

01.①	02.②	03.⑤	04.③	05.⑤	06.①	07.③	08.②	09.④	10.②
11.④	12.④	13.⑤	14.①	15.③	16.③	17.⑤	18.①	19.②	20.⑤

1. 자성체

[정답맞히기] B. 반자성체는 외부 자기장의 방향과 반대 방향으로 자기화되고, 외부 자기장을 제거하면 자기화된 상태를 유지하지 못한다. **정답①**

[오답피하기] A. 상자성체는 외부 자기장의 방향으로 약하게 자기화되는 물질이다.
C. 반자성체는 외부 자기장의 방향과 반대 방향으로 자기화되므로 반자성체와 자석 사이에는 서로 밀어내는 자기력이 작용한다.

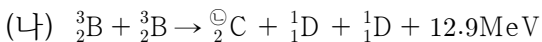
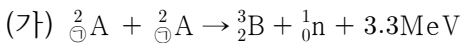
2. 전자기파의 종류와 이용

[정답맞히기] ㄴ. 전자기파는 진공에서 종류에 관계 없이 속력이 같고, 파장은 라디오파(㉠)가 가시광선(㉡)보다 길기 때문에 진동수는 ㉠이 ㉡보다 작다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 인체 내부의 뼈 사진을 찍는 데 이용되는 전자기파는 X선이다.
ㄷ. 전자기파는 진공에서 종류에 관계 없이 속력이 같으므로 진공에서의 속력은 ㉠과 ㉡이 같다.

3. 핵반응

(가), (나)의 핵반응에 질량수와 양성자수를 표기하면 다음과 같다.



전하량 보존에 의해 $2\textcircled{1} = 2$ 에서 $\textcircled{1} = 1$ 이고, 질량수 보존에 의해 $6 = \textcircled{2} + 2$ 에서 $\textcircled{2} = 4$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 핵반응에서 발생하는 에너지는 결손된 질량에 비례한다. 따라서 질량 결손은 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

ㄴ. 중성자수는 ‘질량수-양성자수’이므로 B의 중성자수는 1이고, C의 중성자수는 2이다. 따라서 중성자수는 B가 C보다 작다.

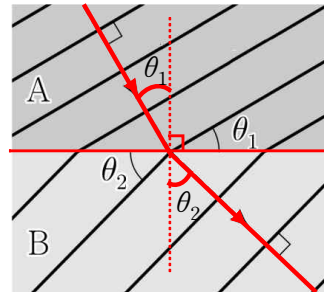
ㄷ. $\textcircled{1} = 1$ 이고 $\textcircled{2} = 4$ 이므로 $\textcircled{2}$ 은 $\textcircled{1}$ 의 4배이다. **정답⑤**

4. 물결파의 굴절

파동이 진행할 때 파면과 경계면 사이의 각은 입사각 또는 굴절각이다.

[정답맞히기] ㄱ. 물결파가 A에서 B로 굴절할 때, 입사각은 θ_1 이고 굴절각은 θ_2 이다.

ㄷ. 물결파의 진행 속력 $v = \lambda f$ (λ : 물결파의 파장, f : 물결파의 진동수)이다. 인접한 파면 사이의 간격(파장)은 B에서가 A에서



보다 길고, 물결파의 진동수는 A에서와 B에서가 같으므로 물결파의 진행 속력은 B에서보다 A에서보다 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 파동이 굴절할 때 파동의 진동수는 변하지 않으므로 B에서 물결파의 진동수는 f_0 이다.

5. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] ㄱ. 전자가 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 전이할 때 방출되는 빛의 파장은 방출되는 빛의 에너지에 반비례한다. 따라서 방출되는 빛의 파장은 a에서보다 d에서보다 짧다.

ㄴ. b에서 방출되는 빛의 진동수를 f 라고 할 때, $|E_4 - E_2| = hf$ 이므로 $f = \frac{|E_4 - E_2|}{h}$ 이다.

