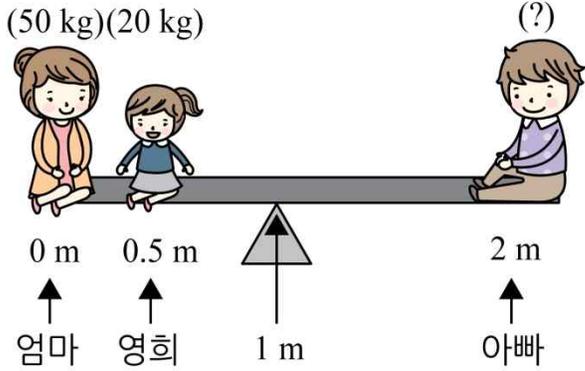
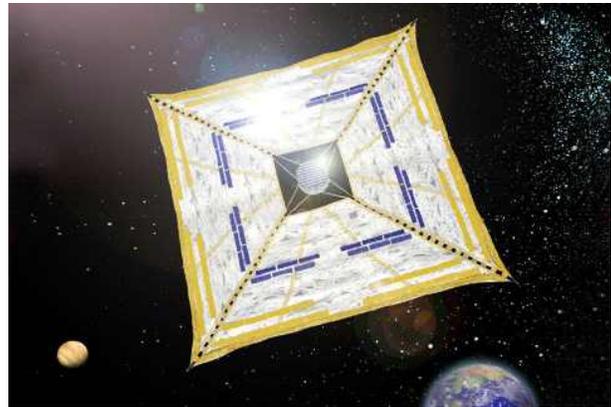


1. 그림과 같이 영희와 엄마, 아빠가 시소를 타고 있다. 만약 시소가 힘의 평형을 이루었다고 하면 아빠의 몸무게는 얼마인가? (영희는 20 kg, 엄마는 50 kg 이고, 엄마의 위치를 기준으로 했을 때 영희는 0.5 m, 시소의 축은 1 m, 아빠는 2 m 만큼 오른쪽에 위치해 있다.)



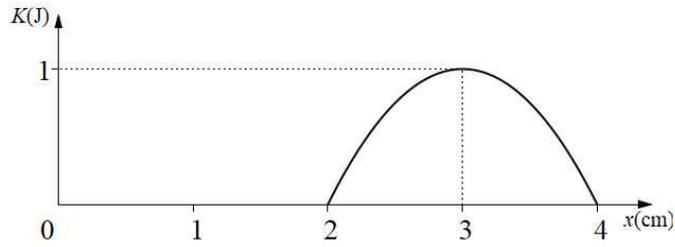
- ① 55 kg ② 60 kg
- ③ 65 kg ④ 70 kg
- ⑤ 75 kg

2. 다음 그림은 빛을 받아 이를 추진력으로 이용하는 "광자 돛 (photon sail)"을 장착한 우주선의 상상도이다. 우주로 발사된, 광자 돛 면적이 100 m²이고 전체 질량이 1 kg 인 우주선에 레이저를 쏘아 가속시킨다 하자. 우주선의 돛에 비춰지는 레이저의 단위 면적(1 m²)당 출력이 1000 W이고, 우주선의 돛의 모든 면에 레이저가 수직으로 균일하게 비춰지도록 레이저를 충분히 넓은 면적에 걸쳐 쏘고 있다 가정하자. 또한 광자 돛은 모든 입사한 광자를 반대방향으로 튕겨낸다 가정한다. 이때, 우주선을 광속 ($c=3 \times 10^8$ m/s)의 0.01%까지 가속시키기 위해서는 대략 얼마만큼의 시간동안 레이저를 쏘아야 하는가? 참고로 빛의 기본 입자인 광자(photon) 1개가 전달하는 에너지 E 및 운동량 p 는 $E_p = hc/\lambda$, $p = h/\lambda$ 로 주어진다. (h =플랑크 상수, 약 6×10^{-34} J·s, λ =레이저의 파장)



- ① 3.0×10^4 초 ② 3.5×10^5 초
- ③ 4.0×10^6 초 ④ 4.5×10^7 초
- ⑤ 5.0×10^8 초

3. 그림은 용수철에 매달려 단진동을 하는 질량 1 kg인 물체의 운동 에너지 K 를 물체의 위치 x 의 함수로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? 단, 용수철 상수가 k , 매달린 물체의 질량이 m 인 용수철 진자의 진동 주기는 $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 로 주어진다.

