

01. ⑤ 02. ① 03. ④ 04. ② 05. ④ 06. ③ 07. ① 08. ② 09. ① 10. ④
11. ③ 12. ③ 13. ⑤ 14. ① 15. ⑤ 16. ③ 17. ⑤ 18. ② 19. ① 20. ⑤

1. 전자기파의 활용

[정답맞히기] ㄴ. 인체에서 방출되는 적외선을 이용하면 체온 분포를 측정할 수 있다. 따라서 B는 적외선이다.

ㄷ. A, C는 각각 X선, 가시광선이다. 따라서 진동수는 A가 C보다 크다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. TV 리모컨에 이용되는 전자기파는 적외선(B)이다.

2. 운동의 분류

[정답맞히기] ㄱ. I에서 물체는 등속도 운동을 하므로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. II에서 물체는 빗면을 올라가므로 속력이 일정하게 감소하는 등가속도 직선 운동을 한다. 따라서 물체의 가속도의 방향은 운동 방향과 반대 방향이다.

ㄷ. III에서 물체는 속력과 운동 방향이 모두 변하는 포물선 운동을 하므로 물체에 작용하는 알짜힘의 방향은 운동 방향과 같지 않다.

3. 핵반응과 질량 결손

[정답맞히기] ㄱ. 핵반응 과정에서 전하량과 질량수가 보존되므로 ㉠은 ${}^4_2\text{He}$ 이다. ㉠의 질량수는 4이고, ${}^3_2\text{He}$ 의 질량수는 3이므로 질량수는 ㉠이 ${}^3_2\text{He}$ 보다 크다.

ㄷ. 가벼운 원자핵들이 결합하여 무거운 원자핵이 생성되는 반응이므로 이 반응은 핵융합 반응이다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. ㉠에서 질량 결손은 핵반응을 하는 전체 입자들의 반응 전후 질량 차이이다.

4. 스펙트럼

[정답맞히기] B. 빛의 진동수는 파장에 반비례한다. 빛의 파장은 ㉠에서가 ㉡에서보다 짧으므로 빛의 진동수는 ㉠에서가 ㉡에서보다 크다. **정답②**

[오답피하기] A. X, Y에서 방출되는 빛의 스펙트럼에서 파장이 600nm인 빛은 포함되어 있지 않으므로, X, Y 모두 파장이 600nm인 빛을 흡수할 수 없다.

C. 광자 1개의 에너지는 빛의 파장이 짧을수록 크다. 파장은 ㉡에서가 ㉢에서보다 짧으므로 광자 1개의 에너지는 ㉡에서가 ㉢에서보다 크다.

5. 자성체

[정답맞히기] ㄱ. A, C를 매달았을 때 저울의 측정값이 각각 0.99N, 0.90N이므로 A는 자석에 약하게 끌리고, C는 자석에 강하게 끌리는 것을 알 수 있다. 따라서 자석

에 약하게 끌리는 A가 상자성체이다.

ㄷ. C는 강자성체이므로 C와 자석 사이에는 서로 당기는 자기력이 작용한다. **정답④**
[오답피하기] ㄴ. B는 반자성체로 B와 자석 사이에는 서로 밀어내는 자기력이 작용하므로 ㉠ > 1.00이다.

6. 파동의 진행

파동의 속력을 v , 진동수를 f , 파장을 λ , 주기를 T 라고 하면 $v = f\lambda = \frac{\lambda}{T}$ 이다. 파동의 변위를 위치에 따라 나타낸 그래프에서 위상이 같은 이웃한 두 점 사이의 간격은 파장이다.

[정답맞히기] ㄱ. A의 진행 방향은 $+x$ 방향이므로 A의 변위가 처음으로 1.5m(마루)가 될 때까지 흐른 시간은 주기의 $\frac{1}{4}$ 배이다. A의 주기는 4s이고, 파장은 4m이므로 A의 진행 속력은 1m/s이다. A, B의 진행 속력은 같으므로 B의 주기는 $\frac{2m}{1m/s} = 2s$ 이다. 따라서 주기는 A가 B의 2배이다.