ㄷ. ㉠은 a, b, c 중에서 방출되는 빛의 에너지가 가장 작은 전이에 의해 나타난 스펙트럼선이므로 c에 의해 나타난 스펙트럼선이다. **정답⑤**

6. 직선상에서 운동하는 물체의 운동

[정답맞히기] ㄱ. 물체의 위치-시간 그래프에서 그래프의 기울기는 물체의 속력이다. A의 위치-시간 그래프에서 그래프의 기울기는 일정하므로 A는 등속 운동을 한다. 따라서 A의 속력은 2초일 때와 4초일 때가 서로 같다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 0초부터 2초까지 B의 운동 방향을 (-) 방향이라고 하면, 2초부터 B의 운동 방향은 (+) 방향이다. 따라서 B의 운동 방향은 4초일 때 바뀌지 않는다.

ㄷ. 0초부터 6초까지 A의 이동 거리는 3m이고, B의 이동 거리는 6m(0초부터 2초까지 2m, 2초부터 4초까지 2m, 4초부터 6초까지 2m)이다.

7. 물질파와 전자 현미경

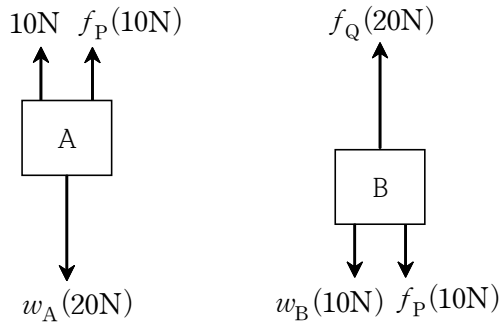
[정답맞히기] ㄱ. 입자의 질량이 같을 때 입자의 운동량의 크기는 운동 에너지의 제곱근에 비례한다. 전자의 질량은 같으므로 운동량의 크기는 P가 Q보다 작다.

ㄷ. 전자의 물질파 파장이 짧을수록 시료의 더 작은 구조를 구분하여 관찰할 수 있으므로 Q를 이용할 때가 P를 이용할 때보다 시료의 더 작은 구조를 구분하여 관찰할 수 있다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. P의 운동량의 크기가 p_0 일 때, Q의 운동량의 크기는 $\sqrt{3}p_0$ 이다. P의 물질파 파장 $\lambda_0 = \frac{h}{p_0}$ 이고, Q의 물질파 파장 ㉠ = $\frac{h}{\sqrt{3}p_0}$ 이므로 ㉠ = $\frac{\lambda_0}{\sqrt{3}}$ 이다.

8. 작용 반작용 법칙과 힘의 평형

A, B에 작용하는 힘은 다음과 같다.



w_A : A의 무게, w_B : B의 무게
 f_P : P가 A에 작용하는 힘(P가 B에 작용하는 힘)
 f_Q : Q가 B에 작용하는 힘

[정답맞히기] ㄴ. A는 정지해 있으므로 A에 작용하는 알짜힘은 0이다. A의 무게가 20N이므로 P가 A에 작용하는 힘은 방향이 연직 위 방향이고, 크기가 10N이다. A가 P에 작용하는 힘(P가 B에 작용하는 힘)은 방향이 연직 아래 방향이고, 크기가 10N이다. 따라서 P가 B에 작용하는 힘의 방향과 B에 작용하는 중력의 방향은 연직 아래 방향으로 같다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. P가 A에 작용하는 힘과 A가 P에 작용하는 힘이 작용 반작용 관계이다. 따라서 P가 A에 작용하는 힘과 P가 B에 작용하는 힘은 작용 반작용 관계가 아니다. ㄷ. B는 정지해 있으므로 B에 작용하는 알짜힘은 0이다. B의 무게가 10N이고, P가 B에 작용하는 힘의 크기가 10N이므로 Q가 B에 작용하는 힘의 크기는 20N이다.

