

01.㉓	02.㉒	03.㉔	04.㉑	05.㉕	06.㉓	07.㉑	08.㉓	09.㉑	10.㉕
11.㉓	12.㉒	13.㉔	14.㉔	15.㉓	16.㉕	17.㉒	18.㉕	19.㉔	20.㉒

1. 전자기파의 종류와 이용

[정답맞히기] ㄱ. 전자레인지는 음식물을 데우는 데 마이크로파(㉑)를 이용한다.

ㄴ. 전자기파는 진공에서 종류에 관계 없이 속력이 같고, 파장은 마이크로파(㉑)가 빨간색 빛(㉔)보다 길기 때문에 진동수는 ㉑이 ㉔보다 작다. **정답㉓**

[오답피하기] ㄴ. 전자기파는 진공에서 종류에 관계 없이 속력이 같으므로 진공에서의 속력은 ㉑과 ㉑이 같다.

2. 운동의 분류

운동하는 우주선의 위치를 일정한 시간 간격으로 나타낸 자료에서 점과 점 사이의 간격이 일정한 구간에서는 속력이 일정한 운동, 점과 점 사이의 간격이 변하는 구간에서는 속력이 변하는 운동을 한다.

[정답맞히기] B. II에서 우주선은 곡선 경로를 따라 운동하므로 운동 방향이 변하는 순간이 존재한다. **정답㉒**

[오답피하기] A. I에서 점과 점 사이의 간격이 변하고 있으므로 우주선은 속력이 변하는 가속도 운동을 한다.

C. III에서 우주선은 곡선 경로를 따라 운동하므로 운동 방향이 변하는 가속도 운동을 한다. 가속도 운동을 하는 우주선에 작용하는 알짜힘은 0이 아니다.

3. 핵반응

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 질량수가 2인 중수소 원자핵(${}^2_1\text{H}$) 2개가 핵반응하여 질량수가 3인 헬륨 원자핵(${}^3_2\text{He}$) 1개가 생성되므로 (가)에서 질량수가 작은 원자핵이 결합하여 질량수가 큰 원자핵이 생성된다.

ㄴ. (나)에서 ㉑의 질량수를 x , 양성자수를 y 라고 하면, 핵반응 전과 후에 질량수와 전하량이 보존되어야 하므로 $3+3=x+1+1$ 에서 $x=4$ 이고, $1+2=y+1$ 에서 $y=2$ 이다. ㉑의 중성자수는 질량수에서 양성자수를 뺀 것이므로 $x-y=2$ 이다. **정답㉔**

[오답피하기] ㄴ. 핵반응에서 발생한 에너지는 질량 결손에 의한 것이고, 핵반응에서 발생한 에너지는 (나)에서가 (가)에서보다 크므로 질량 결손은 (나)에서가 (가)에서보다 크다.

4. 물결파의 굴절

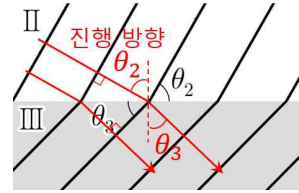
파동이 진행할 때 파면과 경계면 사이의 각은 입사각 또는 굴절각과 같다.

[정답맞히기] ㄱ. 인접한 파면 사이의 간격은 물결파의 파장이다. 인접한 파면 사이의 간격은 I에서가 II에서보다 작으므로 물결파의 파장도 I에서가 II에서보다 작다. **정답㉑**

[오답피하기] ㄴ. 굴절할 때 파동의 진동수는 변하지 않으므로 물결파의 진동수는 I

에서와 III에서가 같다.

ㄷ. 물결파가 II에서 III으로 진행할 때, 입사각의 크기는 θ_2 이고 굴절각의 크기는 θ_3 이다. $\theta_2 > \theta_3$ 이므로 입사각은 굴절각보다 크다.



5. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] ㄱ. 전자가 전이할 때 흡수하거나 방출하는 에너지는 흡수하거나 방출하는 빛(광자 1개)의 파장에 반비례한다. a에서 전자가 흡수하는 에너지는 b에서 전자가 방출하는 에너지보다 크므로 $\lambda_a < \lambda_b$ 이다.

ㄴ. 전자가 파장이 λ_a 인 빛을 흡수하여 전이한 궤도는 $n=3$ 이므로 전자와 원자핵 사이의 거리는 전자의 궤도가 $n=1$ 일 때보다 크다. 전자가 원자핵으로부터 받는 전기력의 크기는 전자와 원자핵 사이의 거리의 제곱에 반비례하므로 전자가 원자핵으로부터 받는 전기력의 크기는 전자의 궤도가 $n=1$ 일 때가 $n=3$ 일 때보다 크다.

ㄷ. b에서 방출되는 광자 1개의 에너지는 두 에너지 준위의 차이에 해당하므로 $|-1.51 - (-3.4)| = 1.89\text{eV}$ 이다.

정답⑤

6. 물결파의 간섭

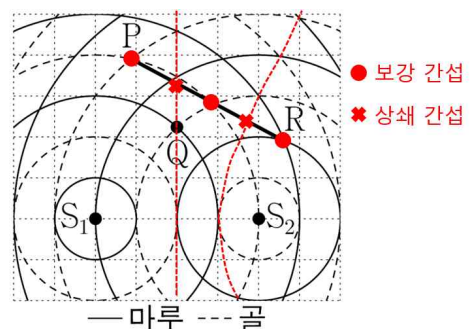
물결파의 마루와 마루 또는 골과 골이 만나는 지점인 P와 R에서는 보강 간섭이 일어나 주기적으로 수면의 높이가 변하고, 마루와 골이 만나는 지점인 Q에서는 상쇄 간섭이 일어나 시간이 지나도 수면의 높이가 변하지 않는다.

[정답맞히기] ㄱ. $t=0$ 일 때 P에서 골과 골로 만나던 두 물결파는 $\frac{T_0}{4}$ 이 흐른 후 P에서 변위가 0인 위상으로 만난다. Q에서는 상쇄 간섭이 일어나 시간이 지나도 수면의 높이가 변하지 않으므로 $t=\frac{T_0}{4}$ 일 때, 수면의 높이는 P에서와 Q에서가 같다.

ㄷ. P와 R에서는 보강 간섭이 일어나고, P와 R 사이에서도 보강 간섭이 일어나는 지점이 한 곳이 있다. 보강 간섭이 일어나는 지점 사이에서는 상쇄 간섭이 일어나므로 PR에서 상쇄 간섭이 일어나는 지점의 개수는 2개이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. S_1, S_2 에서는 서로 반대의 위상으로 물결파가 발생하고, Q가 S_1 과 S_2 로부터 떨어진 거리는 같으므로 Q에서 두 물결파의 위상은 서로 반대이다.



7. 자성체

(가)에서 B와 C가 자기화된 방향은 서로 같으므로 B와 C는 각각 강자성체 또는 상자성체이고, A는 반자성체이다. 상자성체와 반자성체는 (가)의 자기장 영역에서 꺼내면

자기화된 상태가 사라진다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 반자성체이므로 외부 자기장과 반대 방향으로 자기화된다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. P의 늘어난 길이는 (나)에서가 (다)에서보다 크므로 A와 C 사이에는 서로 밀어내는 자기력이 작용한다. 따라서 B는 상자성체, C는 강자성체이다. (나)에서 A와 B 사이에는 자기력이 작용하지 않으므로 (나)에서 B를 제거해도 P의 늘어난 길이는 B를 제거하기 전과 같다.

ㄷ. C는 강자성체이므로 (가)에서 검게 칠한 부분은 N극이 되도록 자기화된다. (다)에서 A는 C에 의한 자기장과 반대 방향으로 자기화되므로 A의 검게 칠한 면은 N극이다.