ㄴ. B의 주기는 2s이므로 진동수는 0.5Hz이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. $t = 1.5$ 초는 B의 주기의 $\frac{3}{4}$ 배가 지났을 때이다. $t = 0$ 일 때 $x = 1m$ 에서 B의 변위는 0이고, B는 $+x$ 방향으로 진행하므로 $t = 1.5$ 초일 때 B의 변위는 $-1m$ (골)이다.

7. 충격량과 운동량 보존 법칙

[정답맞히기] ㄱ. 물체가 받은 충격량은 물체의 운동량의 변화량과 같다. I에서 A의 운동량의 변화량의 크기는 $20kg \times (1m/s - 0.8m/s) = 4kg \cdot m/s$ 이다. 따라서 I에서 A가 받은 충격량의 크기는 4N·s이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. A, B가 충돌할 때, 충돌한 직후 B의 속력을 v_B 라 하면 충돌 전후 운동량의 합은 보존되므로 $20kg \times 1m/s = 20kg \times 0.1m/s + 20kg \times v_B$ 에서 $v_B = 0.9m/s$ 이다.

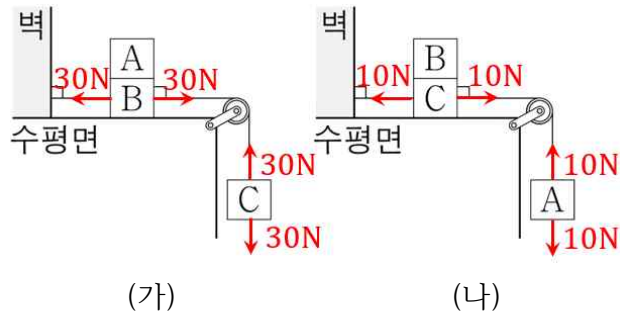
ㄷ. I, II에서 A가 받은 평균 힘의 크기를 각각 F_I , F_{II} 라고 하면,

$$F_I = \frac{20kg(1m/s - 0.8m/s)}{0.2s} = 20N, \quad F_{II} = \frac{20kg(1m/s - 0.1m/s)}{0.05s} = 360N \text{이다.}$$

따라서 A가 받은 평균 힘의 크기는 II에서가 I에서의 18배이다.

8. 힘의 평형과 작용 반작용 법칙

(가)와 (나)에서 A, B, C는 정지해 있으므로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다. 실이 물체를 당기는 힘과 실에 매달린 물체에 작용하는 중력을 나타내면 그림과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 실이 C를 당기는 힘의 크기는 30N이므로 C의 무게는 30N이다. (나)에서 실이 A를 당기는 힘의 크기는 10N이므로 A의 무게는 10N이다. B의 무게를 x 라고 하면, (가)에서 $F_0 = 10 + x$ 를 만족하고 (나)에서 $2F_0 = 30 + x$ 를 만족하므로 $x = 10\text{N}$, $F_0 = 20\text{N}$ 이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 A가 B를 누르는 힘의 반작용은 B가 A를 떠받치는 힘이다. 또한 수평면이 B를 떠받치는 힘의 반작용은 B가 수평면을 누르는 힘이다. 따라서 A가 B를 누르는 힘과 수평면이 B를 떠받치는 힘은 작용 반작용 관계가 아니다.
ㄷ. C의 무게는 30N, B의 무게는 10N으로 C가 B의 3배이다. 따라서 질량도 C가 B의 3배이다.

