

2025학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 물리학 I 정답 및 해설

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

1. 전자기파의 이용

[정답맞히기] ㄴ. 자외선은 마이크로파보다 파장이 짧다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 무선 블루투스 헤드폰에 이용되는 전자기파는 마이크로파이다.

ㄷ. 진공에서 전자기파의 속력은 파장에 관계없이 일정하다. 따라서 손전등에서 사용되는 가시광선과 X선의 진공에서의 속력은 같다.

2. 핵분열과 질량 에너지 동등성

[정답맞히기] ㄴ. 무거운 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 원자핵이 보다 가벼운 ${}_{56}^{141}\text{Ba}$ 원자핵과 ${}_{36}^{92}\text{Kr}$ 원자핵으로 쪼개지므로 이 핵반응은 핵분열 반응이다.

ㄷ. 핵분열 반응에서 방출되는 에너지는 질량 결손에 의해 발생한다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 핵반응식으로 나타내면 ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n} + \text{약}200\text{MeV}$ 이다. 핵반응에서 반응 전후 질량수가 보존되므로 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 원자핵과 중성자(${}_0^1\text{n}$)의 질량수의 합은 ${}_{56}^{141}\text{Ba}$ 원자핵과 ${}_{36}^{92}\text{Kr}$ 원자핵, 중성자(${}_0^1\text{n}$) 세 개의 질량수의 합과 같다.

3. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] ㄱ. 전자는 두 에너지 준위 차에 해당하는 에너지를 흡수하거나 방출하여 에너지 준위 사이를 이동한다. 따라서 a에서 흡수되는 광자 1개의 에너지는

$(-\frac{1}{4}E_0) - (-E_0) = \frac{3}{4}E_0$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 전자가 에너지 준위가 높은 상태에서 에너지 준위가 낮은 상태로 전이할 때, 방출되는 빛의 파장은 에너지 준위 차에 반비례한다. 에너지 준위 차는 b에서가 d에서보다 작으므로 방출되는 빛의 파장은 b에서가 d에서보다 길다.

ㄷ. c에서 흡수되는 빛의 진동수를 f_c , 플랑크 상수를 h 라고 할 때, c에서 흡수되는 광자 1개의 에너지는 $hf_c = (-\frac{1}{16}E_0) - (-\frac{1}{4}E_0) = \frac{3}{16}E_0$ 이고, a에서 흡수되는 광자 1개의 에너지는 $hf_a = \frac{3}{4}E_0$ 이므로 $f_c = \frac{1}{4}f_a$ 이다.

4. 빛과 물질의 이중성

[정답맞히기] A. 광전 효과에서 문턱 진동수보다 큰 진동수의 빛을 비추었을 때 광전자가 즉시 방출되는 현상은 빛의 입자성으로 설명할 수 있다.

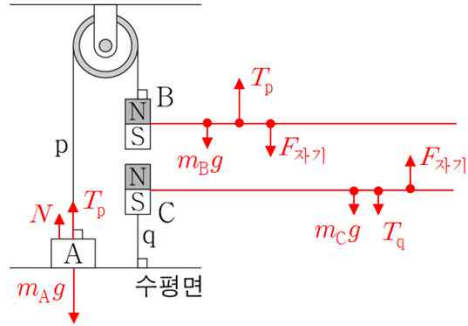
C. 전자 현미경에서 전자의 운동 에너지가 클수록 전자의 운동량의 크기가 커지므로 전자의 물질파 파장이 짧아져서 더 작은 구조를 구분하여 관찰할 수 있다. 정답③

[오답피하기] B. 입자의 물질파 파장은 운동량의 크기에 반비례한다. 운동량이 같은

두 입자의 물질과 파장은 같다.