9. 충격량과 운동량 변화량

[정답맞히기] p와 q 사이를 지나는데 걸린 시간은 B가 A의 2배이므로 벽과 충돌 직후 B의 속력은 $\frac{1}{2}v$ 이다. 운동량 변화량의 크기는 충격량의 크기와 같으므로 A의 운동량 변화량의 크기는 $4mv = F_A \cdot t$ 이고, B의 운동량 변화량의 크기는 $3mv = F_B \cdot (3t)$ 이다. 따라서 $\frac{F_B}{F_A} = \frac{1}{4}$ 이다.

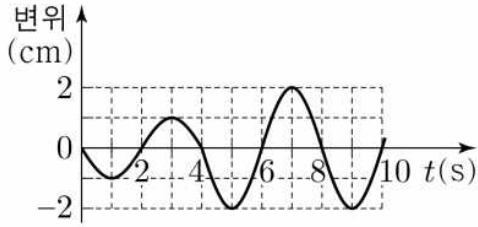
정답④

10. 파동의 간섭

[정답맞히기] A와 B의 파장은 4cm이고, A와 B의 진동수는 0.25Hz이므로 A, B의 진행 속력은 1cm/s이다. 표는 $x=11\text{cm}$ 에서 A, B의 변위와 A, B의 합성파의 변위를 나타낸 것이다.

시간	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A의 변위(cm)	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	-1	0
B의 변위(cm)	0	-1	0	1	0	-1	0	1	0	-1	0
A와 B의 합성파의 변위(cm)	0	-1	0	1	0	-2	0	2	0	-2	0

이를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



정답②

11. 열역학 과정

다음은 열역학 과정을 정리한 표이다.

열역학 과정	Q (열량)	ΔU (내부 에너지 변화량)	W (일)
$A \rightarrow B$ (등압 과정)	$+5E_0$	U_0	W_0
$B \rightarrow C$ (등온 과정)	$+4E_0$	0	$+4E_0$
$C \rightarrow D$ (등압 과정)	$-5E_0$	$-U_0$	$-W_0$
$D \rightarrow A$ (등온 과정)	$-2E_0$	0	$-2E_0$

[정답맞히기] ㄱ. 내부 에너지 변화량은 기체의 절대 온도 변화량에 비례하므로 $A \rightarrow B$ 과정과 $C \rightarrow D$ 과정에서 증가하거나 감소한 내부 에너지 변화량은 같다. $A \rightarrow B$ 과정과 $C \rightarrow D$ 과정에서 흡수 또는 방출하는 열량은 같으므로 $A \rightarrow B$ 과정과 $C \rightarrow D$ 과정에서 기체가 외부에 한 일 또는 외부로부터 받은 일은 같다.

ㄷ. 기체가 한 번의 순환 과정에서 흡수한 열량은 $9E_0$ 이고, 기체가 한 일은 $2E_0$ 이므로 열기관의 열효율은 $\frac{2}{9}$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. $B \rightarrow C$ 과정에서 기체가 한 일은 기체가 흡수한 열량과 같으므로 기체는 열을 흡수한다.

12. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] ㄱ. A의 관성계에서, 광원과 p 사이의 거리는 고유 길이이다. B의 관성계에서, 광원과 p 사이의 거리는 길이 수축이 일어난다. 따라서 광원과 p 사이의 거리는 A의 관성계에서가 B의 관성계에서보다 크다.

ㄷ. A의 관성계에서 광원과 p 사이의 거리, 광원과 q 사이의 거리가 L_0 으로 같다면, A의 관성계에서 광원으로부터 방출된 빛이 p에 도달하는 데 걸린 시간은 $\frac{L_0}{c}$ 이고, B의

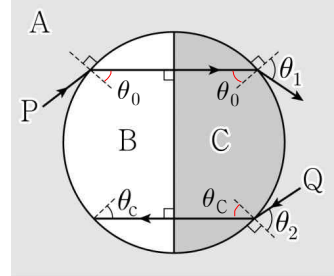
관성계에서 광원으로부터 방출된 빛이 q에 도달하는 데 걸린 시간은 $\frac{L_0}{c}$ 보다 크다.(B의 관성계에서, 광원에서 방출된 빛이 q에 도달하는 동안 빛이 진행한 거리가 L_0 보다 크다.) 따라서 A의 관성계에서 광원으로부터 방출된 빛이 p에 도달하는 데 걸린 시간과 B의 관성계에서 광원으로부터 방출된 빛이 q에 도달하는 데 걸린 시간이 서로 같으므로 A의 관성계에서, 광원과 p 사이의 거리는 광원과 q 사이의 거리보다 크다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. 모든 관성계에서 진공을 진행하는 빛의 속력은 광원이나 관찰자의 속력에 관계없이 광속 c 로 일정하다.