9. 전반사

[정답맞히기] ㄱ. A와 C 사이의 임계각을 θ_{AC} , B와 C 사이의 임계각을 θ_{BC} 라 할 때, 두 가지 상황을 가정하면 굴절률이 A가 B보다 크다는 것을 알 수 있다. **정답①**

굴절률	$n_A > n_B > n_C$ (가정 : 참)	$n_B > n_A > n_C$ (가정 : 모순)
공기에서 A 또는 B로 굴절할 때	(가)에서가 (나)에서보다 더 꺾임	(나)에서가 (가)에서보다 더 꺾임
임계각 비교	$\theta_{AC} < \theta_{BC}$	$\theta_{AC} > \theta_{BC}$
윗면에서 전반사 여부	(가)에서는 전반사가 일어나고, (나)에서는 전반사가 안 일어날 수 있음.	(가)에서 전반사가 일어났다면, (나)에서도 전반사가 일어나야 함.

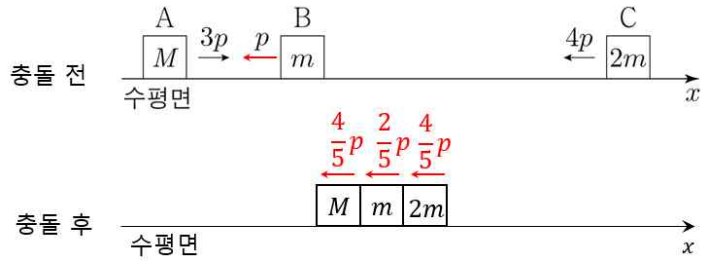
[오답피하기] ㄴ. P가 공기에서 A로 굴절할 때가 공기에서 B로 굴절할 때보다 빛이 더 많이 꺾이므로 $\theta_1 > \theta_2$ 이다.

ㄷ. 전반사는 입사각이 임계각보다 클 때 일어난다. P가 공기에서 B로 굴절할 때, 입사각이 θ_0 보다 작아지면 굴절각도 작아지므로 B와 C의 경계면에서 입사각이 θ_2 보다 커진다. 따라서 (나)에서 P가 B와 C의 경계면에서 전반사하게 하려면 입사각을 θ_0 보다 감소시켜야 한다.

10. 운동량 보존

[정답맞히기] 충돌 전 B의 운동 방향이 $+x$ 방향일 경우, A, B, C의 운동량의 합은 $3p + p - 4p = 0$ 이므로 충돌 후 한 덩어리가 된 A, B, C의 운동량은 0으로 정지한다.

충돌 후 한 덩어리가 된 A, B, C는 운동하므로 B의 충돌 전 운동 방향은 $-x$ 방향이다. A, B, C의 운동량의 합은 $3p - p - 4p = -2p$ 이므로 한 덩어리가 된 A, B, C는 $-x$ 방향으로 운동한다.

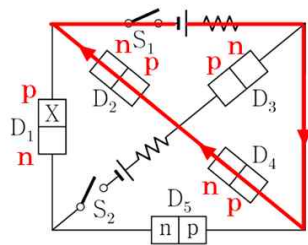


C의 충돌 후 속력은 충돌 전의 $\frac{1}{5}$ 배이므로 충돌 후 C의 운동량(p_C)의 크기는 $\frac{4}{5}p$ 이다. 질량은 B가 C의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 A, B, C가 한 덩어리가 되었을 때 B의 운동량의 크기는 $\frac{2}{5}p$ 이다. A, B, C가 한 덩어리가 되었을 때 A의 운동량을 p_A 라고 하면, 충돌 전후 운동량의 합은 보존되므로 $-2p = p_A - \frac{2}{5}p - \frac{4}{5}p$ 에서 $p_A = -\frac{4}{5}p$ 이다. $p_A = p_C$ 이므로 질량은 A와 C가 같다. 따라서 $M = 2m$ 이다. 정답④

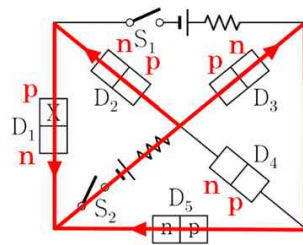
11. 다이오드의 특성

발광 다이오드(LED)의 p형 반도체에 (+)극이 n형 반도체에 (-)극이 연결될 때 LED에 순방향 전압이 걸려 빛이 방출된다.

