

2021학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 물리학Ⅱ 정답 및 해설

01.㉓	02.㉒	03.㉕	04.㉕	05.㉑	06.㉑	07.㉕	08.㉑	09.㉒	10.㉓
11.㉓	12.㉕	13.㉒	14.㉑	15.㉔	16.㉓	17.㉔	18.㉑	19.㉔	20.㉒

1. 광전 효과

[정답맞히기] 광전 효과란 금속 등의 물체에 빛을 비추었을 때 광전자가 방출되는 현상을 말하는 것으로, 빛에너지를 전기 에너지로 바꾸는 태양 전지 등에 이용된다. 즉, A로 가장 적절한 것은 광전자이다. 정답 ㉓

2. 불확정성 원리

[정답맞히기] 불확정성 원리에 의하면 입자성과 파동성을 모두 띠고 있는 물체의 위치와 운동량을 동시에 정확하게 측정하는 것은 불가능하다. 따라서 A는 운동량이고 B는 불확정성 원리이다. 정답 ㉒

3. 일반 상대성 이론

[정답맞히기] ㄱ, ㄴ, ㄷ. 아인슈타인의 일반 상대성 이론에 의하면 태양과 같이 질량을 가진 천체 주위는 시공간이 휘어져 있어 빛의 진행 경로가 이들 천체에 의해 휘어지게 된다. 정답 ㉕

4. 전자기파의 수신

[정답맞히기] 학생 A: 전자기파에서 전기장과 자기장은 전자기파의 진행 방향에 대하여 서로 수직으로 진동한다.

학생 B: 안테나의 전자는 전기장에 의해 전기력을 받는다.

학생 C: 수신 회로의 공명 진동수와 전자기파의 진동수가 같을 때, 수신 회로에는 최대 전류가 흐른다. 정답 ㉕

5. 열과 일의 전환

[정답맞히기] ㄱ. 실을 당긴 힘이 한 일은 $42\text{N} \times 5\text{m} = 210\text{J}$ 이다. 정답 ㉑

[오답피하기] ㄴ. 단서 조건에 의해 실이 당긴 힘이 한 일은 액체가 흡수한 열량과 같다. 따라서 액체가 흡수한 열량은 210J이다.

ㄷ. ‘액체가 흡수한 열량=액체의 질량×액체의 비열×액체의 온도 변화’이므로, $210 = 0.1 \times 4200 \times (T_1 - T_0)$ 이다. 따라서 $T_1 - T_0 = 0.5^\circ\text{C}$ 이다.

6. 전기 저항

[정답맞히기] 전기 저항의 저항값은 $\rho \frac{L}{S}$ 이고, A와 B는 동일한 재질이므로 비저항(ρ)이

같다. A, B의 저항값을 각각 R_A , R_B 라고 하면, $R_A : R_B = \frac{2L}{2S} : \frac{L}{3S} = 3:1$ 이다. 직렬로 연결되어 있는 A와 B에 흐르는 전류의 세기는 같으므로 1초 동안 저항에서 소모되는 전기 에너지는 저항값에 비례한다. 따라서 $E_A : E_B = R_A : R_B = 3:1$ 이다. 정답 ①

7. 빛의 간섭

[정답맞히기] ㄱ. 이중 슬릿에 의한 빛의 밝은 무늬는 보강 간섭에 의해 생긴다.
 ㄴ. P의 밝은 무늬는 가운데 밝은 무늬로부터 첫 번째 밝은 무늬이므로, 두 슬릿으로부터 P까지의 경로차는 레이저의 파장과 같은 650nm이다.
 ㄷ. 레이저의 파장을 λ 라고 할 때, $x = \frac{L\lambda}{d}$ 의 식이 성립하므로 λ 는 x 에 비례한다. 따라서 $13:650 = 11:\textcircled{\text{A}}$ 이고 $\textcircled{\text{A}}$ 은 550nm이다. 정답 ⑤

8. 축전기의 연결

[정답맞히기] 축전기의 전기 용량은 $\varepsilon \frac{S}{d}$ 이고, 축전기에 충전된 전하량은 CV 이다.
 ㄱ. A와 B는 병렬로 연결되어 있으므로 축전기에 걸린 전압은 A와 B가 같다. 축전기에 충전된 전하량은 A가 B의 2배이므로 축전기의 전기 용량은 A가 B의 2배이다. 정답 ①
 [오답피하기] ㄴ. A, B의 전기 용량을 각각 C_A , C_B 라고 하면, $C_A = \varepsilon_A \frac{2S}{d}$ 이고 $C_B = \varepsilon_B \frac{S}{2d}$ 이다. $C_A = 2C_B$ 이므로 $\varepsilon_A = \frac{1}{2}\varepsilon_B$ 이다.
 ㄷ. 축전기에 걸린 전압은 A와 B가 같으므로 축전기에 저장된 전기 에너지는 전기 용량에 비례한다. 따라서 축전기에 저장된 전기 에너지는 A가 B의 2배이다.