13. 빛의 굴절과 전반사

[정답맞히기] ㄱ. P가 A에서 B로 입사하여 A와 B의 경계면에서 굴절할 때 입사각이 굴절각보다 크므로 굴절률은 A가 B보다 작다.

ㄴ. P가 A에서 B로 입사하여 A와 B의 경계면에서 굴절할 때 굴절각을 θ_0 이라면 P가 C에서 A로 입사할 때의 입사각도 θ_0 이다. Q가 B에서 A로 입사하여 B와 A의 경계면에서 굴절할 때 입사각이 임계각(θ_c)이므로 굴절각은 90° 이다. 빛은 왔던 길로 되돌아 가는 성질에 의해 P가 B에서 A로 입사하여 B와 A의 경계면에서 굴절할 때 굴절각은 90° 보다 작으므로 입사각(θ_0)은 θ_c 보다 작다. 따라서 $\theta_0 < \theta_c$ 이므로 $\theta_1 < \theta_2$ 이다.



ㄷ. 빛은 왔던 길로 되돌아가는 성질에 의해 Q가 C에서 A로 입사각 θ_c 로 입사하여 C와 A의 경계면에서 굴절할 때 굴절각이 90° 보다 작으므로 C와 A 사이의 임계각은 θ_c 보다 크다. 정답⑤

14. 운동량 보존 법칙

[정답맞히기] $t=0$ 일 때 A의 속력을 $2v$ 라 하면, B, C의 속력은 각각 v , v 이다. 따라서 A에 대한 B의 속력은 $v = \frac{d}{t_0}$ 이다.

(A와 B의 충돌) $t=2t_0$ 일 때, A와 B가 충돌한 후 A와 C의 거리가 일정하므로 A와 B가 충돌한 후 A의 속력 $v_A = v$ 이다. A와 B가 충돌한 후 B의 속력을 v_B' 라 하고, 운동량 보존 법칙을 적용하면 $4mv + 3mv = 2mv + 3mv_B'$ 이므로 $v_B' = \frac{5}{3}v$ 이다.

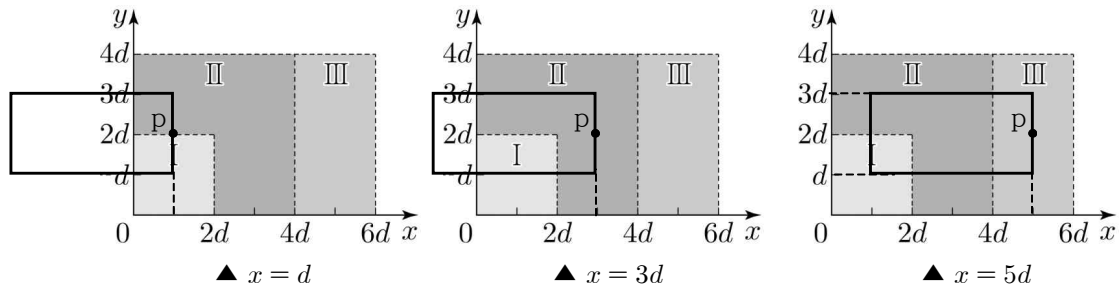
(B와 C의 충돌) $t=5t_0$ 일 때, B와 C가 충돌한 후 A에 대한 C의 속력이 $\frac{1}{2}v$ 이므로 C의 속력은 $\frac{3}{2}v$ 이다. 운동량 보존 법칙을 적용하면 $5mv + 4mv = 3mv_B + 6mv$ 이므로

$v_B = v$ 이다. 따라서 $\frac{v_B}{v_A} = 1$ 이다.