[정답맞히기] ㄱ. S_1 , S_2 의 연결 상태에 따라 회로에 흐르는 전류의 방향을 나타내면 다음과 같다. X는 p형 반도체이므로 주로 양공이 전류를 흐르게 하는 반도체이다.



< S_1 : 닫힘, S_2 : 열림 >



< S_1 : 열림, S_2 : 닫힘 >

ㄷ. S_1 이 열려 있고 S_2 가 닫혀 있을 때, D_4 에만 역방향 전압이 걸려 빛이 방출되지 않는다. 따라서 ㉠은 D_1 , D_2 , D_3 , D_5 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. S_1 이 닫혀 있고 S_2 가 열려 있을 때, D_4 에는 순방향 전압이 걸린다. 따라서 D_4 의 p형 반도체에서 양공은 p-n 접합면에 가까워진다.

12. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] ㄱ. B의 관성계에서, P, Q 사이의 거리 L 은 고유 거리이다. A의 관성계에서, P, Q 사이의 거리는 길이 수축이 일어나므로 L 보다 작다.

ㄴ. A의 관성계에서, 우주선의 길이는 고유 길이이므로 L 보다 크다. A의 관성계에서, P와 Q는 우주선의 길이보다 짧은 간격을 유지하며 우주선의 뒤쪽으로 운동하므로 Q

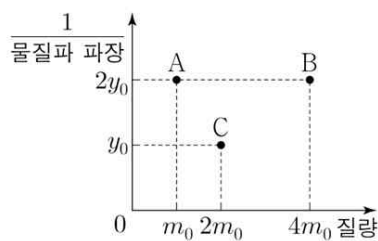
가 우주선의 앞을 지나는 순간 P는 아직 우주선의 뒤를 지나지 못한다. 따라서 A의 관성계에서, P가 우주선의 뒤를 지나기 전에 Q가 우주선의 앞을 지난다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. B의 관성계에서, 우주선의 속력을 v 라고 하자. A의 관성계에서, 우주선의 길이는 L 보다 크므로 P가 우주선의 앞에서 뒤까지 가는 데 걸리는 시간은 $T = \frac{\text{우주선의 길이}}{v} > \frac{L}{v}$ 이다. B의 관성계에서, 우주선의 앞이 P에서 Q까지 가는데 걸리는 시간은 $\frac{L}{v}$ 이므로 T 보다 작다.

13. 물질파 파장

[정답맞히기] ㄴ. 입자의 질량을 m , 속력을 v , 물질파 파장을 λ 라고 하면 $\lambda = \frac{h}{mv}$ 이다. 따라서 질량, 속력, 물질파 파장의 곱은 플랑크 상수($h = mv\lambda$)로 일정하다. A, B, C의 물질파 파장, 질량, 속력을 나타내면 표와 같다. 따라서 속력은 B와 C가 같다.



입자	물질파 파장	질량	속력
A	$\frac{1}{2y_0}$	m_0	$4v_0$
B	$\frac{1}{2y_0}$	$4m_0$	v_0
C	$\frac{1}{y_0}$	$2m_0$	v_0

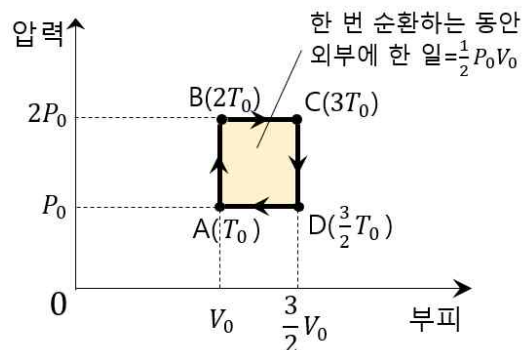
ㄷ. A의 운동 에너지는 $\frac{1}{2}m_0(4v_0)^2 = 8m_0v_0^2$ 이고, C의 운동 에너지는 $\frac{1}{2}(2m_0)v_0^2 = m_0v_0^2$ 이다. 따라서 운동 에너지는 A가 C보다 크다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. A, B의 파장이 $\frac{1}{2y_0}$ 로 같으므로 A, B의 운동량의 크기도 같다.