5. 힘의 평형과 작용 반작용

[정답맞히기] ㄱ. A에 작용하는 중력의 크기를 m_Ag , 수평면이 A를 떠받치는 힘의 크기를 N , p가 A를 당기는 힘의 크기를 T_p 라고 하면, A에서 힘의 평형식은 $m_Ag = N + T_p \cdots \textcircled{1}$ 이고, B에 작용하는 중력의 크기를 m_Bg , B와 C 사이에 작용하는 자기력의 크기를 $F_{자기}$ 라고 하면, B에서 힘의 평형식은 $m_Bg + F_{자기} = T_p \cdots \textcircled{2}$ 이다. $\textcircled{2}$ 에서 $T_p = 30\text{N}$ 이므로 $N = 10\text{N}$ 이다. **정답①**



[오답피하기] ㄴ. B에 작용하는 중력과 작용 반작용 관계에 있는 힘은 B가 지구를 당기는 힘이다.
 ㄷ. C에 작용하는 중력의 크기를 m_Cg , q가 C를 당기는 힘의 크기를 T_q 라고 하면 $m_Cg + T_q = F_{자기}$ 이다. 따라서 $F_{자기} > T_q$ 이다.

6. 충격량과 물체의 운동

[정답맞히기] 물체가 마찰 구간에서 받은 충격량의 크기는 물체의 운동량 변화량의 크기와 같다. 물체의 질량을 m 이라고 하면, $F \times 2t_0 = m \times 2v$ 에서 $F = \frac{mv}{t_0}$ 이다. 물체가 벽과 충돌하는 동안 물체가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 물체의 운동량 변화량의 크기와 같다. 물체가 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기를 F_0 이라고 하면, $F_0 \times t_0 = m \times 8v$ 에서 $F_0 = \frac{8mv}{t_0}$ 이다. 따라서 $F_0 = 8F$ 이다. **정답④**

7. 자성체

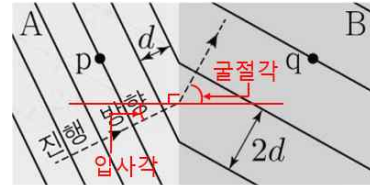
[정답맞히기] ㄱ. 상자성체는 외부 자기장의 방향과 같은 방향으로 자기화되고, 반자성체는 외부 자기장과 반대 방향으로 자기화된다. 따라서 A는 상자성체, B는 반자성체이다. 상자성체는 자석에 끌리는 성질이 있으므로 (가)에서 A와 자석 사이에는 서로 당기는 자기력이 작용한다.
 ㄷ. 반자성체는 외부 자기장이 없을 때 물질을 구성하는 각 원자들의 총 자기장이 0이 된다. 따라서 (다)에서 자석을 제거하면, B는 (나)의 상태가 된다. **정답③**
 [오답피하기] ㄴ. 반자성체는 외부 자기장과 반대 방향으로 자기화되는 성질이 있다. 따라서 (다)에서 S극 대신 N극을 가까이 해도 B와 자석 사이에는 서로 미는 방향으로 자기력이 작용한다.

8. 물결파의 굴절

[정답맞히기] ㄱ. 물결파의 이웃한 마루와 마루 사이의 거리는 파장에 해당하며, B에서가 A에서의 2배이다. 물결파의 주기는 A에서와 B에서가 같으므로 물결파의 속도(= $\frac{\text{파장}}{\text{주기}}$)은 B에서가 A에서의 2배이다.

ㄴ. 물결파의 진행 방향이 법선과 이루는 각은 그림과 같다. (가)에서 입사각은 굴절각보다 작다.

ㄷ. 물결파의 주기는 A에서와 B에서가 $2t_0$ 로 같다. $t=0$ 일 때 q에서 물결파는 마루이므로 한 주기가 지난 후인 $t=2t_0$ 일 때도 q에서 물결파는 마루가 된다. **정답⑤**



9. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] ㄴ. B의 관성계에서, 터널이 $0.8c$ 의 속력으로 운동하므로 운동 방향으로 터널의 길이 수축이 일어난다. 터널의 고유 길이가 L 이므로 B의 관성계에서, 터널의 길이는 L 보다 작다.

ㄷ. 우주선의 고유 길이는 L 보다 크고, B의 관성계에서 터널의 길이는 L 보다 작다. 따라서 B의 관성계에서, 터널의 출구가 우주선의 앞을 지나고 난 후 터널의 입구가 우주선의 뒤를 지난다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. A의 관성계에서 우주선의 속력은 $0.8c$ 이고, 터널의 길이는 L 이다. 따라서 A의 관성계에서, 우주선의 앞이 터널의 입구를 지나는 순간부터 우주선의 뒤가 터널의 입구를 지나는 순간까지 걸리는 시간은 $\frac{L}{0.8c}$ 이다.