정답①

15. 전자기 유도

금속 고리의 속력을 v 라 하고 p의 위치가 $x=d$, $x=3d$, $x=5d$ 일 때의 모습은 그림과 같다.



자기장 영역	$x = 0 \sim x = 2d$ 에서 면적 변화	$x = 2d \sim x = 4d$ 에서 면적 변화	$x = 4d \sim x = 6d$ 에서 면적 변화
I	$d \times vt$ (증가)	0	$d \times vt$ (감소)
II	$d \times vt$ (증가)	$2d \times vt$ (증가)	0
III	0	0	$2d \times vt$ (증가)

[정답맞히기] ㄱ. 자기장의 세기는 I에서가 II에서보다 작으므로 (가)에서 ㉠은 II에서의 전자기 유도에 의해 p에 흐르는 유도 전류의 방향과 같다. (나)에서 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $-y$ 방향이므로 II에서 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다. (다)에서 p에 흐르는 유도 전류가 0이므로 I과 III에 의해 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 서로 반대 방향이고 유도 전류의 세기는 같다. I에서 단위 시간당 면적은 감소하고 III에서 단위 시간당 면적은 증가하므로 I와 III에서 자기장의 방향은 서로 같다. (가)와 (나)에서 단위 시간당 면적 변화량은 같으나 p에 흐르는 유도 전류의 세기가 (가)에서가 (나)에서보다 작으므로 I과 II에서 자기장의 방향은 서로 반대 방향이고, I에서 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다. 따라서 ㉠은 $-y$ 이다.

ㄴ. (다)에서 p에 흐르는 유도 전류가 0이므로 I과 III에 의해 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 서로 반대 방향이고 유도 전류의 세기는 같다. 단위 시간당 면적의 변화량은 I에서가 III에서의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 자기장의 세기는 I에서가 III에서의 2배이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 자기장의 방향은 I에서와 II에서 서로 반대 방향이다.

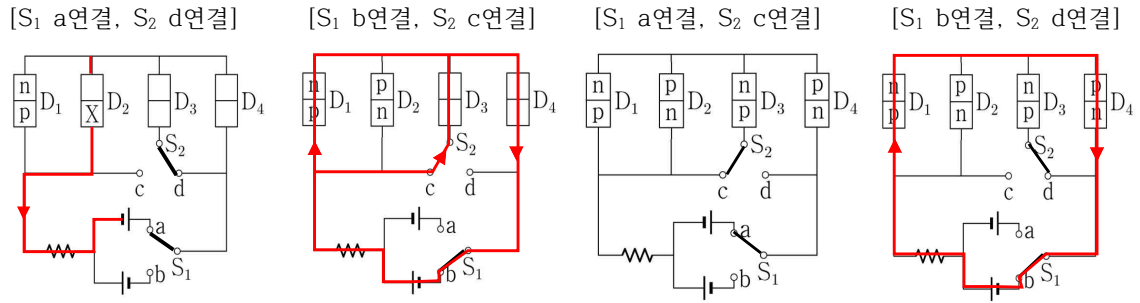
16. p-n 접합 발광 다이오드

[정답맞히기] ㄱ. S_1 을 a에, S_2 을 d에 연결할 때 D_1 은 역방향 전압이 걸리므로 D_2 는 순방향 전압이 걸려 빛이 방출된다. 따라서 X는 n형 반도체이다.

ㄴ. S_1 을 b에, S_2 을 d에 연결할 때 D_4 는 순방향 전압이 걸리므로 D_4 의 p형 반도체에서 양공은 p-n 접합면으로 이동한다. 정답③

[오답피하기]

ㄴ. S_1 을 b에, S_2 을 c에 연결할 때 빛이 방출되는 LED의 개수가 3개이므로 D_1 , D_3 , D_4 는 순방향 전압이 걸려 빛이 방출된다. 따라서 S_1 을 a에, S_2 을 c에 연결하면 빛이 방출되는 LED 개수 ㉠은 0이다.