14. 열기관과 열역학 제 1법칙

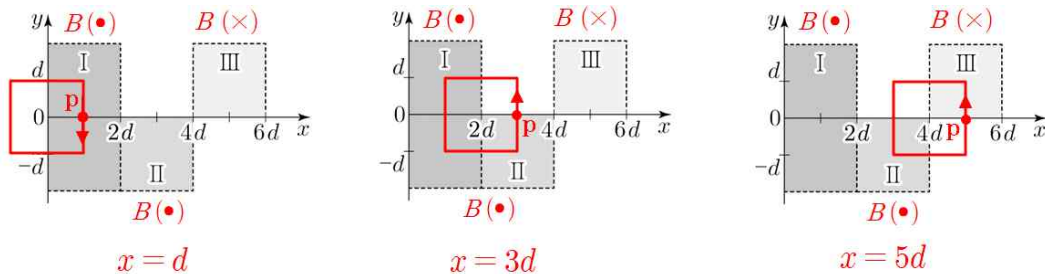
A → B 과정은 등적 과정, B → C 과정은 등압 팽창 과정, C → D 과정은 등적 과정, D → A 과정은 등압 수축 과정이다. 기체의 상태가 A → B → C → D → A를 따라 순환하는 동안 기체의 압력과 부피를 나타내면 그림과 같다.



[정답맞히기] 기체의 온도는 C에서 B에서의 $\frac{3}{2}$ 배이므로, C에서 기체의 부피는 $\frac{3}{2}V_0$ 이다. A → B 과정에서 기체가 흡수한 열량 $\frac{3}{2}P_0V_0$ 은 기체의 내부 에너지 증가량과 같다. A → B 과정과 B → C 과정에서 기체의 온도 변화량은 T_0 으로 같으므로 기체의 내부 에너지 증가량은 서로 같다. B → C 과정에서 기체의 내부 에너지 증가량은 $\frac{3}{2}P_0V_0$ 이고 기체가 외부에 한 일은 $2P_0 \times \left(\frac{3}{2}V_0 - V_0\right) = P_0V_0$ 이므로 기체가 흡수한 열량은 $\frac{3}{2}P_0V_0 + P_0V_0 = \frac{5}{2}P_0V_0$ 이다. 열기관이 한 번 순환하는 동안 기체가 흡수한 열량은 $\frac{3}{2}P_0V_0 + \frac{5}{2}P_0V_0 = 4P_0V_0$ 이고, 기체가 외부에 한 일은 $\frac{1}{2}P_0V_0$ 이다. 따라서 열기관의 열효율은 $\frac{\frac{1}{2}P_0V_0}{4P_0V_0} = \frac{1}{8}$ 이다. 정답①

15. 전자기 유도

[정답맞히기] ㄱ. 도선에 흐르는 유도 전류의 방향은 도선을 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐르고, 유도 전류의 세기는 도선을 통과하는 단위 시간당 자기 선속의 변화량에 비례한다. I, II, III의 자기장 세기와 방향을 나타내면 다음과 같다.



p의 위치가 $x=d$ 일 때 I에 의한 단위 시간당 자기 선속의 변화량이 $x=5d$ 일 때 II 또는 III에 의한 단위 시간당 자기 선속의 변화량의 2배이다. 따라서 자기장의 세기는 I에서와 II에서가 같다.

ㄴ. p의 위치가 $x=3d$ 일 때 자기 선속의 변화는 I의 위쪽 영역에 의해서만 나타나고, 단위 시간당 자기 선속의 변화량은 p의 위치가 $x=3d$ 일 때가 $x=d$ 일 때의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 ㉠은 $\frac{1}{2}I_0$ 이다.

