을 검출하여 이미지를 얻는 표면 이미지 장치이다. 판데르발스 힘은 모든 물질 사이에 작용하기 때문에 다양한 환경에서 실험 시료를 자연에 가까운 상태로 측정할 수 있다. 원자힘 현미경은 탐침과 시료의 접촉 유무에 따라 비접촉 모드와 접촉 모드로 구분된다. 비접촉 모드에서는 탐침의 원자와 시료 사이의 인력(판데르발스 힘)을 검출하고, 접촉 모드에서는 원자 사이의 척력을 검출한다.

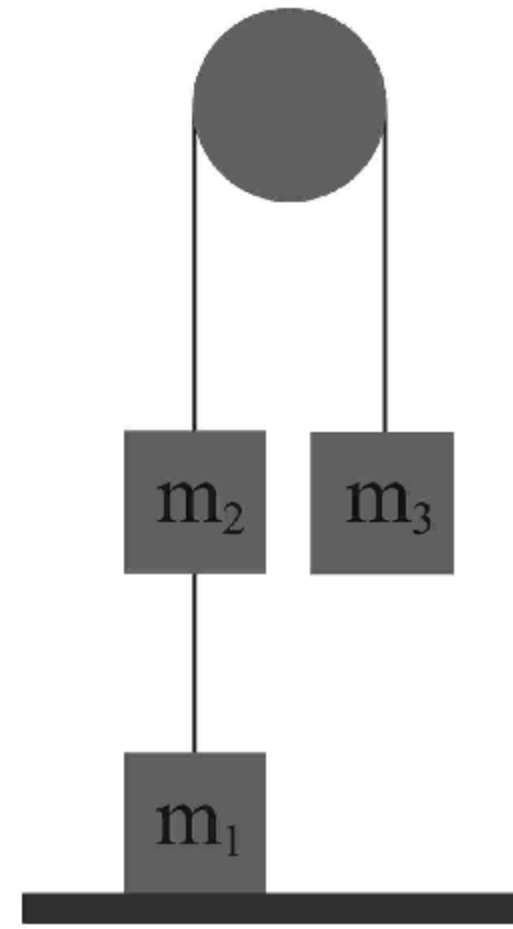
왼쪽 그림은 진동하는 질량 m 인 탐침을 복원력이 $F = -kz$ 이고 공명 진동수가 f 인 용수철 모형으로 모식적으로 나타낸 것이고, 오른쪽 그림은 이 탐침이 시료에 접근할 때 탐침과 시료 사이에 판데르발스 힘이 작용하는 것을 나타낸 것이다.



탐침이 시료에 가까워질수록 서로 끌어당기는 판데르발스 힘이 강해지고 멀어질수록 약해질 것이다. 이 힘의 크기를 $F_0 - k'z$ 로 근사할 때, 공명 진동수로 가장 가까운 것은? (단, F_0 는 0보다 큰 상수이고 z 는 평형점에서 위쪽 방향으로 켄 탐침의 변위이며 $|z| < \frac{F_0}{k'}$ 인 작은 진동만 고려한다.)

- ① $f\sqrt{\frac{k'}{k}}$ ② $f\sqrt{1 - \frac{k}{k'}}$ ③ $f\sqrt{\frac{k}{k'} + 1}$ ④ $f\sqrt{\frac{k'}{k} + 1}$ ⑤ $f\sqrt{1 - \frac{k'}{k}}$

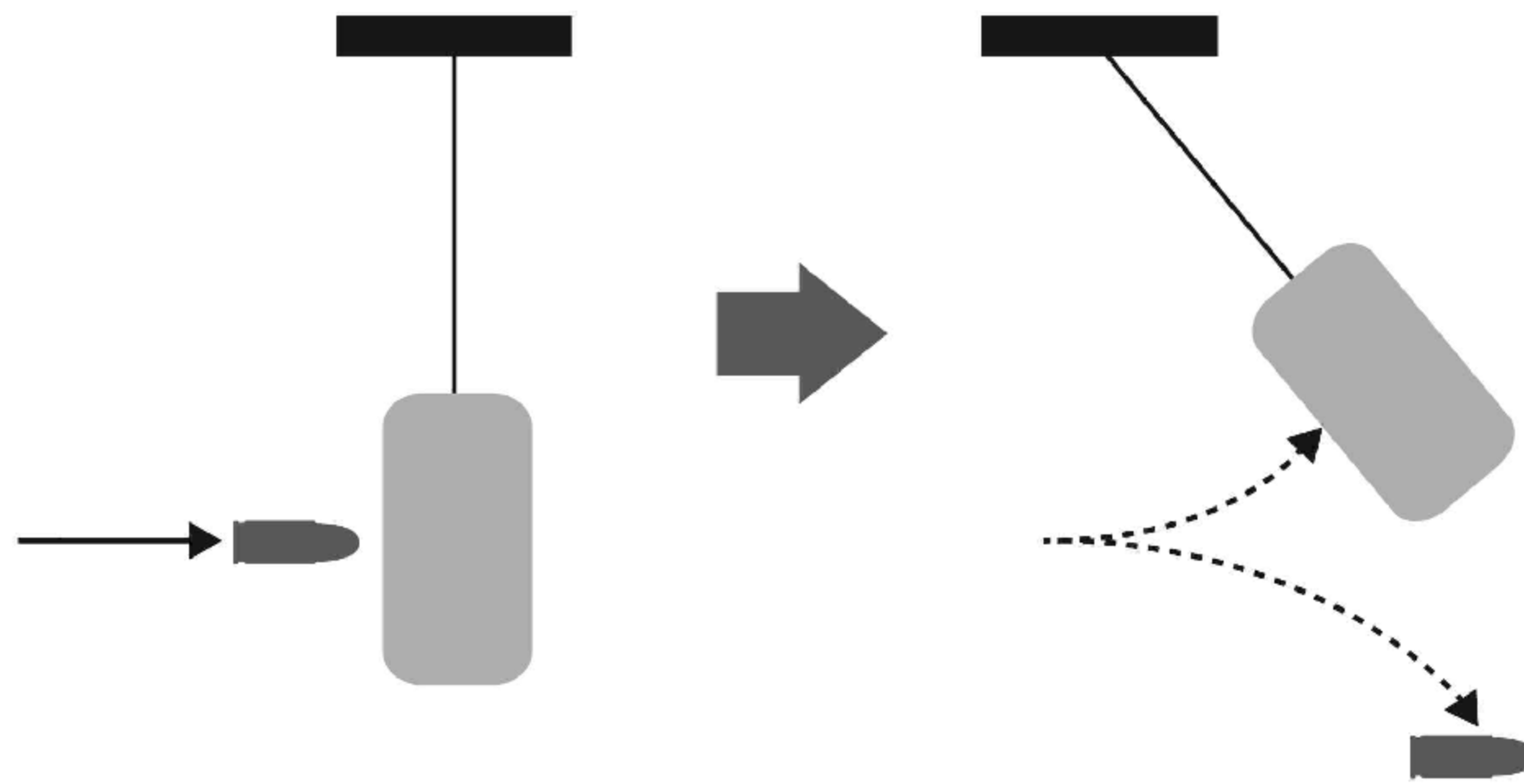
【문제6】 그림과 같이 세 개의 물체가 고정 도르래에 연결되어 있다. m_1 이 지면에 닿은 채 세 물체가 힘의 평형을 이루고 있다.