<보기>

- ㄱ. 용수철 상수는 $2 \times 10^4 \text{ N/m}$ 이다.
- ㄴ. 물체의 가속도의 최댓값은 200 m/s^2 이다.
- ㄷ. 단진동의 주기는 $\frac{\sqrt{2}\pi}{100} \text{ s}$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

4. 최대 10^5 W 의 엔진 출력을 낼 수 있는, 질량이 2000 kg인 자동차가 정지상태에서부터 최대 엔진 출력을 내어 가속하는 상황을 생각해 보자. 엔진 출력이 출발 시점인 $t=0$ 부터 최대 출력으로 일정하게 유지되며, 또한 전혀 손실되지 않고 온전히 자동차 바퀴로 전달된다 가정할 때, 다음의 보기 중 맞는 것을 모두 고르시오. (엔진 회전수에 따른 출력 차이는 무시)

<보기>

- ㄱ. 자동차 바퀴와 지면 사이의 미끄러짐이 없다고 가정하며, 또한 엔진 출력이 온전히 자동차의 운동에너지로 전환되고 있다면, 가속을 시작한 시점부터 시간이 t 만큼 지났을 때 자동차의 속도 $v(t)$ 는 $v(t) = 20\sqrt{t}$ 로 주어진다.
- ㄴ. 출발 시점인 $t=0$ 부터 즉시 최대 엔진 출력이 가해질 경우, 반드시 한 번은 자동차 바퀴가 미끄러지는 순간이 존재한다.
- ㄷ. 자동차에 가해지는 공기 저항 및 바퀴의 구름 저항을 모두 합하여 마찰력이 자동차 움직임의 반대 방향으로 $F_f = \alpha v$ ($\alpha = 40 \text{ kg/s}$, v =자동차 속도)로 가해진다고 하자. 이렇다고 하면, 아무리 오랜 시간동안 가속하더라도 자동차는 50 m/s 을 초과하는 속력을 낼 수 없다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

5. 질량 m 인 물체가 태양을 중심으로 속력 v 로 등속원운동을 하고 있다. 이 때 다른 입자가 질량 M , 속력 V 를 가지고 처음 입자와 충돌했다. 충돌 순간 두 물체의 속도의 방향이 같은 직선 위에 있고, 두 물체의 질량은 태양의 질량보다 매우 작다고 가정한다. 다음 보기 중에서 충돌 직후 움직임으로 옳은 것은? (속도 부호가 반대라는 것은 방향이 반대라는 것을 뜻한다.)

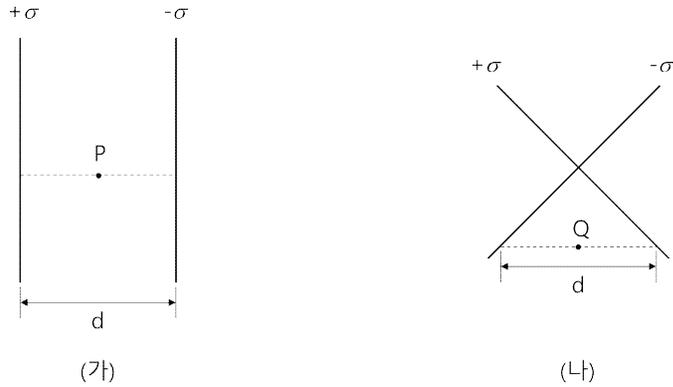
- ㄱ. $M=m$, $V=-v$ 이고 두 물체가 완전비탄성충돌을 하는 경우 입자는 태양에 더 가까워지는 방향으로 움직인다.
- ㄴ. $M=2m$, $V=2v$ 이고 두 물체가 완전비탄성충돌을 하는 경우 입자는 태양에서 더 멀어지는 방향으로 움직인다.
- ㄷ. $M=m$, $V=2v$ 이고 두 물체가 완전탄성충돌을 하는 경우 원래 입자는 태양에 더 가까워지는 방향으로 움직인다.
- ㄹ. $M=m$, $V=-v$ 이고 두 물체가 완전탄성충돌을 하는 경우 원래 입자와 태양과의 거리는 동일하게 유지된다.
- ㅁ. $M=m$, $V=0.5v$ 이고 두 물체가 완전탄성충돌을 하는 경우 원래 입자는 태양에서 더 멀어지는 방향으로 움직인다.