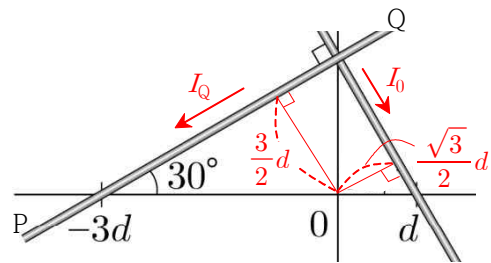


D3, D4 중 순방향 전압이 걸린 다이오드는 알 수 없음.

17. 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] ㄱ. $x = -3d$ 에 가까워질수록 자기장의 방향이 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향으로 증가하고, 이는 Q의 전류에 의한 자기장의 방향과 같으므로 Q에 흐르는 전류의 방향은 $\odot$ 이다.

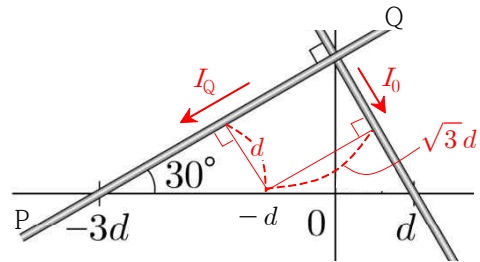
ㄴ. 전류에 의한 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례하고 거리에 반비례한다. 원점에서 P와 Q의 전류에 의한 자기장의 세기가 0이므로 원점에서 P의 전류에 의한 자기장의 세기와 Q의 전류에 의한 자기장의 세기는 같다. 따라서 $\frac{I_0}{\frac{\sqrt{3}}{2}d} = \frac{I_Q}{\frac{3}{2}d}$ 에서 $I_Q = \sqrt{3}I_0$ 이다.



ㄷ. $x = -d$ 에서 P와 Q의 전류에 의한 자기장의 세기는 B_0 이므로

$B_0 = -k \frac{I_0}{\sqrt{3}d} + k \frac{\sqrt{3}I_0}{d} = k \frac{2\sqrt{3}I_0}{3d}$ (k 는 비례상수)이다. P에 흐르는 전류의 방향만 반대로 할 때, 자기장의 세기

$$B = k \frac{I_0}{\sqrt{3}d} + k \frac{\sqrt{3}I_0}{d} = k \frac{4\sqrt{3}I_0}{3d} = 2B_0 \text{이다.}$$



정답 ㉟

18. 등가속도 운동

[정답맞히기] A가 p에서 q까지 운동하는 동안 A의 평균 속력이 $3v$ 이므로, A가 p에서 q까지 운동하는 데 걸린 시간은 $\frac{2L}{3v}$ 이다. B가 q에서 r까지 L 만큼 운동하는 동안 걸

린 시간도 $\frac{2L}{3v}$ 이므로 r에서 B의 속력을 v_B' 라 하면, $L = \frac{v + v_B'}{2} \times \frac{2L}{3v}$ 이고 $v_B' = 2v$ 이다. A, B의 질량이 같고, 마찰 구간에서 A, B에 작용하는 알짜힘의 크기가 같으므로 A, B의 가속도의 크기가 같다. 따라서 A와 B가 만나는 지점(점 s)에서 A의 속력을

$v_A = 5v + \Delta v$ 라 하면, B의 속력은 $v_B = 2v + \Delta v$ 이다. A가 q에서 s까지 운동하는 데 걸린 시간(B가 r에서 s까지 운동하는 데 걸린 시간)을 t 라 하면,

$$L = \left(\frac{10v + \Delta v}{2}\right) \times t - \left(\frac{4v + \Delta v}{2}\right) \times t = 3vt \text{ 이고 } t = \frac{L}{3v} \text{ 이다. B가 q에서 r까지 운동하는}$$