세 물체의 질량 사이의 관계로 옳은 것만을 있는 대로 고르시오.

- ① $m_2 \leq m_3$ ② $m_3 \geq \frac{2m_1m_2}{m_1+m_2}$ ③ $m_1 \geq m_3 - m_2$ ④ $m_3 \geq \frac{m_1+m_2}{2}$ ⑤ $m_1 \geq m_2$

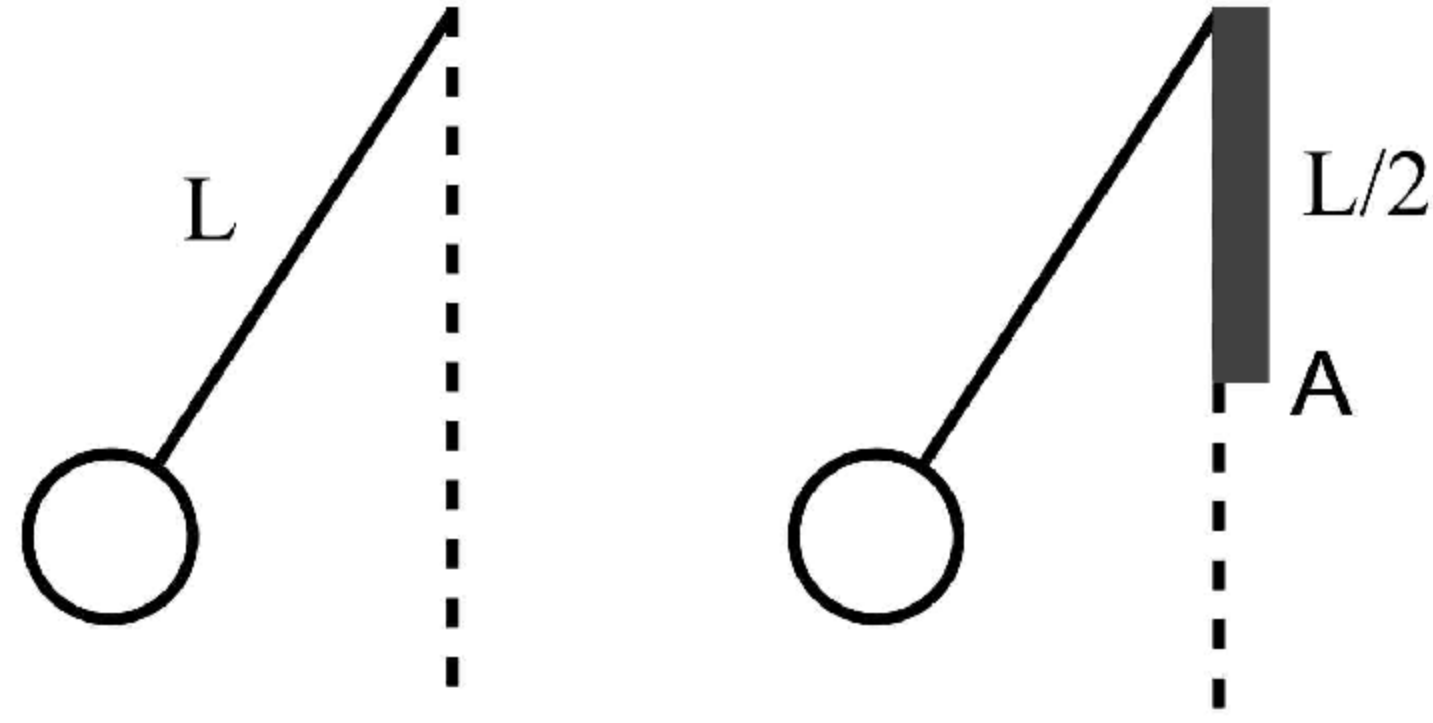
【문제7】 그림과 같이 질량 10 g인 총알이 500 m/s로 날아와 지상에서 5 m 위에 위치한 200 g의 모래주머니를 뚫고 날아가 바닥에 떨어졌다.



모래주머니가 올라간 최대 높이가 80 cm일 때, 총알이 모래주머니가 처음에 있던 위치에서 수평 방향으로 날아간 거리로 가장 적절한 것은? (단, 총알과 모래주머니는 동일 수직면에서 운동하며, 총알이 모래주머니를 통과하는 시간, 총알과 모래주머니의 크기, 모래의 손실은 모두 무시한다.)

- ① 400 m ② 420 m ③ 440 m ④ 460 m ⑤ 480 m

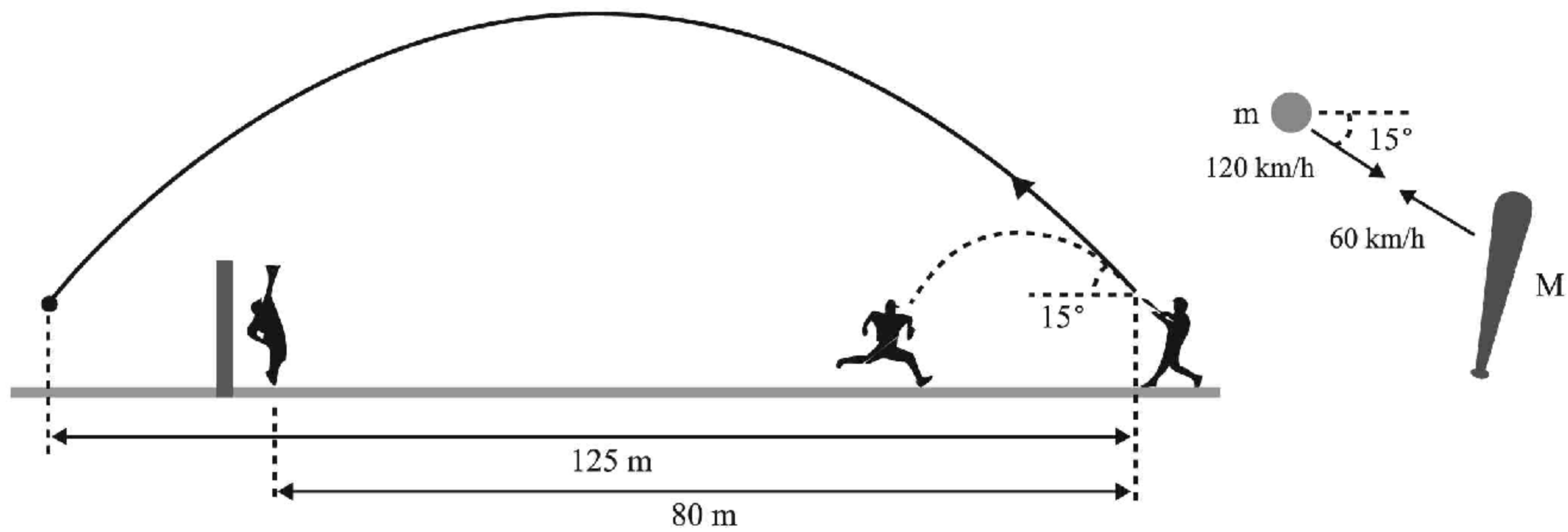
【문제9】 그림과 같이 두 개의 동일한 진자를 같은 높이에서 가만히 놓았다.