- ① ㄱ, ㄴ, ㄷ ② ㄱ, ㄴ, ㄹ
- ③ ㄱ, ㄷ, ㅁ ④ ㄴ, ㄹ, ㅁ
- ⑤ ㄷ, ㄹ, ㅁ

6. 높이 h 인 곳에서 공 A 를 정지 상태에서 떨어뜨리고, 동시에 공 B 는 지표면에서 연직으로 던져 올려 높이 h_1 인 곳에서 두 공이 충돌하였다. 충돌 순간 공 A 와 B 의 운동 방향은 서로 반대이며, 공 A 의 속력은 공 B 의 속력의 3배였다. h_1 은?

- ① $3h/5$ ② $5h/8$ ③ $2h/3$
- ④ $3h/4$ ⑤ $4h/5$

7. 전하 밀도가 각각 $+\sigma$, $-\sigma$ 인 두 개의 균일한 무한 평면을 (가) 서로 평행하게, (나) 서로 수직으로 배치하였다. 평면의 전하 배치는 다른 평면에 의해 영향을 받지 않는다고 가정한다. 다음 설명 가운데 옳은 것을 모두 고른 것은?

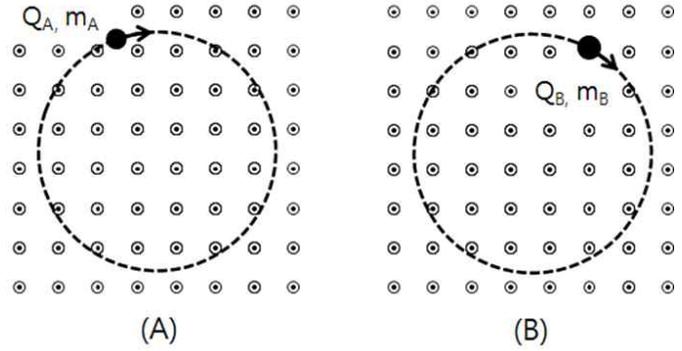


< 보기 >

- ㄱ. (가)의 경우, 평면 사이가 아닌 외부 영역에서 전기장의 세기는 평면으로부터 멀어질수록 감소한다.
- ㄴ. (가)에서 두 평면 사이의 거리를 증가시키면 평면 사이 영역의 전기장의 크기는 감소한다.
- ㄷ. (나)에서 두 평면 사이의 거리가 d 인 선상의 가운데 점 Q에서의 전기장의 크기는 (가)에서 두 도체 평면 사이의 거리가 d 일 때 가운데 점 P에서의 전기장의 크기보다 작다.
- ㄹ. (나)에서 두 평면이 교차하는 점으로부터 멀어질수록 전기장의 크기가 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄷ, ㄹ

8. 그림 (A)와 (B)는 같은 세기의 균일한 자기장에서 같은 운동 에너지를 가진 입자가 같은 반지름으로 원운동 하는 것을 나타낸다. 두 입자의 질량이 m_A 와 m_B 라면 두 입자의 전하량 Q_A 와 Q_B 의 비율은?