8. 열역학 제1법칙

[정답맞히기] ㄱ. A→B 과정에서 기체의 부피는 일정하다. B→C 과정에서 보일-샤를의 법칙에 따라 기체의 온도가 일정하면서 기체의 압력이 감소하므로, 기체의 부피는 증가한다. 따라서 기체의 부피는 A에서가 C에서보다 작다.

ㄷ. A→B 과정과 B→C 과정에서 기체가 열을 흡수하고, C→D 과정과 D→A 과정에서 기체가 열을 방출한다. A→B 과정에서 기체가 흡수한 열량은 기체의 내부 에너지 증가량인 60J과 같다. 열기관의 열효율은 0.25이고, 열기관이 고열원으로부터 흡수한 열량(Q_H)은 $60 + 100 = 160(J)$ 이므로, 열기관이 한 일(W_T)은 40J이다. 기체가 한 번 순환하는 동안 기체의 내부 에너지는 변하지 않으므로($\Delta U_T = 0$), 기체가 한번 순환하는 동안 흡수한 열량은 $Q_T = W_T$ 이다. 따라서 D→A 과정에서 기체가 방출한 열량은 60J이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. C→D 과정에서 기체가 한 일은 0이므로 기체의 내부 에너지 감소량은 기체가 방출한 열량인 60J과 같다. B→C 과정과 D→A 과정은 등온 과정이므로, A→B 과정에서 기체의 내부 에너지 증가량은 C→D 과정에서 기체의 내부 에너지 감소량과 같다. 따라서 A→B 과정에서 기체의 내부 에너지 증가량은 60J이다. 각 과정에서 기체가 흡수한 열량(Q), 기체의 내부 에너지 변화량(ΔU), 기체가 한 일(W)을 나타내면 다음과 같다.

열역학 과정		$Q(J)$	$\Delta U(J)$	$W(J)$
A→B	등적 과정	+60	+60	0
B→C	등온 과정	+100	0	+100
C→D	등적 과정	-60	-60	0
D→A	등온 과정	-60	0	-60
총합		$Q_T = 40$	$\Delta U_T = 0$	$W_T = 40$

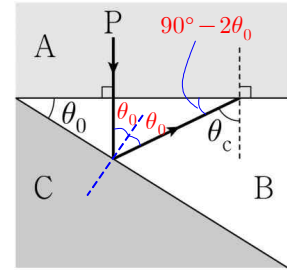
9. 빛의 굴절과 전반사

[정답맞히기] ㄱ. P가 B에서 A로 입사할 때 θ_c 가 임계각이므로 굴절률은 B가 A보다 크다. 따라서 P의 속력은 A에서가 B에서보다 크다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. P가 B에서 C로 입사할 때 입사각은 θ_0 이고 B와 C의 경계면에서 전

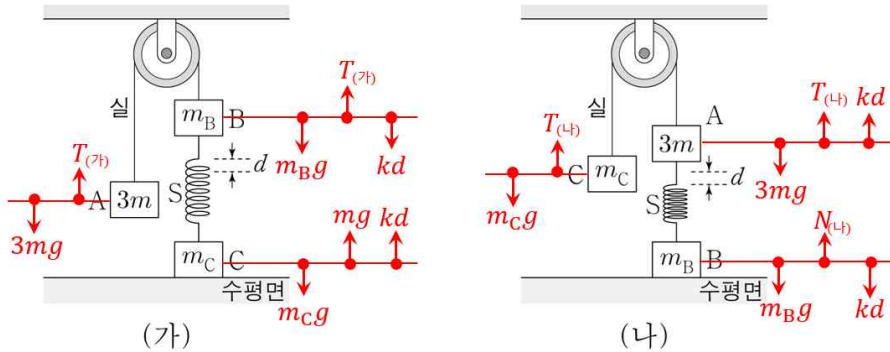
반사하므로 B와 C 사이의 임계각은 θ_0 보다 작다.