진자의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고르시오. (단, 오른쪽 진자의 처음 위치는 장애물 A보다 아래에 있다.)

- ① 두 진자의 진폭은 같다.
- ② 두 진자는 동일한 최고 높이까지 올라간다.
- ③ 왼쪽 진자의 주기가 오른쪽보다 길다.
- ④ 왼쪽 진자의 진동수는 질량에 무관하지만 오른쪽 진자의 진동수는 질량에 따라 달라진다.
- ⑤ 매 순간 왼쪽 진자의 장력과 오른쪽 진자의 장력은 서로 같다.

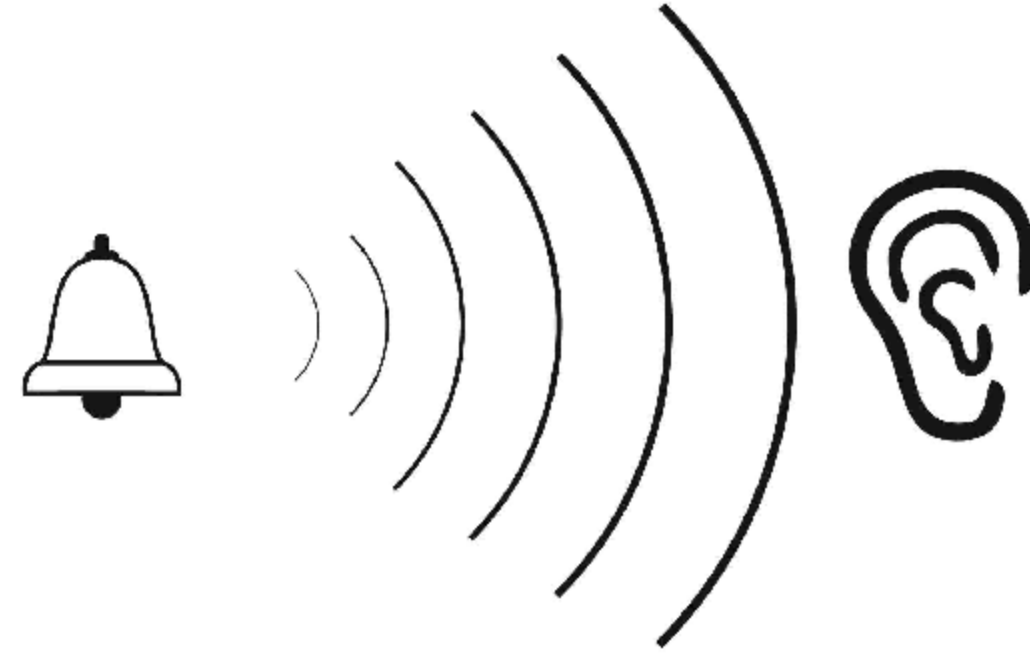
【문제12】 그림은 투수가 던진 공을 타자가 받아치는 모습과, 타자에게 날아오는 공과 타자가 친 공의 방향을 나타낸 것이다. 투수가 던진 공은 수평면에 대해 15° 아래로 타자에게 날아오고, 타자가 친 공은 15° 위로 날아가며, 타격 이후 야구배트는 60 km/h 의 일정한 속력으로 움직인다.



120 km/h 의 속력으로 날아오는 공을 타자가 받아쳐 날아간 거리 125 m 의 홈런이 되었다면, 날아간 거리가 80 m 로 중견수에게 잡혔을 때는 타자에게 날아온 공의 속력이 대략 얼마였겠는가? (단, 공기 저항은 무시한다. 그리고 어떤 각도 θ 에 대해 $2\sin\theta\cos\theta = \sin 2\theta$ 이다.)

- ① 66 km/h ② 75 km/h ③ 82 km/h ④ 88 km/h ⑤ 90 km/h

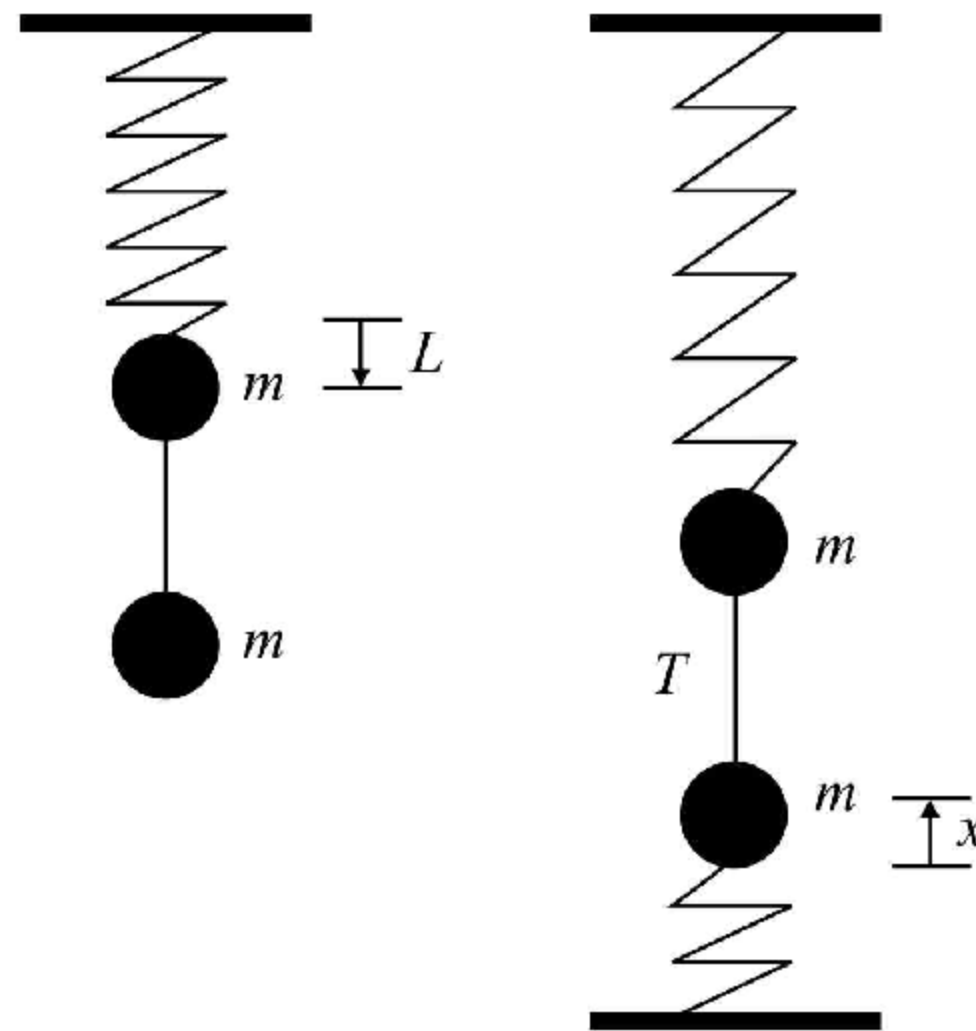
【문제15】 그림은 일정한 크기의 종소리를 듣는 귀의 모습을 나타낸 것이다. 소리에 의해 고막이 진동하는데, 사람이 들을 수 있는 가장 큰 소리가 들릴 때 고막의 진폭은 $1.1 \times 10^{-5} \text{ m}$ 정도이고, 가장 작은 소리가 들릴 때 고막의 진폭은 $1.1 \times 10^{-11} \text{ m}$ 정도로 매우 작다.