9. 도플러 효과

[정답맞히기] 도플러 효과에 의한 진동수 관계식에 의해 $f_A = \frac{V}{V+v}f_0$ 이고 $f_B = \frac{V}{V-v}f_0$ 이므로, $f_B - f_A = Vf_0\left(\frac{1}{V-v} - \frac{1}{V+v}\right) = \frac{5}{12}f_0$ 이다. 따라서 $v = \frac{1}{5}V$ 이다. 정답 ②

10. 전기장

[정답맞히기] p, q에서 두 점전하에 의한 전기장의 세기를 각각 E_p , E_q 라고 하면, $E_p = \frac{kQ}{d^2} - \frac{k}{d^2}$ 이고, $E_q = \frac{kQ}{9d^2} + \frac{k}{d^2}$ 이다. 전기장의 방향은 p, q에서 서로 같고, $E_p = 4E_q$ 이므로 $\frac{kQ}{d^2} - \frac{k}{d^2} = 4\left(\frac{kQ}{9d^2} + \frac{k}{d^2}\right)$ 에서 $\frac{5kQ}{9d^2} = \frac{5k}{d^2}$ 이다. 따라서 $Q = +9C$ 이다. 정답 ③

11. 등속 원운동

[정답맞히기] ㄱ. 실이 질량 1kg인 물체에 작용하는 힘의 크기를 T 라고 하면, 등속 원운동을 하는 물체에 연직 방향으로 작용하는 힘은 0이므로 $T\cos 60^\circ = 10\text{N}$ 이다. 따라서 $T = 20\text{N}$ 이다. 즉, 이 물체에 작용하는 구심력의 크기 $T\sin 60^\circ = 10\sqrt{3}\text{N}$ 이다.
 ㄴ. 질량 m 인 물체가 속력 v 로 반지름 r 인 궤도를 따라 등속 원운동을 할 때 구심력의 크기는 $\frac{mv^2}{r}$ 이다. $r = 2\sin 60^\circ = \sqrt{3}(\text{m})$ 이므로 $10\sqrt{3} = \frac{1 \times v^2}{\sqrt{3}}$ 에서 $v = \sqrt{30}\text{ m/s}$ 이다. 정답 ③

[오답피하기] ㄷ. 주기 $T = \frac{2\pi r}{v}$ 이므로 $T = \frac{2\pi \times \sqrt{3}}{\sqrt{30}} = \frac{\sqrt{10}}{5}\pi(\text{초})$ 이다.

12. 단진동

[정답맞히기] ㄱ. 같은 높이에 정지해 있는 A와 B를 연결한 실이 각각 A, B를 당기는 힘의 크기(F)는 같고, A, B의 질량을 각각 m_A , m_B 라고 하면, $\tan\theta_A = \frac{F}{m_A g}$ 이고

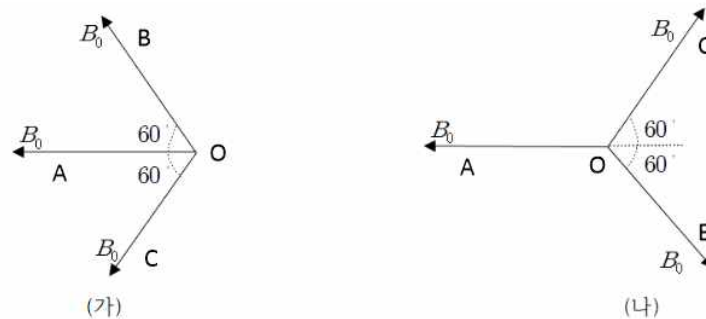
$\tan\theta_B = \frac{F}{m_B g}$ 이다. $\theta_A > \theta_B$ 이므로 $\tan\theta_A > \tan\theta_B$ 에서 $m_A < m_B$ 이다.

ㄴ. 추를 매단 실의 길이가 길수록 주기는 크다. A, B가 연결된 실의 길이를 각각 L_A , L_B 라고 하면, $\tan\theta_A > \tan\theta_B$ 이므로 $L_A > L_B$ 이다. 따라서 단진동의 주기는 A가 B보다 크다.