10. 운동량 보존 법칙

[정답맞히기] ㄱ. t 일 때, A와 B가 충돌한다. A와 B가 충돌한 후, A, B는 같은 방향으로 각각 속도 $2v$, $4v$ 로 운동한다. B의 질량을 m_B 라고 하면, A와 B의 충돌에서 운동량 보존에 따라 $4m \times 4v = 4m \times 2v + m_B \times 4v$ 이므로 $m_B = 2m$ 이다.

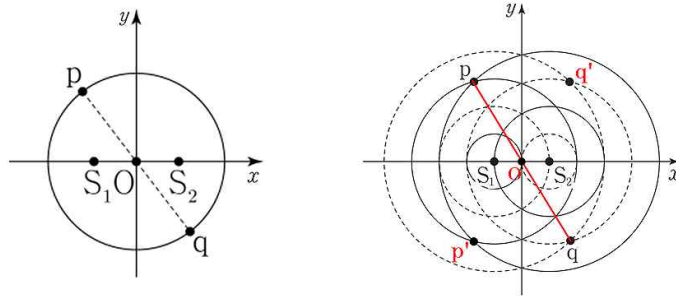
ㄴ. $4t$ 일 때, B와 C가 충돌한다. B가 C와 충돌한 후, B는 충돌 전과 반대 방향으로 속도 v 로 운동한다. 충돌 후 C의 속력을 v_C 라고 하면, B와 C의 충돌에서 운동량 보존에 따라 $2m \times 4v = 2m \times (-v) + 5m \times v_C$ 이므로 $v_C = 2v$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. $6t$ 일 때, A와 B가 충돌한다. A와 B가 충돌한 후, B는 충돌 전과 반대 방향으로 속도 $2v$ 로 운동한다. 충돌 후 A의 속력을 v_A 라고 하면, A와 B의 충돌에서 운동량 보존에 따라 $4m \times 2v + 2m \times (-v) = 4m \times v_A + 2m \times 2v$ 이므로 $v_A = \frac{1}{2}v$ 이다.

$6t$ 이후 A와 C는 같은 방향으로 각각 속도 $\frac{1}{2}v$, $2v$ 로 등속도 운동하므로 A와 C 사이의 거리는 $8t$ 일 때가 $7t$ 일 때보다 $\left(2v - \frac{1}{2}v\right)(8t - 7t) = \frac{3}{2}vt$ 만큼 크다.

11. 파동의 간섭

[정답맞히기] ㄴ. p와 p'는 x축 대칭, p와 q'는 y축 대칭, p와 q는 원점 대칭이다. x축 대칭인 두 지점에서는 중첩된 물결파의 위상이 같고, y축 대칭인 두 지점에서는 중첩된 물결파의 위상이 서로 반대이다. 그림과 같이 $t=1$ 초일 때, p와 q에서 중첩된 물결파의 위상은 서로 반대이지만 변위의 크기는 p에서와 q에서가 같다. 정답②



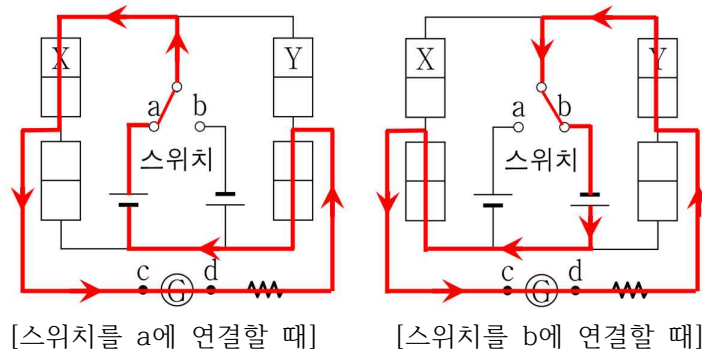
[오답피하기] ㄱ. 파동의 진행 속력을 v , 파장을 λ , 주기를 T 라고 하면 $v = \frac{\lambda}{T}$ 이고, 중첩된 물결파의 주기와 두 파원의 주기는 같다. (나)에서 중첩된 물결파의 주기가 4초이므로 S_1 에서 발생한 물결파의 파장을 λ 라고 하면, $10 \text{ m/s} = \frac{\lambda}{4\text{s}}$ 에서 $\lambda = 40\text{cm}$ 이다.
 ㄷ. S_1, S_2 가 O로부터 같은 거리에 있으므로 O에서 두 물결파는 서로 반대 위상으로 만난다. 따라서 O에서는 상쇄 간섭이 일어난다.