종소리가 가장 작은 소리로 들릴 때 종과 귀 사이의 거리는 종소리가 가장 큰 소리로 들릴 때 종과 귀 사이의 거리의 몇 배인가?

- ① 10 배 ② 10^3 배 ③ 10^6 배 ④ 10^9 배 ⑤ 10^{12} 배

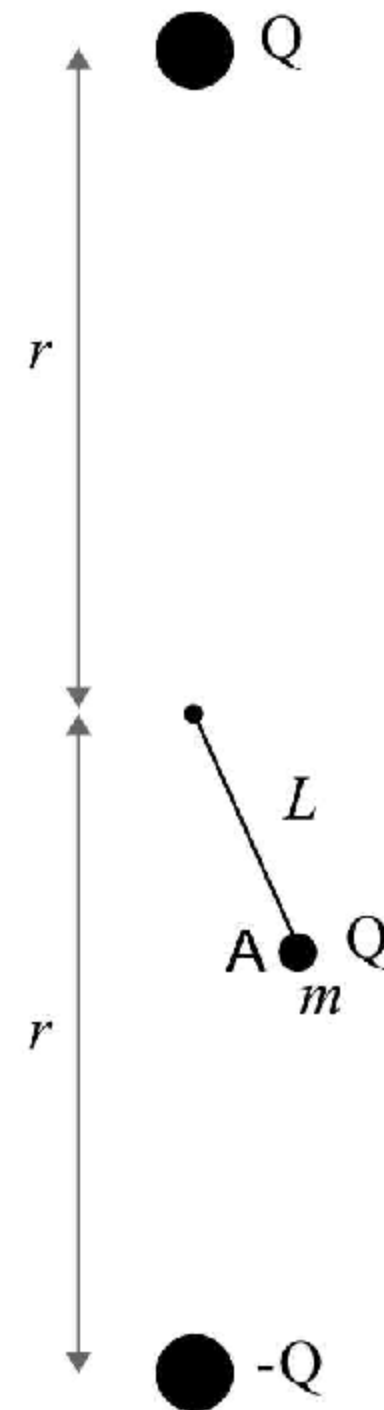
【문제16】 왼쪽 그림은 질량 m 인 두 물체를 실로 연결하여 용수철에 매달았더니 용수철이 원래 길이에서 L 만큼 늘어난 채 평형을 이룬 것을 나타낸 것이다. 동일한 특성의 용수철을 절반으로 잘라서 오른쪽 그림처럼 아래쪽 물체에 추가로 연결하고 바닥에 고정시켰다.



오른쪽 그림에서 두 물체를 연결한 실의 장력 T 가 $4mg$ 일 때, 아래쪽 용수철의 늘어난 길이 x 는?

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

【문제1】 전하량 $+Q$, 질량 m 인 물체 A가 길이 L 인 절연된 줄의 한쪽 끝에 매달려 있고, 줄의 다른 쪽 끝은 나무뿔에 의해 고정되어 있다. 나무뿔로부터 연직 위와 아래로 거리 r 만큼 떨어진 지점에 전하량이 각각 $+Q$, $-Q$ 인 두 점전하가 놓여 있다. 물체 A를 그림과 같이 조금 밀었다가 놓자 A가 진동하기 시작했다.



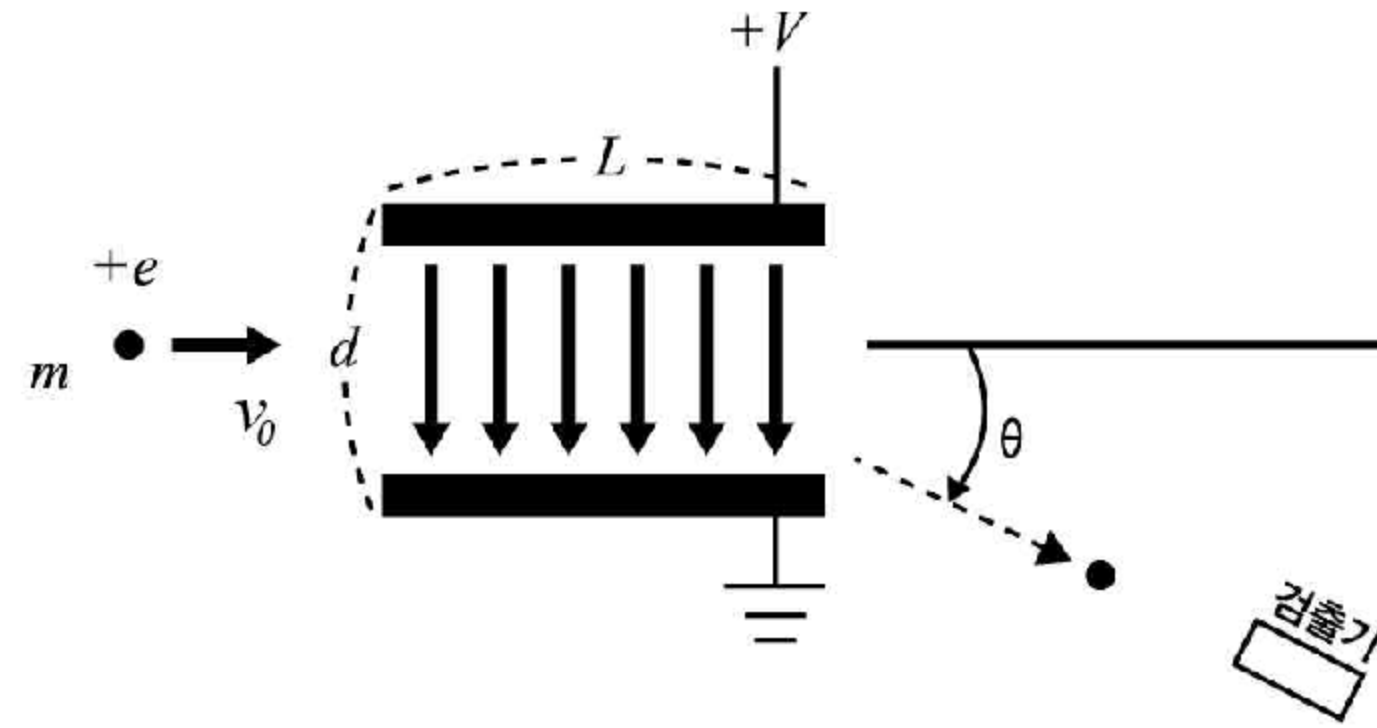
물체 A의 진동 주기는? (단, $r \gg L$ 이고, 쿨롱 상수는 k 이며, 중력은 무시한다.)