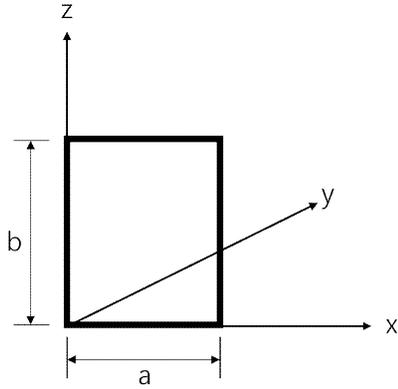


< 보기 >

- ㄱ. $m_A^2 : m_B^2$
- ㄴ. $m_A : m_B$
- ㄷ. $\sqrt{m_A} : \sqrt{m_B}$
- ㄹ. $\frac{1}{m_A} : \frac{1}{m_B}$
- ㅁ. $\frac{1}{m_A^2} : \frac{1}{m_B^2}$

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄹ ⑤ ㅁ

9. 가로 길이가 a , 세로 길이가 b 인 직사각형 도선이 다음 그림과 같이 xz 평면 위에 놓여 있다. $+y$ 방향으로 $B=B_0x^2t^3$ 형태의 자기장이 가해진다. B_0 는 양수이다. 다음 설명 가운데 옳은 것을 모두 고른 것은?

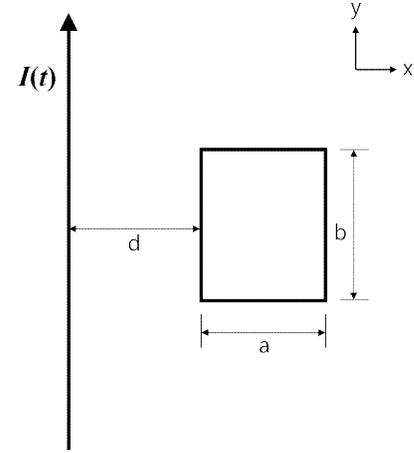


< 보기 >

- ㄱ. 유도 기전력의 크기는 시간에 선형적으로 비례한다.
- ㄴ. 유도 기전력의 크기는 시간의 제곱에 비례한다.
- ㄷ. 직사각형 도선에서 전류는 시계 방향으로 흐른다.
- ㄹ. 유도 기전력의 크기는 직사각형 도선의 세로 길이에 선형적으로 비례한다.

- ① ㄱ, ㄷ
- ② ㄱ, ㄹ
- ③ ㄴ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄹ
- ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

10. 다음 그림은 무한 직선 도선과 거리 d 만큼 떨어진 곳에 위치한 직사각형 모양의 회로를 나타낸 것이다. 회로의 가로 길이는 a , 세로 길이는 b 이다. 무한 직선 도선에 전류 $I(t) = I_0e^{-\lambda t}$ 가 $+y$ 방향으로 흐른다. 여기서 I_0 와 λ 는 양수이다. 다음 설명 가운데 옳은 것을 모두 고른 것은?

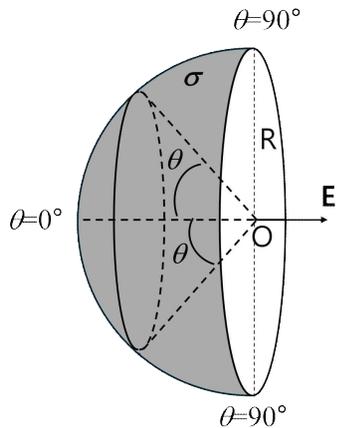


< 보기 >

- ㄱ. 회로의 중심에서 무한 도선에 의한 자기장의 크기는 $\frac{\mu_0 I_0 e^{-\lambda t}}{2\pi(d + a/2)}$ 이다.
- ㄴ. 회로에 유도된 기전력의 크기는 $\frac{\mu_0 \lambda b I_0 e^{-\lambda t}}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{a}{d}\right)$ 이다.
- ㄷ. 회로에 유도되는 전류는 반시계 방향으로 흐른다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 다음 그림과 같이 반지름이 R 인 반구 모양의 면에 전하가 균일하게 분포되어 있다. 반구 면의 면전하 밀도는 σ 이다. 반구의 중심 O 에서의 전기장에 대한 다음 설명 가운데 옳은 것을 모두 고른 것은?