ㄷ. 그림에서 $(90^\circ - 2\theta_0) + \theta_C = 90^\circ$ 이므로 $\theta_C = 2\theta_0$ 이다. P가 B에서 A로 입사할 때 입사각 $\theta_C (= 2\theta_0)$ 가 임계각이고, P가 B에서 C로 입사할 때 임계각은 θ_0 보다 작으므로 굴절률은 A가 C보다 크다.



10. 작용 반작용 법칙과 힘의 평형

S의 용수철 상수를 k 라고 하자. (가)와 (나)에서 S의 길이 변화량은 d 로 같으므로 (가)에서 S가 B를 당기는 힘의 크기와 (나)에서 S가 A를 미는 힘의 크기는 kd 로 같다.



[정답맞히기] ㄱ. 두 물체 사이의 상호 작용으로 나타내는 두 힘은 작용 반작용 관계에 있으므로 (가)에서 A가 실에 작용하는 힘과 실이 A에 작용하는 힘은 작용 반작용 관계이다.

ㄴ. (가)에서 S가 B를 당기는 힘의 크기와 (나)에서 S가 A를 미는 힘의 크기는 같으므로 A와 B의 무게 차이와 A와 C의 무게 차이는 같다. $3mg - m_B g = 3mg - m_C g$ 이므로 $m_B = m_C$ 이다.

ㄷ. (가)에서 A, B, C에 작용하는 알짜힘은 0이므로 다음의 식을 각각 만족한다.

$$A: T_{(가)} - 3mg = 0 \quad \cdots \textcircled{1}$$

$$B: T_{(가)} - m_B g - kd = 0 \quad \cdots \textcircled{2}$$

$$C: mg + kd - m_C g = 0 \quad \cdots \textcircled{3}$$

식 ①, ②, ③에 의해 $kd = mg$ 이다. 따라서 (나)에서 S가 B에 작용하는 힘의 크기는 mg 이다. 정답⑤

11. 충격량

[정답맞히기] ㄱ. $0 \sim t_0$ 동안 A의 속도 변화량은 v_0 이고, B의 속도 변화량은 $\frac{3}{4}v_0$ 이다.

A의 운동량 변화량의 크기는 mv_0 이고, B의 운동량 변화량의 크기는 $\frac{3}{4}mv_0$ 이며, 운동량 변화량의 크기는 충격량의 크기와 같으므로 $0 \sim t_0$ 동안 안전모가 받은 충격량의 크기는 A가 B보다 크다.

ㄴ. t_0 일 때 B의 속력은 $\frac{1}{4}v_0$ 이고 $2t_0$ 일 때 B의 속력은 0이므로 $t_0 \sim 2t_0$ 동안 B의 운동량 변화량의 크기는 $\frac{1}{4}mv_0$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 충돌하는 동안 안전모가 받은 평균 힘의 크기는 A가 $\frac{mv_0}{t_0}$ 이고, B가 $\frac{mv_0}{2t_0}$ 이다. 따라서 충돌하는 동안 안전모가 받은 평균 힘의 크기는 A가 B의 2배이다.

12. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] ㄴ. A의 관성계에서, P와 Q 사이의 거리는 고유 길이이다. B의 관성계에서, P와 Q는 $0.8c$ 의 속력으로 운동하므로 운동 방향으로 길이 수축이 일어난다. 따라서 P와 Q 사이의 거리는 A의 관성계에서보다 B의 관성계에서보다 크다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. A의 관성계에서, 우주선의 길이는 L 이므로 우주선의 앞이 P를 지나는 순간부터 우주선의 뒤가 P를 지나는 순간까지 우주선이 이동한 거리는 L 이다. A의 관성계에서, 우주선은 $0.8c$ 의 속력으로 운동하므로 우주선이 L 만큼 이동하는 데 걸린 시간은 $\frac{L}{0.8c}$ 이다.