- ① $2\pi \frac{r}{Q} \sqrt{\frac{mL}{k}}$ ② $\pi \frac{r}{Q} \sqrt{\frac{2mL}{k}}$ ③ $\pi \frac{r}{Q} \sqrt{\frac{mL}{k}}$ ④ $\pi \frac{r}{Q} \sqrt{\frac{mL}{2k}}$ ⑤ $\frac{\pi}{2} \frac{r}{Q} \sqrt{\frac{mL}{k}}$

【문제2】 전하량 $-Q$, 질량 m 인 동일한 두 물체 A, B를 서로 매우 멀리 떨어뜨려 고정시켜 놓았다. 두 전하를 잇는 직선의 한 가운데에는 전하량 $+Q$, 질량 $2m$ 인 물체 C가 가만히 놓여 있다. 물체 A, B를 정지 상태에서 자유롭게 움직이게 하면 C를 향해 서로 반대 방향에서 다가올 것이다. A와 C 사이의 거리가 R 인 순간 가운데에 있던 물체 C가 갑자기 사라진다면, A와 B 사이의 거리의 최솟값은? (단, A와 B는 일직선상에서 운동하며, 중력과 물체의 크기는 무시한다.)

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

【문제5】 그림과 같이 아래쪽 전극을 접지시키고 위쪽 전극에 양(+)의 전압 V 를 걸어서 수직 방향의 전기장을 만든 후, 전하량 $+e$ 인 입자를 속도 v_0 로 수평 방향으로 쏘아 두 전극 사이의 전기장 영역에 입사시켰다.



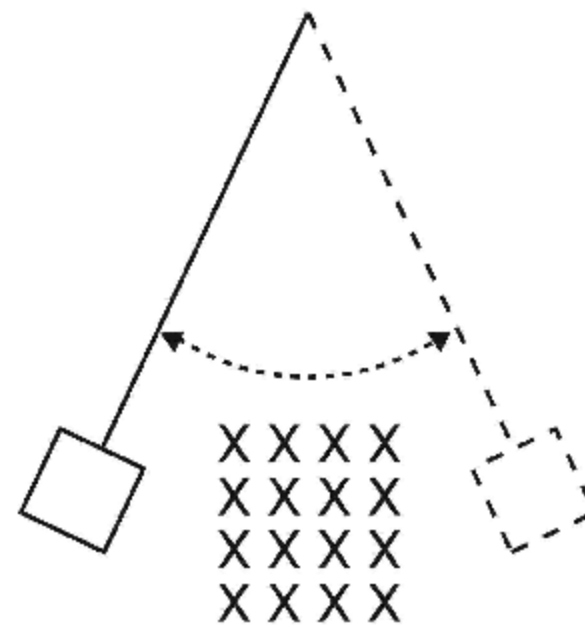
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력과 공기 저항은 무시하고, 입자는 극판에 부딪치지 않고 전기장을 탈출하며, 검출기는 장치로부터 충분히 멀리 있다. 전기장의 모서리 효과는 무시한다.)

<보기>

- ㄱ. 입자가 전기장 영역을 탈출하는 데 걸리는 시간은 $\frac{L}{v_0}$ 이다.
- ㄴ. 검출기가 $\tan\theta = \frac{eVL}{mv_0^2d}$ 을 만족시키는 각 θ 의 방향에 위치할 때 입자가 검출된다.
- ㄷ. 전기장 영역에 입자의 초기속도와 같은 수평 방향의 일정한 자기장이 걸려 있어도 입자의 궤도는 자기장이 없을 때와 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

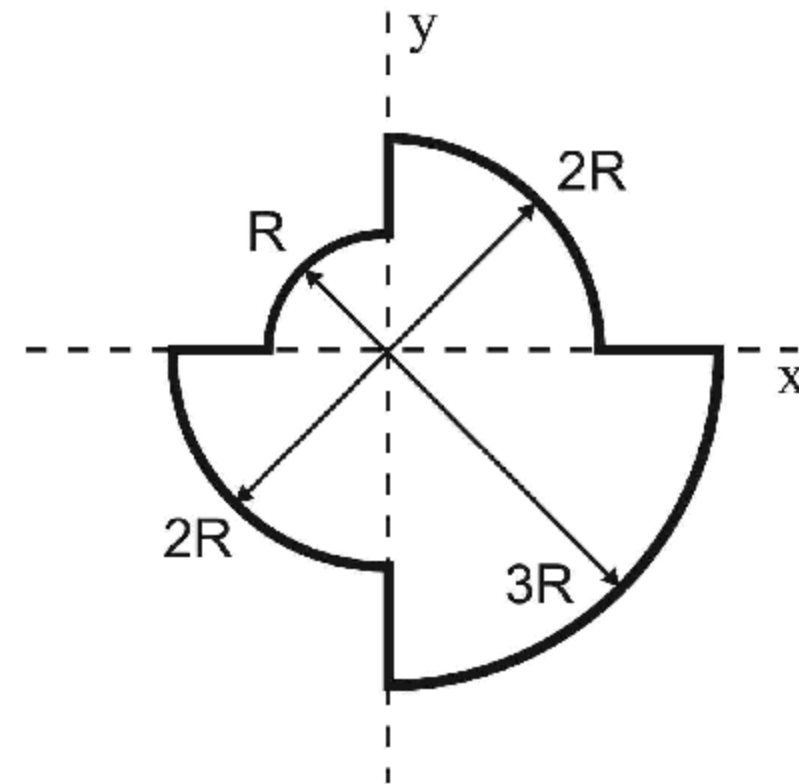
【문제7】 그림과 같이 직사각형 도선이 줄에 매달려서 좌우로 진동하고 있다. 진동의 최저점 부근에는 종이 면에 수직인 방향으로 들어가는 균일한 자기장이 걸려 있다.



직사각형 도선이 왼쪽에서 출발하여 오른쪽 끝까지 갔다가 다시 왼쪽으로 돌아오는 한 주기 동안 도선에 흐르는 유도 전류의 세기를 시간에 따라 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? (단, 도선에서 시계 방향으로 흐르는 전류를 양(+)의 전류 값으로 정한다.)

- ① ② ③
- ④ ⑤

【문제8】 그림과 같이 xy 평면상에서 반지름 $R, 2R, 3R, 2R$ 인 4개의 사분원과 이들을 잇는 직선으로 이어진 도선 고리에 전류 i 가 시계 방향으로 흐르고 있다. 원점에서의 자기장에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고르시오. (반지름 r 인 원형 도선에 전류 I 가 흐를 때, 원의 중심에서 원형 전류에 의한 자기장의 세기 B 는 $B = k' \frac{I}{r}$ 로 주어진다.)



- ① 직선 도선에 의한 자기장은 0이다.
- ② 2사분면 도선에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에 수직인 방향이다.
- ③ 1사분면 도선에 의한 자기장과 3사분면 도선에 의한 자기장은 크기는 같지만 방향은 다르다.
- ④ 1사분면 도선과 3사분면 도선에 의한 합성 자기장의 크기는 2사분면 도선과 4사분면 도선에 의한 합성 자기장의 크기와 같다.
- ⑤ 원점에서 알짜 자기장의 세기는 $\frac{7k'i}{12R}$ 이다.