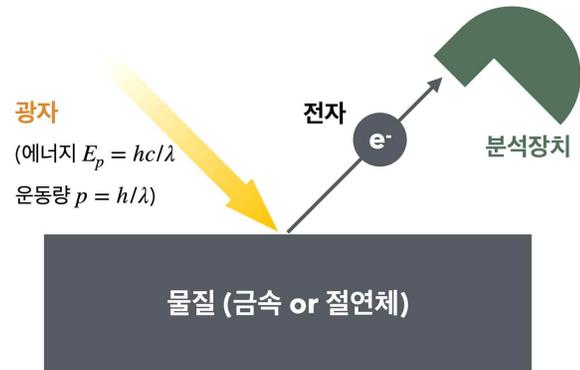


< 보기 >

- ㄱ. 반구의 반지름이 작아지면 전기장의 크기가 커진다.
- ㄴ. 전기장의 크기는 반지름의 크기에 무관하다.
- ㄷ. 면전하 밀도가 $\sigma=\sigma_0$ 로 균일할 때 전기장의 크기는 면전하 밀도가 $\sigma=1.25\sigma_0\sin\theta$ 일 때의 전기장의 크기보다 작다.
- ㄹ. 면전하 밀도가 $\sigma=\sigma_0\sin\theta$ 일 때 전기장의 크기는 면전하 밀도가 $\sigma=\sigma_0\cos\theta$ 일 때의 전기장의 크기와 같다.

- ① ㄱ, ㄷ
- ② ㄱ, ㄹ
- ③ ㄴ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄹ
- ⑤ ㄷ, ㄹ

12. 다음의 장비는 물질 표면에 대한 각분해 광전자 분광학 (angle-resolved photoemission spectroscopy) 측정의 원리에 관한 모식도이다. 해당 측정법은 광자와 전자 사이의 에너지 및 운동량 보존 법칙을 응용하여 물질 내 존재하는 전자의 에너지 및 운동량을 측정하는 방법이다. 해당 방법에 대한 설명으로 옳은 것을 다음 보기 중에서 모두 고르시오.

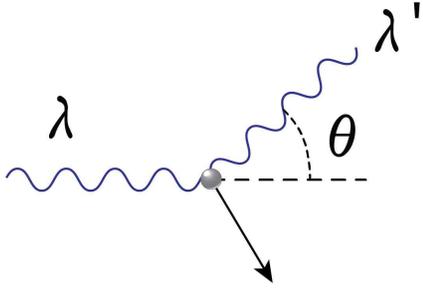


<보기>

- ㄱ. 해당 방법은 아인슈타인에 의해 설명된 광전효과에 그 이론적 기반을 두고 있다.
- ㄴ. 입사한 광자에 의해 표면으로부터 방출되는 전자의 운동에너지는 입사한 광자의 에너지와 같아야 한다.
- ㄷ. 방출되는 전자의 운동량 벡터는 표면에 입사하는 광자의 입사각에 전혀 의존하지 않는다.
- ㄹ. 절연체의 경우, 광자의 에너지에 따라 원자가 띠에서 전도띠로의 전자의 뛰어오름(excitation)만 일어나고 전자가 외부로 방출되지 않을 수 있다.

- ① ㄱ, ㄴ
- ② ㄴ, ㄹ
- ③ ㄷ, ㄹ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄹ

13. 그림은 콤프턴 효과를 표현한 것이다. 파장 λ 인 빛이 정지해 있는 전자에 충돌한 후에 입사 방향에 대해 θ 만큼 경로가 바뀌며 파장은 λ' 이 된다. 정지해 있던 전자는 충돌 후에 움직인다. 이에 대해 올바르게 설명한 것을 모두 고르시오.

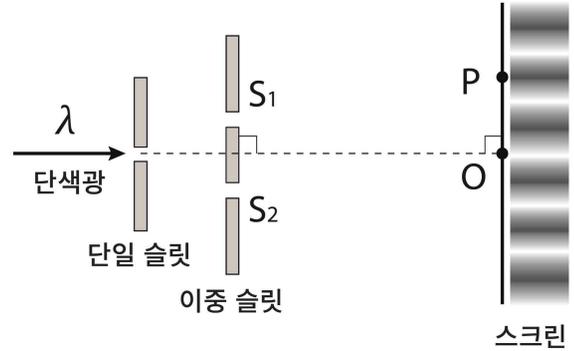


〈 보기 〉

- ㄱ. λ' 은 항상 λ 보다 작다.
- ㄴ. 튀어나온 전자의 속력이 작을수록 λ' 이 크다.
- ㄷ. 이 실험은 빛의 입자성을 보여준다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 그림은 단일 슬릿을 통과한 파장 λ 의 단색광이 이중 슬릿 S_1 과 S_2 를 통과하여 스크린에 만든 간섭무늬를 표현한 것이다. 점 O는 간섭무늬의 가장 밝은 지점의 중심이며, 점 P는 O로부터 두 번째 어두운 무늬의 위치이다. 단일 슬릿으로부터 S_1 과 S_2 까지의 거리는 같다. 이에 대해 올바르게 설명한 것을 모두 고르시오.