ㄷ. 한 관성계에서 같은 장소에서 동시에 발생한 두 사건은 다른 관성계에서도 동시에 발생한다. A의 관성계에서, 검출기로부터 같은 거리에 있는 P와 Q에서 검출기를 향해 동시에 발생한 빛은 검출기에 동시에 도달한다. 따라서 B의 관성계에서도 P와 Q에서 방출된 빛은 검출기에 동시에 도달한다.

13. 물질파

질량이 m 인 입자의 운동량의 크기가 p 일 때, 입자의 물질파 파장 $\lambda = \frac{h}{p}$ (단, h 는 플랑크 상수)이고, 입자의 속력이 v 일 때 입자의 운동 에너지 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 이므로 물질파 파장 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. A, B의 질량을 각각 m_A , m_B 라고 하면, B의 운동 에너지가 $4E_0$ 일 때 물질파 파장 $\lambda_0 = \frac{h}{\sqrt{2m_B(4E_0)}} = \frac{h}{2\sqrt{2m_BE_0}}$ 이므로 ㉠ $= \frac{h}{\sqrt{2m_BE_0}} = 2\lambda_0$ 이다.

ㄴ. A의 운동 에너지가 $4E_0$ 일 때 $2\lambda_0 = \frac{h}{\sqrt{2m_A(4E_0)}}$ 이고, B의 운동 에너지가 $4E_0$ 일 때 $\lambda_0 = \frac{h}{\sqrt{2m_B(4E_0)}}$ 이므로 $4m_A = m_B$ 이다. 따라서 질량은 A가 B보다 작다. **정답④**

[오답피하기] ㄷ. 질량은 A가 B보다 작으므로 A와 B의 운동 에너지가 $4E_0$ 으로 같을 때, 속력은 A가 B보다 크다.

14. 운동량 보존 법칙

[정답맞히기] A는 $t = 3t_0$ 일 때 한 덩어리가 된 B, C와 $x = 3d$ 에서 충돌하므로 $v = \frac{3d}{3t_0} = \frac{d}{t_0}$ 이다. C는 t_0 동안 거리 $2d$ 만큼 이동하여 B와 충돌하므로 충돌 전 C의 속력은 $\frac{2d}{t_0} = 2v$ 이다. C의 질량을 m_C , B와 C가 충돌하여 한 덩어리가 된 직후의 속력을 v' 라고 하면, 충돌 이후 운동량은 보존되므로 $m_C(-2v) = (m_B + m_C)(-v') \cdots \textcircled{7}$ 를 만족한다. 한 덩어리가 된 B와 C는 $2t_0$ 동안 거리 d 만큼 이동하여 A와 충돌하므로 $v' = \frac{d}{2t_0} = \frac{1}{2}v \cdots \textcircled{8}$ 이다. 따라서 식 $\textcircled{7}$, $\textcircled{8}$ 에 의해 $m_B = 3m_C$ 이다. 한 덩어리가 된 B, C는 A와 충돌하여 한 덩어리가 되어 $\frac{1}{3}v$ 의 속력으로 운동하고, 한 덩어리가 된 B, C와 A의 충돌에서 충돌 이후 운동량은 보존되므로 $m_A v + (m_B + m_C)\left(-\frac{1}{2}v\right) = (m_A + m_B + m_C)\left(-\frac{1}{3}v\right)$ 에서 $m_A = \frac{1}{2}m_C$ 이다. 따라서 $\frac{m_B}{m_A} = \frac{3m_C}{\frac{1}{2}m_C} = 6$ 이다. 정답④