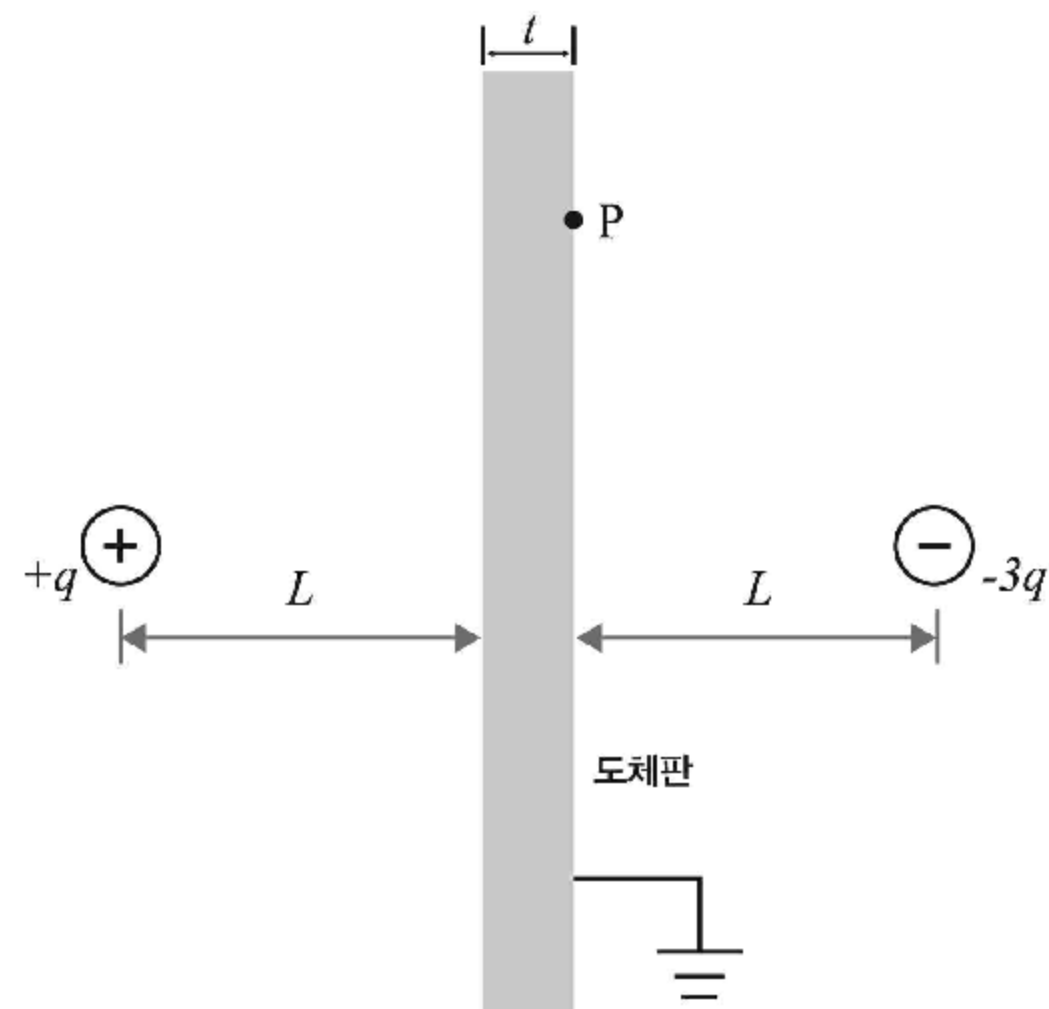
【문제9】 열의 이동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— <보기> —

- ㄱ. 공기는 열전도도가 매우 낮은 물질이어서 대류가 없으면 좋은 열 부도체이다. 양털, 스티로폼 등의 물질이 보온 효과가 좋은 이유는 이 물질들에 있는 수많은 작고 빈 공간에 공기가 갇혀서 대류가 거의 일어나지 않기 때문이다.
- ㄴ. 모든 물체는 전자기파 형태의 복사를 통해 에너지를 방출하며, 복사 에너지의 양은 물체의 온도에 따라 달라진다. 복사는 매질을 필요로 하므로 물체를 진공 속에 두면 복사 에너지의 방출을 막을 수 있다.
- ㄷ. 두 물체 사이에서 열은 열에너지가 큰 쪽에서 작은 쪽으로 이동하며, 두 물체가 열평형 상태에 도달할 때까지 열의 이동은 계속된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제13】 그림과 같이 두께가 t 이고 넓이가 무한한 도체판의 좌우에 전하량이 각각 $+q$, $-3q$ 인 점전하가 놓여 있다. 도체판 표면으로부터 두 점전하까지의 거리는 각각 L 이며, 도체판은 접지되어 있다.