ㄷ. 추의 최대 속력은 최하점을 지날 때이다. 추를 매단 줄의 길이가 길수록 A, B가 연결되어 각각 정지해 있던 위치와 최하점 사이의 높이 차가 크므로 최대 속력은 A가 B보다 크다. 정답 ⑤

13. 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 도선으로부터 거리에 반비례하고, 방향은 오른나사 법칙으로 구할 수 있다. 따라서 O에서 전류에 의한 자기장의 세기가 최대일 때는 (가)와 같이 자기장이 합성되는 경우로 그 자기장의 세기는 $2B_0$ 이다. O에서 자기장의 세기가 최소일 때는 (나)와 같이 자기장이 합성되는 경우로 자기장이 0이다. 따라서 O에서 자기장 세기의 최댓값과 최솟값의 차는 $2B_0$ 이다. 정답 ②



14. 볼록 렌즈에 의한 상

[정답맞히기] ㄱ. 물체와 상의 크기가 같을 때 물체와 렌즈 사이의 거리는 초점 거리(f)의 2배이다. 정답 ①

[오답피하기]

- ㄴ. 볼록 렌즈에 의한 상이 실상일 때, 상과 렌즈 사이의 거리는 초점 거리(f)보다 크다.
 ㄷ. 볼록 렌즈에 의한 상이 허상일 때, 상의 크기는 물체의 크기보다 크다.

15. 만유인력과 케플러 법칙

[정답맞히기] ㄴ. 행성의 질량을 M , 위성의 질량을 m , 행성에서 위성까지의 거리를 r , 만유인력 상수를 G 라고 할 때, 위성에 작용하는 만유인력의 크기는 $\frac{GMm}{r^2}$ 이고

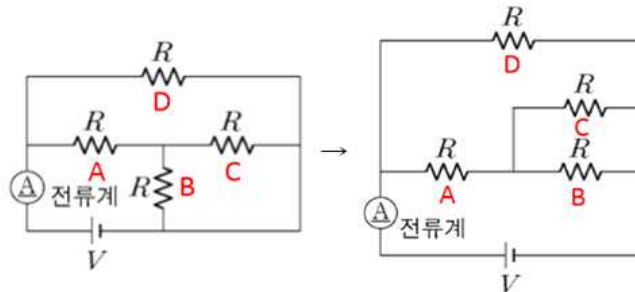
이는 위성에 작용하는 알짜힘의 크기이므로 위성의 가속도의 크기는 $\frac{GM}{r^2}$ 이다. 즉, 위성의 가속도 크기는 행성으로부터의 거리에만 관계되므로 B에서 가속도의 크기는 P와 Q가 같다.

ㄷ. Q가 B에서 C까지 운동하며 휩쓸고 지나가는 타원 궤도의 면적은 $6R^2 + 5\pi R^2$ 이다. 따라서 Q가 A에서 B까지 운동하며 휩쓸고 지나가는 타원 궤도의 면적은 $10\pi R^2 - (6R^2 + 5\pi R^2) = 5\pi R^2 - 6R^2$ 이다. Q가 A에서 B까지 가는 데 걸리는 시간을 x 라 하고 면적 속도 일정 법칙을 적용하면, $20\pi R^2 : T = 5\pi R^2 - 6R^2 : x$ 이므로 $x = \left(\frac{1}{4} - \frac{3}{10\pi}\right)T$ 이다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. 위성에 작용하는 만유인력의 크기는 행성에서 위성까지의 거리의 제곱에 반비례하므로, Q에 작용하는 만유인력의 크기는 A에서가 C에서보다 크다.

16. 전기 저항의 연결

[정답맞히기] 전기 저항을 A, B, C, D라고 하면, 전기 저항의 연결은 다음과 같다.



B와 C는 병렬로 연결되어 있으므로 B와 C의 합성 저항값은 $R_{BC} = \frac{R \times R}{R + R} = \frac{1}{2}R$ 이고,

A, B, C의 합성 저항값은 $R_{ABC} = R + R_{BC} = R + \frac{1}{2}R = \frac{3}{2}R$ 이므로, 회로 전체 합성 저항

항값은 $R_{ABCD} = \frac{R \times R_{ABC}}{R + R_{ABC}} = \frac{3}{5}R$ 이다. 따라서 $I = \frac{V}{R_{ABCD}} = \frac{5V}{3R}$ 이다. 정답 ③