〈 보기 〉

- ㄱ. S_1, S_2 로부터 P에 도달한 두 빛의 위상은 같다.
- ㄴ. S_1, S_2 로부터 P에 도달한 두 빛의 경로차는 2λ 이다.
- ㄷ. O와 P 사이의 거리는 빨간색 단색광의 경우가 파란색 단색광의 경우에 비해 크다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. GPS(Global Positioning System)는 위성에서 보내는 신호를 수신하여 수신자의 현재 위치를 알려주는 것으로, 자동차의 내비게이션 등에 사용된다. GPS 위성에는 정밀한 원자 시계가 있다. GPS 위성에서 이 시계의 위치와 시각을 송신하면, 지상의 수신기에서 이 정보를 받아 수신기의 위치를 결정하게 된다. 이에 대해 올바르게 설명한 것을 모두 고르시오.

— < 보기 > —

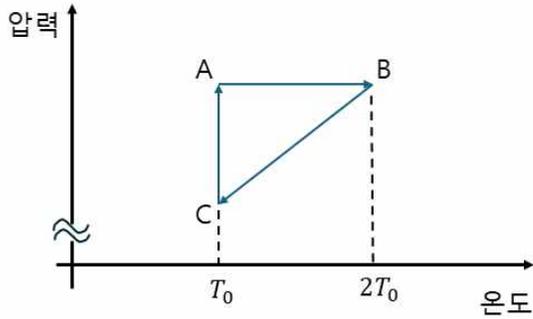
ㄱ. 특수 상대성 이론의 효과에 따르면, GPS 위성 안의 시계는 지구 표면에서의 시계에 비해 느려진다.
 ㄴ. 일반 상대성 이론에 의하면 GPS 위성 안의 시계는 지구 표면에서의 시계에 비해 빨라질 수 있다.
 ㄷ. 상대성 이론에 의하면 GPS 위성 안에서 시간의 흐름은 달라질 수 있지만, 그 효과가 매우 작으므로 GPS의 설계에 고려할 필요는 없다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16. 온도 127°C의 고열원과 27°C의 저열원 사이에서 작동하는 카르노 기관이 한 순환과정 당 150 J의 열을 저열원으로 배출한다. 이 기관이 한 번 순환하는 데 0.5 s의 시간이 걸린다면 이 기관의 일률은 얼마인가?

- ① 50 W ② 80 W ③ 100 W
 ④ 120 W ⑤ 150 W

17. 그림은 1몰의 단원자 이상기체가 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ 를 따라 변화할 때 압력과 온도 사이의 관계를 나타낸 것이다. 이에 대해 올바르게 설명한 것을 모두 고르시오. (주의: 가로축은 부피가 아니라 온도임.)



〈 보기 〉

- ㄱ. $A \rightarrow B$ 과정에서 부피는 두 배로 증가한다.
- ㄴ. $B \rightarrow C$ 과정에서 부피는 일정하다.
- ㄷ. $C \rightarrow A$ 과정에서 압력은 두 배로 증가한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 단열된 통에 20°C 물 50 g 과 80°C 물 100 g 을 넣어 섞는다. 이에 대해 올바르게 설명한 것을 모두 고르시오.

〈 보기 〉

- ㄱ. 시간이 흘러 평형상태가 되면 물의 온도는 60°C 이다.
- ㄴ. 이 과정에서 엔트로피는 증가한다.
- ㄷ. 평형 상태에 도달한 물이 다시 처음 상태로 돌아가지 않는 이유는 에너지가 보존되지 않기 때문이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