12. p-n 접합 다이오드

[정답맞히기] ㄱ. 스위치를 a에 연결할 때 전류의 방향이 $c \rightarrow \text{㉞} \rightarrow d$ 이므로 X가 포함된 다이오드에는 순방향 전압이 걸린다. 따라서 X는 p형 반도체이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 스위치를 b에 연결할 때, 검류계에 전류가 흐르므로 회로에 흐르는 전류의 방향은 $c \rightarrow \text{㉞} \rightarrow d$ 이다.

ㄷ. 스위치를 b에 연결하면 Y가 포함된 다이오드에는 순방향 전압이 걸리므로, Y는 n형 반도체이다. Y에서 전자는 p-n 접합면으로 이동한다.

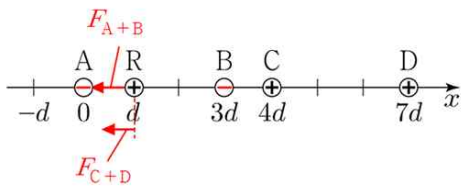


13. 전기력

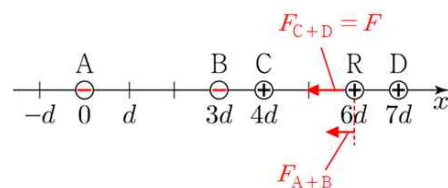
[정답맞히기] ㄱ. (다)에서 P가 A에 가까워질수록 P에 작용하는 $+x$ 방향의 전기력이

세지고, B에 가까워질수록 P에 작용하는 $-x$ 방향의 전기력이 세지므로 A, B는 모두 음(-)전하이다. P의 위치가 $x=d$ 일 때는 P가 A, B로부터 받는 전기력의 방향은 서로 반대이고, P의 위치가 $x=-d$ 일 때는 P가 A, B로부터 받는 전기력의 방향은 $-x$ 방향으로 같다. 따라서 (가)에서 P의 위치가 $x=-d$ 일 때, P에 작용하는 전기력의 크기는 F 보다 크다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 R의 위치가 $x=d$ 일 때, R가 A, B로부터 받는 전기력(F_{A+B})은 (가)에서 P가 R로만 바뀐 상황이므로, 크기는 F 이고 방향은 $-x$ 방향이다. 또한 R는 C, D로부터 $-x$ 방향으로 전기력(F_{C+D})을 받는다. 따라서 (나)에서 R의 위치가 $x=d$ 일 때, R에 작용하는 전기력의 방향은 $-x$ 방향이다.



[R의 위치가 $x=d$ 일 때]



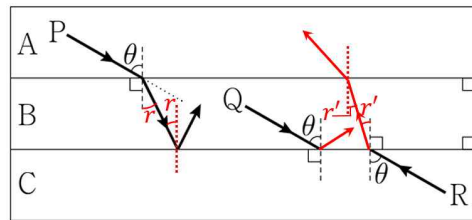
[R의 위치가 $x=6d$ 일 때]

ㄷ. (나)에서 R의 위치가 $x=6d$ 일 때, R가 C, D로부터 받는 전기력(F_{C+D})은 (가)에서 P가 A, B로부터 받는 전기력과 크기는 같고 방향은 반대이다. 즉, 대칭성에 의해 F_{C+D} 의 크기는 F 이고, 방향은 $-x$ 방향이다. 또 R가 A, B로부터 받는 전기력(F_{A+B})의 방향도 $-x$ 방향이므로, (나)에서 R의 위치가 $x=6d$ 일 때 R에 작용하는 전기력의 크기는 F 보다 크다.