ㄷ. p의 위치가 $2d < x < 4d$ 일 때 I에 의해 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향의 자기 선속이 감소한다. 유도 전류는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐르므로 ㉡은 $+y$ 이다. 정답⑤

16. 물결파의 간섭

두 물결파가 만날 때 동일한 위상의 중첩에 의해 보강 간섭이 일어나고, 서로 반대

위상의 중첩에 의해 상쇄 간섭이 일어난다. P에서는 상쇄 간섭이 일어나고, Q, R에서는 보강 간섭이 일어난다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 물결파 파장은 4m이고, (나)에서 물결파의 주기는 2s이므로 물결파의 속력은 2m/s이다.

ㄷ. (나)는 보강 간섭이 일어나는 물결파의 변위이므로 Q 또는 R에서의 변위 중 하나이다. $t=0$ 일 때 R에서는 두 물결파의 골과 골이 중첩되므로 물결파의 변위는 음(-)의 값이다. 따라서 (나)는 Q에서의 변위를 나타낸 것이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. $t=1$ 초는 물결파의 주기의 $\frac{1}{2}$ 배가 지난 시간이므로 R에서는 두 물결파의 마루와 마루가 중첩된다. P에서는 상쇄 간섭이 일어나므로 수면의 높이는 R에서 P에서보다 높다.

17. 마찰에 의한 에너지 손실과 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] ㄴ. 마찰 구간을 한 번 지나는 동안 물체의 역학적 에너지 감소량을 E , 용수철 상수를 k 라고 할 때, 용수철을 d_0 만큼 압축시킨 후, 가만히 놓은 물체가 p까지 운동하는 동안 에너지 보존 법칙을 적용하면 $\frac{1}{2}kd_0^2 = 4mgh + E \cdots ①$ 이고, 물체가 p에서 내려와 용수철을 d_1 만큼 압축시킬 때까지 에너지 보존 법칙을 적용하면 $4mgh = \frac{1}{2}kd_1^2 + E \cdots ②$ 이다. 이후 물체가 다시 빗면을 올라 q까지 운동하는 동안 에너지 보존 법칙을 적용하면 $\frac{1}{2}kd_1^2 = 3mgh + E \cdots ③$ 이다. ②, ③에 의해 $E = \frac{1}{2}mgh$ 이고, $k = \frac{9mgh}{d_0^2}$ 이다.

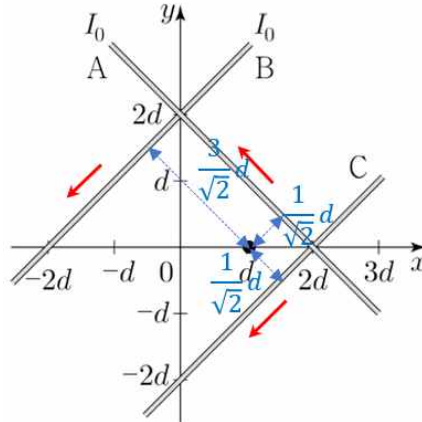
ㄷ. ①, ③에 의해 $\frac{1}{2}kd_0^2 = \frac{9}{2}mgh$ 이고, $\frac{1}{2}kd_1^2 = \frac{7}{2}mgh$ 이므로 $d_1 = \frac{\sqrt{7}}{3}d_0$ 이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. r과 s의 높이차를 Δh 라고 하면, 물체는 마찰 구간을 내려가는 동안, 등속도 운동을 하므로 물체의 역학적 에너지 감소량은 물체의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량과 같으므로 $E = mg\Delta h$ 이다. $E = \frac{1}{2}mgh$ 이므로 $\Delta h = \frac{1}{2}h$ 이다. 따라서 r의 높이는 $\frac{3}{2}h$ 이다.