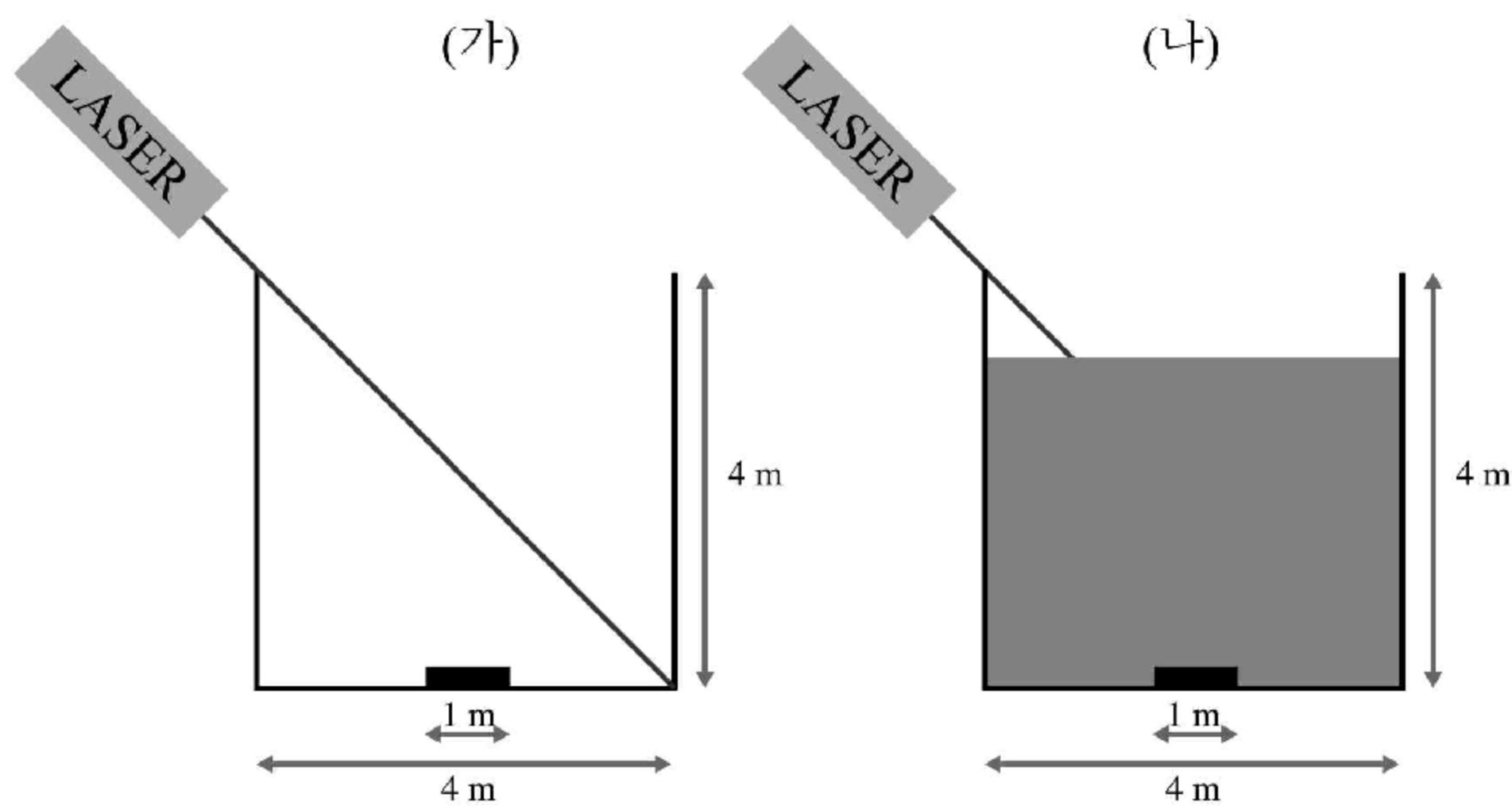


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, 쿨롱 상수는 k 이다.)

- <보기>
- ㄱ. $+q$ 인 점전하가 받는 전기력의 크기는 $k\frac{3q^2}{4L^2}$ 이다.
 - ㄴ. 도체판 표면의 점 P에서의 전위는 $-k\frac{3q}{L}$ 이다.
 - ㄷ. 도체판 표면의 점 P점에서 전기장의 방향은 표면에 수직인 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

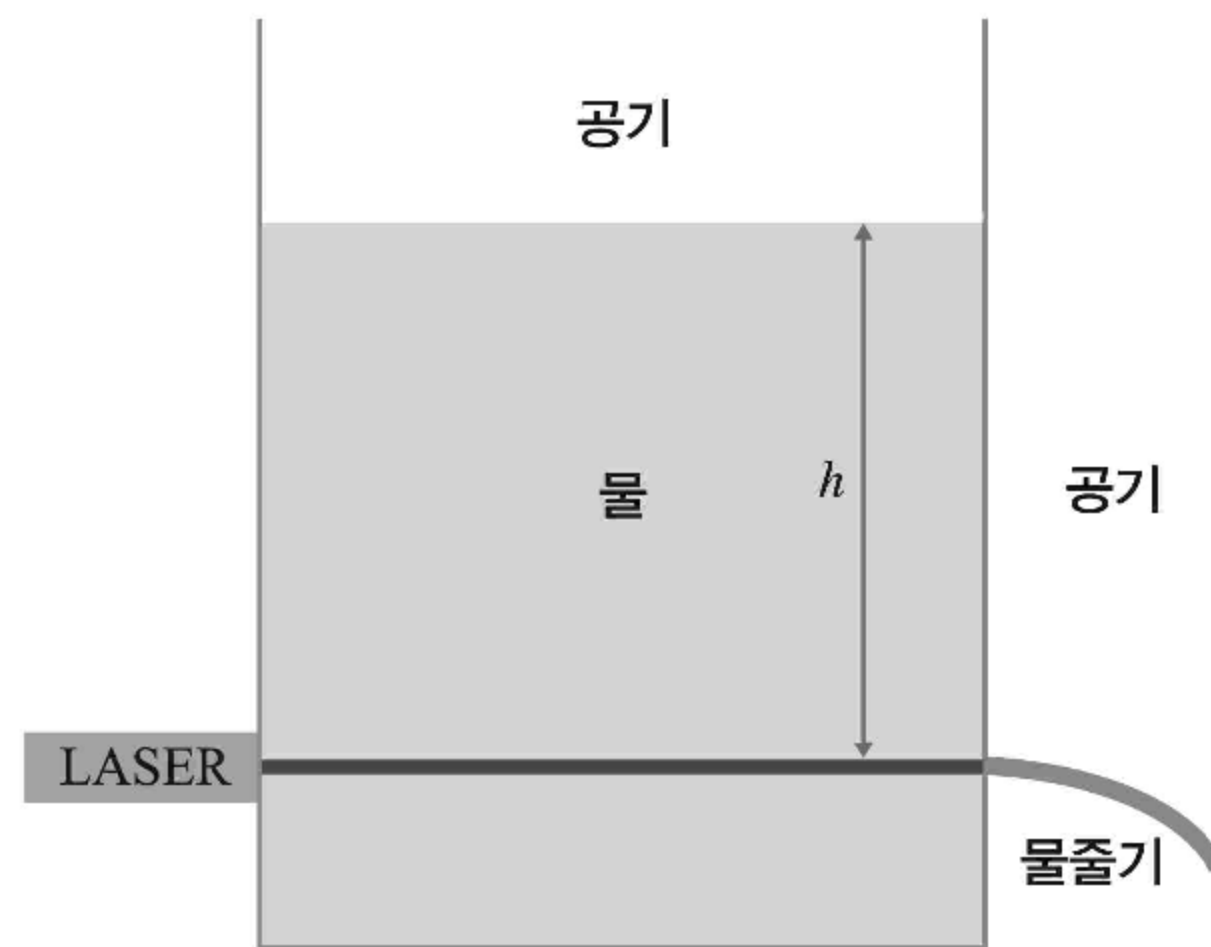
【문제14】 그림 (가)는 옆면이 불투명하고 높이와 폭이 4m이며 내부가 비어있는 수조를 향해 지면에 대해 45° 의 방향으로 입사된 레이저 빛이 왼쪽 면의 위쪽 모서리를 스치고 진행하여 내부의 오른쪽 아래 모서리에 도달하는 것을 나타낸 것이다. 수조 중앙에는 지름이 1m인 평면거울이 놓여 있다. 그림 (나)는 (가)와 동일하게 빛을 입사시키면서 굴절률이 $\sqrt{5}$ 인 액체를 수조에 붓는 모습을 나타낸 것이다. 액체의 높이는 분당 60 cm의 비율로 높아진다.



액체를 붓기 시작한 순간부터 빛이 수조 오른쪽 면 위로 빠져나가기 시작하는 순간까지 걸리는 시간은? (단, 공기의 굴절률은 1이며, 거울의 두께와 수면에서 반사된 빛은 무시한다.)

- ① 4분 ② 4분 20초 ③ 4분 40초 ④ 5분 ⑤ 5분 20초

【문제15】 그림과 같이 물이 들어 있는 투명 수조가 있다. 이 수조의 오른쪽 면에는 수면에서 깊이 h 인 곳에 넓이 A 인 구멍이 있어서 이를 통해 물이 분출되기 시작했다. 이 때 구멍과 같은 깊이에서 수조 왼쪽 면에 레이저를 대고 구멍에 비추었더니 레이저 빛이 분출되는 물줄기를 따라 내려갔다.