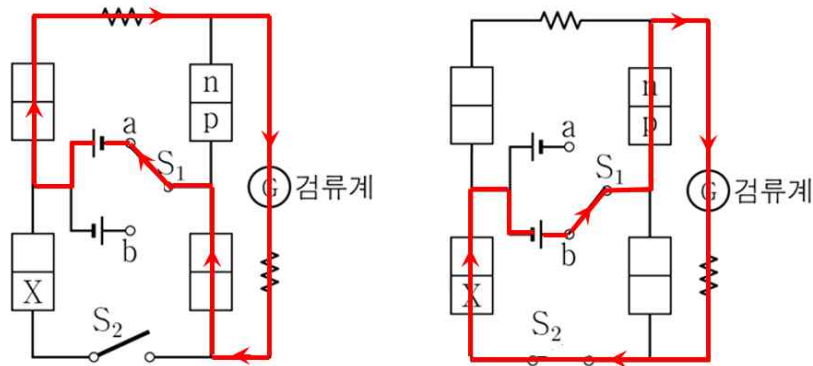
15. 전자기 유도

$S_0 = d^2$ 이라 하고 $t = t_0$ 일 때, p에 흐르는 유도 전류의 세기는 I_0 이고 유도 전류의 세기는 유도 기전력에 비례하므로 I_0 은 $\frac{B_0 S_0}{t_0}$ 에 비례하는 전류의 세기라고 할 수 있다.

[정답맞히기] $t = 3t_0$ 일 때, I에서 자기장의 변화에 의한 유도 기전력은 $\frac{3B_0 S_0}{2t_0}$ 이므로 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 세기는 $\frac{3}{2}I_0$ 이고 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $+y$ 방향이다. II에서 자기장의 변화에 의해 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 세기는 I_0 이고 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $-y$ 방향이다. 따라서 I, II에서 자기장의 변화에 의해 p에 흐르는 유도 전류의 세기는 $\frac{1}{2}I_0$ 이고, 유도 전류의 방향은 $+y$ 방향이다. 정답③

16. p-n 접합 발광 다이오드(LED)

[정답맞히기] ㄱ. S_1 을 ㉠에 연결할 때, S_2 를 닫을 때만 검류계를 통해 전류가 흐르며 2개의 LED에서 빛이 방출되므로 S_2 와 직접 연결된 다이오드와 우측 상단 다이오드에 순방향 전압이 걸린다. 따라서 'a에 연결'은 ㉠에, 'b에 연결'은 ㉡에 각각 해당한다.
ㄴ. S_1 을 b에 연결할 때 X가 포함된 다이오드에는 순방향 전압이 걸린다. 따라서 X는 p형 반도체로, 주로 양공이 전류를 흐르게 하는 반도체이다.
ㄷ. S_1 을 a에 연결할 때 검류계를 통해 전류가 흐르며 아래 그림과 같이 2개의 LED에서 빛이 방출된다. 따라서 '흐름'은 ㉡에 해당한다. 정답⑤



[S_1 을 a에 연결하고, S_2 를 열 때] [S_1 을 b에 연결하고, S_2 를 닫을 때]

17. 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] 높이가 $4h$ 인 평면에서 P와 분리된 직후 B의 속력을 v_0 이라고 하면, 운동량 보존에 의해 A의 속력은 $2v_0$ 이다. 수평면에서 중력 퍼텐셜 에너지를 0이라고 하고, 중력 가속도를 g 라고 할 때, 높이가 $4h$ 인 평면에서 P와 분리된 직후 A의 역학적 에너지는 $4mgh + \frac{1}{2}m(2v)^2$ 이고, A가 구간 I을 지나는 동안 손실된 역학적 에너지는 mgH 이다. r에서 A의 운동 에너지는 $\left[\frac{1}{2}(2m)v^2\right] \times 4$ 이므로 A가 P와 분리된 직후부터 r에 도달할 때까지 A의 역학적 에너지 관계는 $4mgh + 2mv^2 - mgH = mgh + 4mv^2$ 에서 $2mv^2 = 3mgh - mgH$ (식①)이다.