동안 속력이 v 만큼 증가하였으므로 $\Delta v = \frac{1}{2}v$ 이다. 따라서 $v_A = \frac{11}{2}v$, $v_B = \frac{5}{2}v$ 이므로

$$\frac{v_B}{v_A} = \frac{5}{11} \text{ 이다.} \quad \text{정답①}$$

19. 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] A의 이동 거리가 $0 \sim 4d$ 에서 A의 중력 퍼텐셜 에너지 증가량은 $5E_0$ 이고, C의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량은 $14E_0$ 이므로 A+B+C의 운동 에너지 증가량은 $9E_0$ 이다. A의 운동 에너지 증가량이 $3E_0$ 이므로 B+C의 운동 에너지 증가량은 $6E_0$ 이다. A, B, C의 속력이 같으므로 운동 에너지는 질량에 비례한다. 따라서 $2m_A = m_B + m_C$ (식①)이다. A의 이동 거리가 $0 \sim 4d$ 에서 A가 빗면 위로 $4d$ 만큼 이동할 때 중력 퍼텐셜 에너지가 증가량이 $5E_0$ 이므로 A가 빗면 위로 d 만큼 이동할 때 중력 퍼텐셜 에너지 증가량은 $\frac{5}{4}E_0$ 이다. 따라서 A가 빗면 위로 $4d \sim 5d$ 까지 d 만큼 이동할 때 중력 퍼텐셜 에너지 증가량은 $\frac{5}{4}E_0$ 이고, 운동 에너지 감소량은 E_0 이므로 역학적 에너지 보존에 의해 B의 운동 에너지 감소량은 $\frac{1}{4}E_0$ 이다. A와 B의 속력은 같으므로 운동 에너지는 질량에 비례하여 $m_A = 4m_B$ (식②)이다. ①과 ②를 연립하면 $\frac{m_C}{m_A} = \frac{7}{4}$ 이다. 정답②

20. 전기력

[정답맞히기] ㄱ. A는 양(+)전하, C는 음(-)전하이다.

A	B	C	비고
(+)	(+)	(+)	(나)에서 A에 작용하는 전기력의 방향이 $-x$ 방향이 된다. A, B, C에 작용하는 전기력의 합력은 0이므로 B에 작용하는 전기력의 크기 = A에 작용하는 전기력의 크기 + C에 작용하는 전기력의 크기이다. 따라서 A에 작용하는 전기력의 크기는 B에 작용하는 전기력의 크기보다 작으므로 문제의 조건을 만족하지 않는다.
(+)	(+)	(-)	문제 조건을 만족함.
(-)	(+)	(+)	(가)에서 B에 작용하는 전기력은 $-x$ 방향이 되므로 문제의 조건을 만족하지 않는다.
(-)	(+)	(-)	(나)에서 C에 작용하는 전기력은 $+x$ 방향이 되므로 문제의 조건을 만족하지 않는다.

ㄴ. (가)에서 A가 B에 작용하는 힘의 크기를 F_{AB} , C가 B에 작용하는 힘의 크기를 F_{BC} 라 할 때, $F_{AB} + F_{BC} = F_0$ 이므로 $F_{BC} < F_0$ 이다. (나)에서 A가 C에 작용하는 힘의 크기를 F_{AC} , B가 C에 작용하는 힘의 크기를 F_{BC}' 라 할 때, $F_{AC} - F_{BC}' = 6F_0$ 이므로 $F_{AC} > 6F_0$ 이다. (가)에서 B와 C 사이의 거리와 (나)에서 A와 C 사이의 거리가 d 로 같고 $F_{AC} > F_{BC}$ 이므로 전하량의 크기는 A가 B보다 크다.

ㄷ. (나)에서 A에 작용하는 전기력의 크기는 B에 작용하는 전기력의 크기보다 크므로 B에 작용하는 전기력의 방향은 $-x$ 방향이다. A, B, C에 작용하는 전기력의 합력은 0이므로 A에 작용하는 전기력의 크기 = $6F_0$ + B에 작용하는 전기력의 크기이다. 따라서 (나)에서 A에 작용하는 전기력의 크기는 $5F_0$ 보다 크다. 정답⑤