

2023학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 물리학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 일반 상대성 이론

[정답맞히기] 아인슈타인은 중력을 힘으로 간주하지 않고 시공간의 휘어짐과 관련 있다 는 일반 상대성 이론을 제안하였다. 아인슈타인의 일반 상대성 이론에 따르면 질량이 매우 큰 천체는 볼록 렌즈와 같은 역할을 하여 근처를 지나는 빛의 경로를 휘게 한다. 이처럼 중력이 렌즈처럼 빛을 휘게 하는 것을 중력 렌즈 효과라고 한다. **정답③**

2. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] C. 수소 원자 내에서 전자의 에너지 준위는 양자화되어 있다. 따라서 수소 원자의 에너지 준위는 불연속적이다. **정답③**

[오답피하기] A. 원자핵과 전자 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.
B. 양자수가 증가하도록 전이하기 위해서는 빛을 흡수해야 한다. 따라서 $n=1$ 인 궤도에서 $n=2$ 인 궤도로 전이할 때 빛을 흡수한다.

3. 축전기

[정답맞히기] ㄱ. A, B, C의 전기 용량을 각각 C_A , C_B , C_C 라고 하면, (가)에서 $(C_A+C_B)V_0 = 5Q_0 \cdots ①$, (나)에서 $(C_B+C_C)V_0 = 6Q_0 \cdots ②$, (다)에서 $(C_A+C_C)V_0 = 6Q_0 \cdots ③$ 이다. ①, ②, ③을 정리하면 $C_A = \frac{3Q_0}{V_0}$, $C_B = \frac{2Q_0}{V_0}$, $C_C = \frac{4Q_0}{V_0}$ 이다. A, B, C는 극판의 면적, 극판 사이의 간격이 같으므로 A, B, C의 전기 용량은 각각의 유전율에 비례한다. 따라서 $\varepsilon_A : \varepsilon_B = 3 : 2$ 이다.
ㄴ. (나)에서 축전기 양단에 걸리는 전압은 B와 C가 같으므로 축전기에 충전된 전하량은 전기 용량에 비례한다. 전기 용량은 C가 B의 2배이므로 (나)에서 축전기에 저장된 전하량은 C가 B의 2배이다.
ㄷ. 축전기 양단에 걸리는 전압이 같을 때 축전기에 저장된 전기 에너지는 전기 용량에 비례한다. 전기 용량은 A가 C의 $\frac{3}{4}$ 배고, (다)에 축전기 양단에 걸리는 전압은 A와 B가 같으므로 축전기에 저장된 전기 에너지는 A가 C의 $\frac{3}{4}$ 배이다. **정답⑤**

4. 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭

[정답맞히기] ㄷ. 간섭무늬 간격은 빛의 파장이 길수록 크다. 그런데 초록색 빛이 보라색 빛보다 파장이 길므로 ②이 ③보다 크다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 간섭은 파동의 성질이다. 따라서 빛의 간섭 실험은 빛의 파동성을

보여 주는 실험이다.

- ㄴ. 빛의 파장이 같을 때, d 가 작을수록 간섭무늬 간격이 크다. 따라서 ⑦은 ⑥보다 작다.

5. 역학적 에너지

[정답맞히기] 물체가 포물선 운동하는 동안 역학적 에너지는 보존된다. 물체의 높이가 높을 수록 물체의 중력 퍼텐셜 에너지는 크므로 물체의 운동 에너지는 작다. 따라서 $v_3 > v_1 > v_2$ 이다. 정답②

6. 코일과 축전기가 연결된 교류 회로

[정답맞히기] X: 교류 진동수가 커질수록 I 가 감소하므로 교류 전류를 방해하는 성질이 커진다. 따라서 X는 코일에 연결된 단자 b이다.

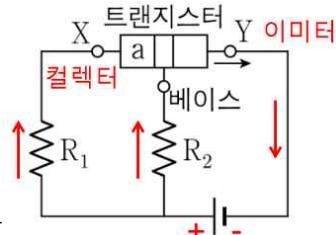
Y: 진동수가 커질수록 I 가 증가하다가 감소하므로 공명 진동수가 존재하는 경우에 해당한다. 따라서 Y는 코일과 축전기에 연결된 단자 c이다.