18. 직선 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] $-2d < x < 2d$ 인 구간에서 B에 가까워질수록 자기장이 양(+)의 값으로 커지므로 B에 흐르는 전류의 방향은 왼쪽 아래 방향(↙)이다. $k \frac{I_0}{\sqrt{2}d} = B_1$ 이라고 하자. $-2d < x < 2d$ 인 구간에서 A, B의 전류 각각에 의한 자기장의 방향이 서로 반대일 경우, $x=d$ 에서 A, B의 전류에 의한 자기장은 $-B_1 + \frac{1}{3}B_1 = -\frac{2}{3}B_1$ 이므로 C의 전류에

의한 자기장은 $\frac{2}{3}B_1$ 이다. $x=d$ 에서 A, C까지의 거리는 같고, C의 전류에 의한 자기장의 세기($\frac{2}{3}B_1$)는 A의 전류에 의한 자기장의 세기(B_1)보다 작으므로 C에 흐르는 전류의 세기는 I_0 보다 작아서 조건을 만족하지 않는다. $-2d < x < 2d$ 인 구간에서 A, B의 전류 각각에 의한 자기장의 방향이 같을 경우, $x=d$ 에서 A, B의 전류에 의한 자기장은 $B_1 + \frac{1}{3}B_1 = \frac{4}{3}B_1$ 이므로 C의 전류에 의한 자기장은 $-\frac{4}{3}B_1$ 이다. $x=d$ 에서 A, C까지의 거리는 같고, C의 전류에 의한 자기장의 세기($\frac{4}{3}B_1$)는 A의 전류에 의한 자기장의 세기(B_1)보다 크므로 C에 흐르는 전류의 세기는 I_0 보다 커서 조건을 만족한다. $-2d < x < 2d$ 인 구간에서 A, B의 전류 각각에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이고, C의 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이므로 A, B, C에 흐르는 전류의 방향을 나타내면 그림과 같다.



$x=0$ 에서 C의 전류에 의한 자기장은 $\frac{1}{2} \times \left(-\frac{4}{3}B_1\right) = -\frac{2}{3}B_1$ 이다. $x=0$ 에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장은 $\frac{1}{2}B_1 + \frac{1}{2}B_1 - \frac{2}{3}B_1 = B_0$ 이므로 $B_1 = 3B_0$ 이다. $x=3d$ 에서 B까지의 거리는 $\frac{5}{\sqrt{2}}d$ 이므로 B의 전류에 의한 자기장의 세기는 $\frac{1}{5}B_1$ 이다. 따라서 $x=3d$ 에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장의 세기는 $-B_1 + \frac{1}{5}B_1 + \frac{4}{3}B_1 = \frac{8}{15}B_1 = \frac{8}{5}B_0$ 이다.

정답②

19. 뉴턴의 운동 법칙

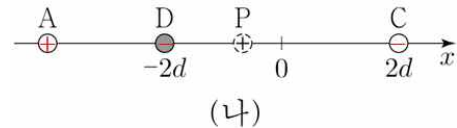
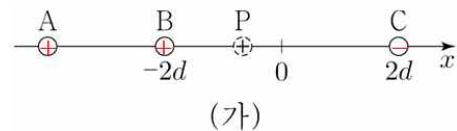
실이 끊어진 순간부터 B의 속력이 0이 될 때까지 걸린 시간을 t , 실이 끊어지는 순간 A, B, C의 속력을 v , C가 $10d$ 만큼 이동했을 때 C의 속력을 v_C 라고 하면, t 동안 평균 속력의 비는 $\frac{v+0}{2} : \frac{v+v_C}{2} = 3d : 10d$ 에서 $v_C = \frac{7}{3}v$ 이다. (가), (나)에서 C의 가속도의 크기를 각각 a , $8a$ 라 하고, (나)에서 B의 가속도의 크기를 a_B 라 하면, t 동안 B의 속도