14. 빛의 굴절

[정답맞히기] ㄱ. P가 A와 B의 경계면에서 θ 로 입사했을 때 굴절각을 r 이라고 하면 $\theta > r$ 이다. B와 C의 경계면에서 입사각 r 로 입사했을 때 P는 전반사하므로 굴절률은 $B > A > C$ 이다.

ㄴ. B와 C의 경계면에서 Q의 입사각 θ 는 P의 입사각 r 보다 크므로 Q도 B와 C의 경계면에서 전반사한다.



정답③

[오답피하기] ㄷ. B와 C의 굴절률 차이는 B와 A의 굴절률 차이보다 크다. R가 C에서 B로 입사각 θ 로 입사할 때 굴절각 r' 는 P가 A에서 B로 입사각 θ 로 입사할 때 굴절각 r 보다 작다. 따라서 R가 B에서 A로 입사할 때 굴절각은 θ 보다 작으므로, R는 B와 A의 경계면에서 전반사하지 않는다.

15. 열역학 제1법칙과 열효율

[정답맞히기] ㄱ. $A \rightarrow B$ 과정에서 기체의 부피는 일정하지만, 보일-샤를의 법칙에 따라 $B \rightarrow C$ 과정에서 기체의 압력이 일정하면서 기체의 온도가 올라갈 때 기체의 부피

도 증가한다. 따라서 기체의 부피는 A에서 C에서보다 작다.

ㄴ. 기체가 한 번 순환하는 동안 계가 흡수한 열량(Q_T)은 계가 외부에 한 일(W_T)과 같다. 즉, $Q_T = \Delta U_T + W_T$ 에서 $\Delta U_T = 0$ 이므로 $Q_T = W_T$ 이다. 각 과정에서 기체가 흡수한 열량(Q), 기체의 내부 에너지 변화량(ΔU), 기체가 한 일(W)을 나타내면 다음과 같다. 따라서 B→C 과정에서 기체의 내부 에너지 증가량은 24J이다.

열역학 과정		Q (J)	ΔU (J)	W (J)
A→B	등적 과정	+40	+40	0
B→C	등압 과정	+40	+24	+16
C→D	단열 과정	0	-64	+64
D→A	등온 과정	-60	0	-60
총합		$Q_T = 20$	$\Delta U_T = 0$	$W_T = 20$

ㄷ. 열기관이 고열원으로부터 흡수한 열량(Q_H)이 80J이고, 열기관이 한 일(W)이 20J이므로 열기관의 열효율은 $e = \frac{W}{Q_H} = \frac{20J}{80J} = 0.25$ 이다. 정답⑤

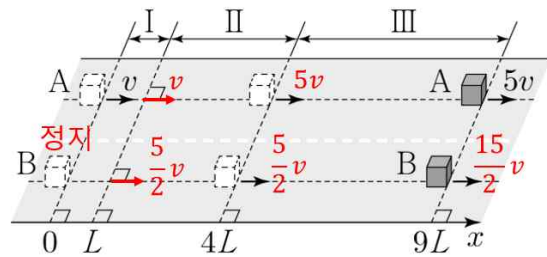
16. 등가속도 운동

[정답맞히기] A는 III에서 등속도 운동하므로 A는 $x=4L$ 을 속도 $5v$ 로 지난다. A와 B가 $x=0$ 에서 $x=4L$ 까지 운동하는 데 걸린 시간은 같다. A가 I, II를 지나는데 걸린 시간의 합은 $\frac{L}{v} + \frac{3L}{3v} = \frac{2L}{v}$ 이다. B가 II에서 등속도 운동할 때의 속력을 v_0 이라고 하면, B가 I, II를 지나는데 걸린 시간의 합은 $\frac{2L}{v_0} + \frac{3L}{v_0} = \frac{5L}{v_0}$ 이다. $\frac{2L}{v} = \frac{5L}{v_0}$ 에서 $v_0 = \frac{5}{2}v$ 이다. A, B가 III을 지나는데 걸린 시간은 같으므로 III에서 B의 평균 속력은 A의 속도 $5v$ 와 같다. 따라서 B가 $x=9L$ 을 지날 때 속력은 $2 \times 5v - \frac{5}{2}v = \frac{15}{2}v$ 이다.