높이가 $4h$ 인 평면에서 P와 분리된 직후 B의 역학적 에너지는 $8mgh + \frac{1}{2}(2m)v^2$ 이고, B가 구간 II를 두 번 지나는 동안 손실된 역학적 에너지는 $4mgH$ 이다. B가 P와 분리된 직후부터 s에 도달할 때까지 B의 역학적 에너지 관계는 $8mgh + mv^2 - 4mgH = 2mgh$ 에서 $mv^2 = 4mgH - 6mgh$ (식②)이다. ①, ②를 연립하면 $H = \frac{5}{3}h$ 이다. **정답②**

18. 뉴턴 운동 법칙

[정답맞히기] ㄱ. $t = \frac{3}{2}t_0$ 일 때 A에 작용하는 알짜힘의 크기는 $2mg$ 이므로 $t = \frac{5}{2}t_0$ 일 때 B에 작용하는 알짜힘의 크기는 $\frac{1}{2}mg$ 이다. $t = \frac{5}{2}t_0$ 일 때 C에 작용하는 알짜힘의 크기를 F 라고 하자. B의 가속도의 크기는 p가 끊어진 직후가 직전의 7배이므로 $7 \times \frac{\left(F + \frac{1}{2}mg - 2mg\right)}{7m} = \frac{\left(F + \frac{1}{2}mg\right)}{5m}$ 에서 $F = 2mg$ 이다. $t = 0$ 부터 $t = t_0$ 까지 B의 가속도의 크기는 $\frac{v_0}{t_0} = \frac{\left(F + \frac{1}{2}mg - 2mg\right)}{7m} = \frac{\frac{1}{2}mg}{7m} = \frac{1}{14}g$ 에서 $v_0 = \frac{1}{14}gt_0$ 이다.

ㄴ. $t = \frac{1}{2}t_0$ 일 때, q가 C를 당기는 힘의 크기를 T 라고 하자. C에 뉴턴 운동 법칙을 적용하면 $2mg - T = 3m \times \frac{1}{14}g$ 이므로 $T = \frac{25}{14}mg$ 이다.

ㄷ. B의 가속도의 크기는 $t = \frac{3}{2}t_0$ 일 때 $7 \times \frac{1}{14}g = \frac{1}{2}g$ 이고, $t = \frac{5}{2}t_0$ 일 때 $\frac{\frac{1}{2}mg}{2m} = \frac{1}{4}g$ 이다. 따라서 B의 가속도의 크기는 $t = \frac{3}{2}t_0$ 일 때가 $t = \frac{5}{2}t_0$ 일 때의 2배이다. 정답⑤

19. 전류에 의한 자기장

A, B, C의 전류에 의한 자기장의 방향은 x 축상의 점 p, q에서 서로 반대이고, 자기장의 세기는 p에서가 q에서보다 크므로, 이를 만족하는 B에 흐르는 전류의 방향은 $-y$ 방향이고, C에 흐르는 전류의 방향은 $+x$ 방향이다. A의 전류에 의한 p에서의 자기장의 세기를 $B_0 = k \frac{I_0}{d}$ (단, k 는 비례상수)이라 하면 p, q, y 축에서 A~D의 전류에 의한 자기장은 표와 같다.

	p에서의 자기장		q에서의 자기장		y 축상에서의 자기장	
	세기	방향	세기	방향	세기	방향
A	B_0	⊙	$\frac{1}{3}B_0$	⊙	$\frac{1}{2}B_0$	⊙
B	$\frac{1}{3}B_0$	×	B_0	×	$\frac{1}{2}B_0$	×
C	$\frac{1}{2}B_0$	⊙	$\frac{1}{2}B_0$	⊙	$y = -d$ 에서	
					B_0	⊙
					$y = d$ 에서	
					$\frac{1}{3}B_0$	⊙
A~C의 전류에 의한 자기장	$B_p > B_q$ (p, q에서 A~C에 의한 자기장의 방향은 서로 반대)				-	-
D	$\frac{7}{6}B_0$	×	-	-	$\frac{7}{6}B_0$	×
A~D의 전류에 의한 자기장	$B_p = 0$		-	-	$y = -d$ 에서	
					$B_1 = \frac{1}{6}B_0$	×
					$y = d$ 에서	
					$B_2 = \frac{5}{6}B_0$	×
⊙ : xy 평면에서 수직으로 나오는 방향 × : xy 평면에 수직으로 들어가는 방향						