변화량의 크기는 v 이고, C의 속도 변화량의 크기는 $\frac{4}{3}v$ 이므로 $\frac{v}{t} : \frac{(\frac{4}{3}v)}{t} = a_B : 8a$ 에서 $a_B = 6a$ 이다. (가)에서 중력에 의해 B, C에 각각의 빗면에 나란한 방향으로 작용하는 힘의 크기를 각각 f_B, f_C 라 하면, 실이 끊어지기 전 물체의 가속도의 크기가 a 이므로 $f_C - f_B - mg = (5m + M)a \cdots \textcircled{1}$ 이다. 실이 끊어진 후 B의 가속도의 크기가 $6a$ 이므로 $mg + f_B = 5m(6a) \cdots \textcircled{2}$ 이고, C의 가속도의 크기가 $8a$ 이므로 $f_C = M(8a) \cdots \textcircled{3}$ 이다. $\textcircled{1}, \textcircled{2}, \textcircled{3}$ 에 의해 $M = 5m$ 이다.

[별해] 실이 끊어지기 전후 A, B에 작용하는 알짜힘의 변화량의 크기와 C에 작용하는 알짜힘의 변화량의 크기가 같으므로 $(m + 4m)|(-6a) - a| = M|8a - a|$ 에서 $M = 5m$ 이다. 정답①

20. 전하와 전기력

(가)에서 $-2d < x < 2d$ 인 구간에서 P가 B, C에 가까울수록 $+x$ 방향으로의 전기력의 세기가 커지므로 B는 양(+)전하이므로, C는 음(-)전하이므로. (나)에서 $-2d < x < 2d$ 인 구간에서 P가 D에 가까울수록 $-x$ 방향으로의 전기력의 세기가 커지므로 D는 음(-)전하이므로.



[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 P가 $x=0$ 에 있을 때, C, D가 P에 작용하는 전기력은 0이므로 A가 P에 작용하는 전기력의 크기는 F_0 이고 방향은 $+x$ 방향이다. A는 양(+)전하이므로. (가)에서 P가 $x=0$ 에 있을 때, A, B, C가 각각 P에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향으로 같다. B, C가 P에 작용하는 전기력의 크기는 $2F_0 - F_0 = F_0$ 이고, B, C가 각각 P에 작용하는 전기력의 크기는 같으므로 B가 P에 작용하는 전기력의 크기는 $\frac{1}{2}F_0$ 이다. P가 $x=0$ 에 있을 때, P와 B까지의 거리는 P와 A까지의 거리보다 작고 P에 작용하는 전기력의 크기는 A가 B보다 크므로 전하량의 크기는 A가 B(=C, D)보다 크다.

ㄴ. (가)에서 P가 $x=0$ 에 있을 때, A가 P에 작용하는 전기력의 크기는 F_0 이고, B가 P에 작용하는 전기력의 크기는 $\frac{1}{2}F_0$ 이므로 A가 P에 작용하는 전기력의 크기는 B가 P에 작용하는 전기력의 크기의 2배이다.

ㄷ. (나)에서 D와 P사이의 거리는 P가 $x=-d$ 에 있을 때가 $x=0$ 에 있을 때의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 D가 P에 작용하는 전기력의 크기는 P가 $x=-d$ 에 있을 때가 $x=0$ 에 있을 때의 4배이다. 따라서 (나)에서 P가 $x=-d$ 에 있을 때, D가 P에 작용하는 전기력의 크기는 $4 \times \frac{F_0}{2} = 2F_0$ 이다. 정답⑤

[별해] P가 $x=-d$ 에 있을 때, (가)와 (나)에서 P가 받는 전기력의 차이는 $4F_0$ 이다.

(가)와 (나)에서 P에는 B와 D가 작용하는 전기력의 방향만 반대 방향으로 다르므로 D가 P에 작용하는 전기력의 크기는 $\frac{1}{2} \times 4F_0 = 2F_0$ 이다.