B가 I을 지나는데 걸린 시간은

$$\Delta t = \frac{L}{\left(\frac{1}{2} \times \frac{5v}{2}\right)} = \frac{4L}{5v} \text{이므로}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\frac{5v}{2}}{\frac{4L}{5v}} = \frac{25v^2}{8L} \text{이다.}$$



III에서 B의 가속도의 크기는 $\frac{5v}{\frac{5L}{5v}} = \frac{5v^2}{L} = \frac{8}{5}a$ 이다. 정답④

17. 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] ㄱ. xy 평면에서 수직으로 나오는 방향을 양(+), xy 평면에 수직으로 들어

가는 방향을 음(-)이라 하고, 도선으로부터 d 만큼 떨어진 곳에서 세기가 각각 I_0 , I_C 인 전류에 의한 자기장의 세기를 각각 B_0 , B_C 라고 하면, p, q에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장을 나타내면 다음과 같다.

상황	p에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장	q에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장
(가)	$B_0 + \frac{1}{2}B_0 + B_C$	$\frac{1}{2}B_0 + B_0 - B_C$
(나)	$-B_0 + \frac{1}{2}B_0 + B_C$	$-\frac{1}{2}B_0 + B_0 - B_C$
(다)	$-B_0 + \frac{1}{4}B_0 + B_C$	$-\frac{1}{2}B_0 + \frac{1}{2}B_0 - B_C$

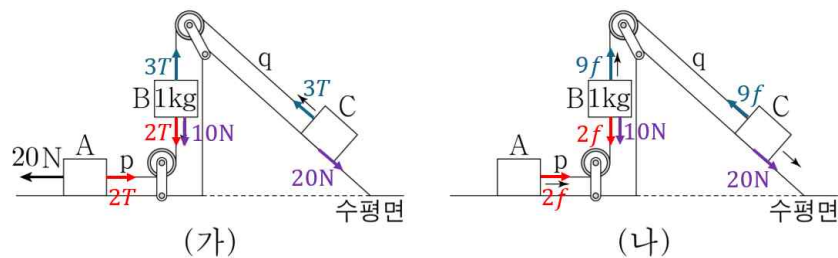
p에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장의 세기는 (가)일 때가 (다)일 때의 2배이므로 $B_0 + \frac{1}{2}B_0 + B_C = 2(-B_0 + \frac{1}{4}B_0 + B_C)$ 에서 $B_C = 3B_0$ 이다. 직선 전류에 의한 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례하고, 도선으로부터 떨어진 거리에 반비례하므로 $I_C = 3I_0$ 이다.

ㄴ. (나)의 p에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장은 $-B_0 + \frac{1}{2}B_0 + 3B_0 = \frac{5}{2}B_0$ 이고, q에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장은 $-\frac{1}{2}B_0 + B_0 - 3B_0 = -\frac{5}{2}B_0$ 이다. 따라서 (나)일 때 A, B, C의 전류에 의한 자기장의 세기는 p에서와 q에서가 같다.

ㄷ. (다)일 때 q에서 A, B, C의 전류에 의한 자기장은 $-\frac{1}{2}B_0 + \frac{1}{2}B_0 - 3B_0 = -3B_0$ 이므로 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다. 정답⑤

18. 뉴턴 운동 법칙

[정답맞히기] ㄱ. C에 빗면 아래 방향으로 작용하는 중력의 크기를 F 라고 하자. (가)와 (나)에서 물체의 가속도의 크기가 같으므로 가속도의 방향은 서로 반대이다. (가)와 (나)에서 A, B, C에 작용하는 알짜힘의 크기는 같고 방향은 서로 반대이므로 $20 + 10 - F = F - 10$ 에서 $F = 20(\text{N})$ 이다.