[정답맞히기] A, B, C의 전류에 의한 자기장의 방향은 x 축상의 점 p, q에서 서로 반대이고, 자기장의 세기는 p에서가 q에서보다 크다는 조건은 B에 흐르는 전류의 방향이 $+y$ 방향일 때 만족할 수 없고, B에 흐르는 전류의 방향이 $-y$ 방향일 때 만족할 수 있다. 조건을 만족할 때 p에서 A~C의 전류에 의한 자기장은 xy 평면에서 수직으로 나

오는 방향으로 세기가 $\frac{7}{6}B_0$ 이고, p에서 A~D의 전류에 의한 자기장이 0이므로 D의 중심에서 D의 전류에 의한 자기장은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향으로 세기가 $\frac{7}{6}B_0$ 이다. y 축상에서 A와 B의 전류에 의한 자기장은 0이다. $(0, -d)$ 에서 C의 전류에 의한 자기장은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향으로 세기가 B_0 이므로 $(0, -d)$ 에서 C와 D의 전류에 의한 자기장의 세기 $B_1 = \frac{1}{6}B_0$ 이다. $(0, d)$ 에서 C의 전류에 의한 자기장은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향으로 세기가 $\frac{1}{3}B_0$ 이므로 $(0, d)$ 에서 C와 D의 전류에 의한 자기장의 세기 $B_2 = \frac{5}{6}B_0$ 이다. 따라서 $\frac{B_2}{B_1} = 5$ 이다. 정답④

20. 점전하와 전기력

[정답맞히기] ㄴ. C가 $x = x_0$ 에 있을 때, B와 C 각각에 작용하는 전기력은 방향이 $+x$ 방향이고 크기는 F_0 으로 같다. A, B, C 각각에 작용하는 전기력의 합은 0이므로 A에 작용하는 전기력은 $-x$ 방향이고 크기는 $2F_0$ 이다. A와 B 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용하고, A와 C 사이에는 서로 미는 전기력이 작용하므로 C가 A에 작용하는 전기력의 크기는 B가 A에 작용하는 전기력의 크기보다 크다. A로부터 떨어진 거리도 C가 B보다 크므로 전하량의 크기는 C가 B보다 크다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. C를 x 축상에서 옮기며 고정할 때, $x > 0$ 인 구간에서 C에 작용하는 전기력이 0인 위치가 존재하며, 이 위치를 x_p 라고 하자. $0 < x < x_p$ 인 구간에서 C가 B에 가까울수록 C에 작용하는 전기력은 $-x$ 방향으로 커지므로 B와 C 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다. 따라서 A와 C 사이에는 서로 미는 전기력이 작용한다.

ㄷ. B가 A에 작용하는 전기력의 크기와 방향은 C의 위치에 관계 없이 같고, C가 A에 작용하는 전기력의 크기는 C가 $x = d$ 에 있을 때가 $x = x_0$ 에 있을 때보다 작다. C가 $x = d$ 에 있을 때, A에 작용하는 전기력은 $F_A > -2F_0$ 이고, C에 작용하는 전기력은 $F_C = 2F_0$ 이므로 $F_A + F_C > 0$ 이다. C가 $x = d$ 에 있을 때, A, B, C 각각에 작용하는 전기력의 합은 $F_A + F_B + F_C = 0$ 이므로 B에 작용하는 전기력은 $F_B < 0$ 이다. 따라서 B에 작용하는 전기력의 방향은 $-x$ 방향이다.