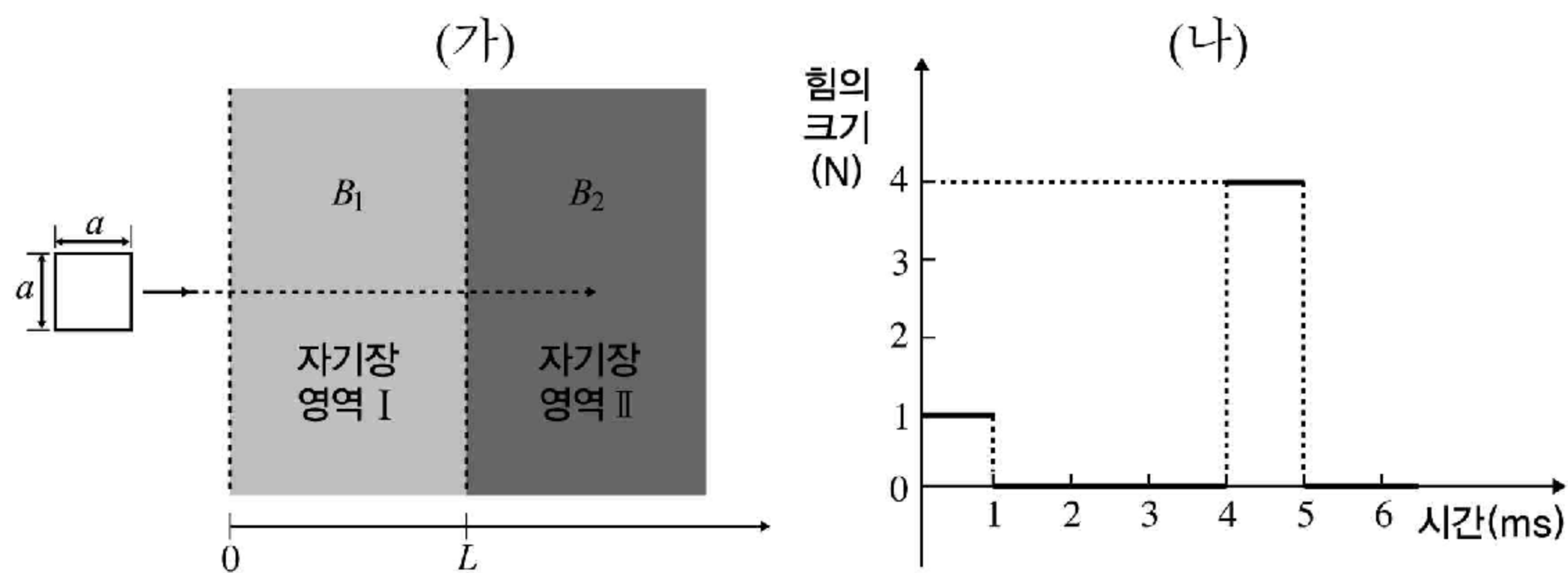


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A 는 수조의 크기에 비해 매우 작으며, 레이저 빛은 물줄기와 같은 평면상에 있다. 수조 내부와 외부의 대기압은 1기압이다.)

- <보기>
- ㄱ. 수조 안에 있는 물의 시간에 따른 부피 변화율은 $A\sqrt{2gh}$ 이다.
 - ㄴ. h 가 작아질수록 레이저 빛이 물줄기를 따라가는 길이가 길어진다.
 - ㄷ. 물보다 굴절률이 더 큰 액체를 사용하면 레이저 빛이 물줄기를 따라 가는 현상이 물에 비해 잘 관찰되지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

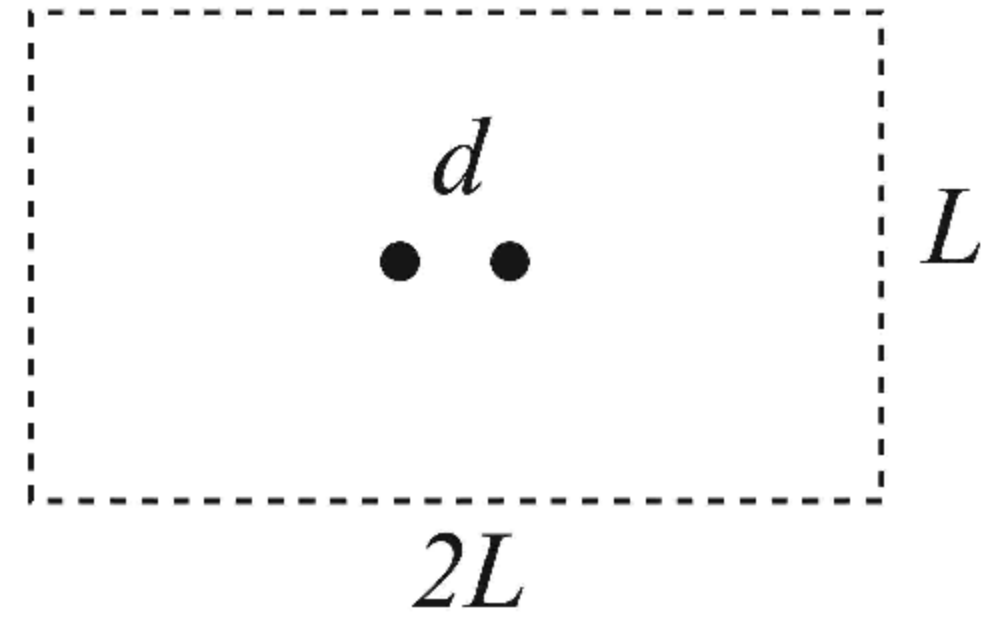
【문제16】 그림 (가)와 같이 종이 면에서 한 변의 길이가 a 인 정사각형 금속 코리가 일정한 속도로 세기가 각각 B_1, B_2 인 균일한 자기장 영역 I, II를 지나간다. 영역 I의 폭은 L 이고 두 자기장의 방향은 종이 면에 수직인 방향이다. 그림 (나)는 코리를 일정한 속도로 움직이기 위해 가해준 알짜 힘의 크기를 코리가 영역 I에 입사하는 순간부터 시간에 따라 나타낸 그래프이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고르시오. (단, $1\text{ ms} = 1/1000$ 초)

- ① $L = 4a$ 이다.
- ② $B_2 = 2B_1$ 이다.
- ③ 알짜 힘의 방향은 I, II에서 서로 반대이다.
- ④ 코리에 유도된 전류의 최대 세기는 II에서가 I에서의 2배이다.
- ⑤ 가해준 알짜 힘의 방향은 코리에 유도된 전류의 방향에 따라 달라진다.

【문제20】 그림은 크기가 $L \times 2L$ 인 직사각형이 두 음원을 중심에 두고 둘러싸고 있는 것을 나타낸 것이다. 거리 d 만큼 떨어져 있는 두 음원은 직사각형의 긴 점선에 평행하게 놓여 있다. 두 음원이 파장이 λ 이고 위상이 같은 동일한 파동을 발생시켰더니 직사각형 테두리에서 보강 간섭이 6곳, 상쇄 간섭이 4곳에서 나타났다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

ㄱ. $d = \frac{3}{2}\lambda$ 이다.

ㄴ. L 이 커지면 보강 간섭과 상쇄 간섭이 나타나는 곳의 수가 달라진다.

ㄷ. 직사각형을 평행 이동 시켜도 두 음원이 직사각형 안에 있으면 보강 간섭과 상쇄 간섭이 나타나는 곳의 수는 변하지 않는다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄱ, ㄴ

⑤ ㄴ, ㄷ