(가)에서 p, q가 B를 당기는 힘의 크기를 각각 $2T$, $3T$ 라 하고, (나)에서 p, q가 B를 당기는 힘의 크기를 각각 $2f$, $9f$ 라고 하자. (가)와 (나)에서 A에 작용하는 알짜힘의 크기가 같으므로 $20 - 2T = 2f \cdots \text{㉠}$ 이고, (가)와 (나)에서 C에 작용하는 알짜힘의 크기가 같으므로 $3T - 20 = 20 - 9f \cdots \text{㉡}$ 이다. 식 ㉠, ㉡에서 $T = \frac{25}{3}(\text{N})$, $f = \frac{5}{3}(\text{N})$ 이다. 따

라서 p가 A를 당기는 힘의 크기는 (가)에서가 $2T = \frac{50}{3}$ (N), (나)에서가 $2f = \frac{10}{3}$ (N)으로, (가)에서가 (나)에서의 5배이다.

ㄴ. (가)에서 B에 뉴턴 운동 법칙을 적용하면 $2T + 10 - 3T = 1 \times a$ 에서 $a = \frac{5}{3}$ (m/s²)이다.

정답㉓

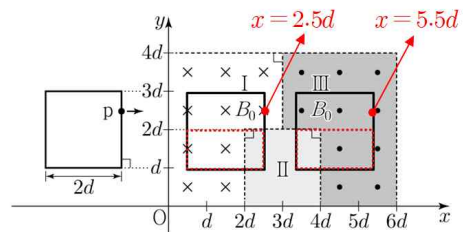
[오답피하기] ㄷ. C의 질량을 m_C 라고 하자. (가)에서 C에 뉴턴 운동 법칙을 적용하면 $3T - 20 = m_C \times a$ 에서 $m_C = 3$ (kg)이다.

19. 전자기 유도

[정답맞히기] ㄱ. p가 $x = 2.5d$ 를 지날 때, I에 의해 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향의 자기장이 유도되므로 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $-y$ 방향이고, I, II에 의해 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $+y$ 방향이므로 II에 의해서 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $+y$ 방향이다. 따라서 II에서 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이고, 자기장의 세기는 II에서가 I에서보다 크다. 따라서 자기장의 방향은 I, II에서가 같다.

ㄴ. p가 $x = 4.5d$ 를 지날 때, I, II, III에 의해 모두 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향의 자기장이 유도되므로, 이때 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $-y$ 방향이다.

ㄷ. p가 $x = 5.5d$ 를 지날 때는 II, III의 자기장이 서로 반대 방향이므로 II, III에 의한 유도 전류가 같은 방향으로 흐르고, p가 $x = 2.5d$ 를 지날 때는 I, II의 자기장이 같은 방향이므로 I, II에 의한 유도 전류가 서로 반대 방향으로 흐른다. 따라서 p에 흐르는 유도 전류의 세기는 p가 $x = 5.5d$ 를 지날 때가 $x = 2.5d$ 를 지날 때보다 크다.



정답㉔

20. 마찰에 의한 에너지 손실과 탄성력에 의한 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] P와 Q의 용수철 상수를 k , B의 질량을 m , 중력 가속도를 g 라고 하자. A와 B가 P를 최대로 압축시켰을 때 P에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지는 $\frac{1}{2}k(2d)^2$ 이고, A와 B가 분리된 후 A가 P를 최대로 압축시켰을 때 P에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지는 $\frac{1}{2}kd^2$ 이다. A와 B의 분리 전후 역학적 에너지는 보존되므로 A와 B가 분리된 후 B의 운동 에너지는 $\frac{3}{2}kd^2$ 이다. B가 마찰 구간을 내려갈 때 등속도 운동하므로 마찰 구간을 한 번 지날 때 손실된 역학적 에너지는 mgH 이고, $mgH = \frac{3}{2}kd^2 + mg(4h) - \frac{1}{2}k(3d)^2 \cdots \text{㉠}$ 이다. B가 Q에서 분리된 후 다시 마찰 구간을 지나 처음 높이 $4h$ 에서 정지하므로 마찰 구간을 두 번 지나는 동안 손실된 역학적 에너지는 $2mgH = \frac{3}{2}kd^2 \cdots \text{㉡}$ 이다. 식 ㉠, ㉡에서 $H = \frac{4}{5}h$ 이다.

정답㉕