17. 전자기 유도

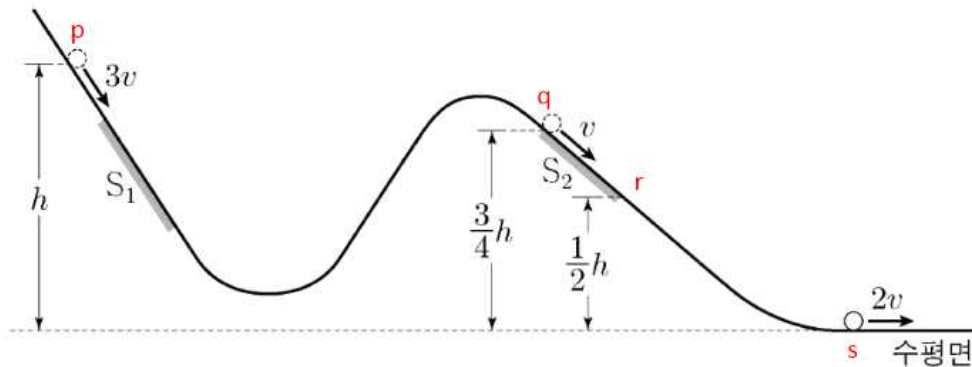
[정답맞히기] ㄴ. $t = \frac{3d}{2v}$ 일 때는 금속 고리가 자기장 영역에 완전히 들어갔고 자기장의 세기도 변화가 없는 순간이다. 따라서 이 순간에는 금속 고리를 통과하는 자기 선속의 변화가 없다. 따라서 유도 기전력은 0이다.

ㄷ. $t = \frac{5d}{2v}$ 일 때는 금속 고리가 자기장 영역에 완전히 들어왔지만 자기장의 세기가 변하므로 자기 선속의 변화가 있어 유도 기전력이 생긴다. 자기 선속을 Φ 라고 할 때, 유도 기전력의 크기 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = d^2 \frac{B_0}{\left(\frac{d}{v}\right)} = B_0 v d$ 이다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. $t = \frac{d}{2v}$ 일 때는 금속 고리가 자기장 영역으로 들어가고 있는 순간이므로 금속 고리에 흐르는 유도 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다. 따라서 이 순간 p에서 유도 전류의 방향은 $-x$ 방향이다.

18. 일과 에너지

[정답맞히기] q에서 r까지 물체는 등속도 운동을 하므로 r에서 물체의 속력은 v 이다.



물체가 p에서 s까지 운동하는 동안 감소한 역학적 에너지는 $E_1 + E_2$ 이므로 $mgh + \frac{1}{2}m(3v)^2 - \frac{1}{2}m(2v)^2 = E_1 + E_2 \cdots ①$ 이고, q에서 r까지 운동하는 동안 감소한 역학적 에너지는 E_2 이므로 $\frac{3}{4}mgh + \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mgh - \frac{1}{2}mv^2 = E_2$ 에서 $E_2 = \frac{1}{4}mgh \cdots ②$ 이다. 물체가 r에서 s까지 운동하는 동안 역학적 에너지는 보존되므로, $\frac{1}{2}mgh + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(2v)^2$ 에서 $v^2 = \frac{1}{3}gh \cdots ③$ 이다. 식 ②와 ③을 ①에 대입하여 정리

하면, $E_1 = \frac{3}{4}mgh + \frac{5}{2}mv^2 = \frac{19}{12}mgh$ 이다. 따라서 $\frac{E_1}{E_2} = \frac{19}{3}$ 이다.

정답 ①

19. 돌림힘의 평형

[정답맞히기] (가)에서는 받침대의 왼쪽 모서리 끝에만, (나)에서는 받침대의 오른쪽 모서리 끝에만 판이 받침대에 힘을 작용한다. (가)에서 받침대 왼쪽 끝을 기준으로 판에 돌림힘의 평형을 적용하면, $3m(x-L) = 10mL \cdots \textcircled{1}$ 이고, (나)에서 받침대 오른쪽 끝을 기준으로 판에 돌림힘의 평형을 적용하면, $mx = 2my \cdots \textcircled{2}$ 이다. 따라서 식 ①, ②를 연립하면 $y = \frac{13}{6}L$ 이다.

정답 ④

20. 포물선 운동

[정답맞히기] 수평 방향의 속력은 A가 B보다 작으므로 B가 P에서 Q까지 운동하는 데 걸린 시간을 T 라고 하면, A가 걸린 시간은 $T+t$ 이다. P에서 Q까지 수평 방향으로 이동한 거리는 A와 B가 같으므로 $65(T+t)\cos\theta_1 = 65T\cos\theta_2$ 이다. $\cos\theta_1 = \frac{3}{5}$, $\cos\theta_2 = \frac{12}{13}$ 이므로 $T = \frac{13}{7}t$ 이다. P에서 Q까지 연직 방향의 변위 크기는 A와 B가 같으므로 $65(T+t)\sin\theta_1 - \frac{1}{2}g(T+t)^2 = 65T\sin\theta_2 - \frac{1}{2}gT^2$ 이다. $\sin\theta_1 = \frac{4}{5}$, $\sin\theta_2 = \frac{5}{13}$, $T = \frac{13}{7}t$ 이므로 $t = \frac{13}{3}$ 초이다.

정답 ②