Z: 진동수가 커질수록 I 가 증가하므로 교류 전류를 방해하는 성질이 작아진다. 따라서 Z는 축전기에 연결된 단자 a이다. 정답④

7. 트랜지스터

[정답맞히기] ㄴ. X는 컬렉터이다. X와 베이스에 흐르는 전류 세기의 합은 Y에 흐르는 전류의 세기와 같다. 따라서 전류의 세기는 Y에서가 X에서보다 크다.

ㄷ. 회로에는 n-p-n형 트랜지스터가 연결되어 있고 이미터에서 이동한 전자의 대부분은 베이스를 지나 컬렉터로 흐르므로 전위는 컬렉터가 베이스보다 높다. 따라서 저항 양단에 걸리는 전압은 R_2 에서가 R_1 에서보다 크다. 정답④



[오답피하기] ㄱ. Y에는 화살표 방향으로 전류가 흐르므로 베이스와 Y 사이에는 순방향 전압이 걸린다. 따라서 Y는 이미터이고, a는 n형 반도체이다.

8. 광전 효과

[정답맞히기] 균일한 전기장 내에서 광전자가 받는 힘의 크기가 eE 로 일정하므로, 전기장 내에서 광전자가 받은 일은 $W = -eEL$ 이다. 따라서 금속판에서 방출되는 광전자의 운동 에너지는 eEL 이고, $eEL = hf - W$ 에서 금속의 일함수는 $W = hf - eEL$ 이다. 정답②

9. 저항의 연결

[정답맞히기] X에서 A, B의 저항값을 각각 R_{XA} , R_{XB} 라고 하면, $R_{XA} = \rho_0 \frac{L}{S}$ 이고 $R_{XB} =$

$8\rho_0 \frac{L}{S}$ 이므로 X의 저항값은 $R_X = R_{XA} + R_{XB} = 9\rho_0 \frac{L}{S}$ 이다. Y에서 A, B의 저항값을 각각 R_{YA} ,

R_{YB} 라고 하면, $R_{YA} = 2\rho_0 \frac{L}{S}$ 이고 $R_{YB} = \rho_0 \frac{L}{S}$ 이므로 Y의 저항값은 $R_Y = R_{YA} + R_{YB} = 3\rho_0 \frac{L}{S}$ 이다.

X와 Y의 양단에 걸리는 전압은 같으므로 $P_X : P_Y = \frac{1}{R_X} : \frac{1}{R_Y} = \frac{S}{9\rho_0 L} : \frac{S}{3\rho_0 L} = 1 : 3$ 이다.

정답①

10. 볼록 렌즈에 의한 상

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 렌즈 중심에서 물체까지 거리와 상까지 거리가 a 로 같으므로, $\frac{1}{a} + \frac{1}{a} = \frac{1}{f}$ 에서 $f = \frac{1}{2}a$ 이다.

ㄴ. 렌즈 중심에서 물체까지 거리는 $x-a$ 이고 상까지 거리는 $x+a$ 이므로 $\frac{1}{x-a} - \frac{1}{x+a} = \frac{2}{a}$ 가 성립한다. 따라서 $a(x+a) - a(x-a) = 2(x^2 - a^2)$ 에서 $x = \sqrt{2}a$ 이다.

ㄷ. (나)에서 볼록 렌즈를 중심으로 물체와 상이 같은 쪽에 있다. 따라서 (나)에서 상은 허상이다.

정답⑤

11. 중력 법칙

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 위성이 p, q를 각각 지날 때 위성에 작용하는 중력의 크기를 각각 F_p , F_q 라고 하면 $F_p < F_q$ 이다. 만약에 (가)에서 위성이 행성으로부터 떨어진 거리가 $2r$ 일 때 위성에 작용하는 중력을 F_{2r} 라고 하면, p와 행성 사이의 거리는 $2r$ 보다 작으므로 $F_{2r} = \frac{GM(8m)}{4r^2} = \frac{2GMm}{r^2} < F_p < F_q$ 이다. (나)에서 위성에 작용하는 중력

의 크기를 F_{\perp} 라고 하면, $F_{\perp} = \frac{2GMm}{r^2}$ 이다. 이를 정리하면 $F_{\perp} = F_{2r} < F_p < F_q$ 이다. (가)에서 위성에 작용하는 중력의 최솟값은 (나)에서 위성에 작용하는 중력의 크기보다 크다. 따라서 위성에 작용하는 중력의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 행성으로부터의 거리는 p가 q보다 크므로 위성의 속력은 p에서가 q에서보다 작다.

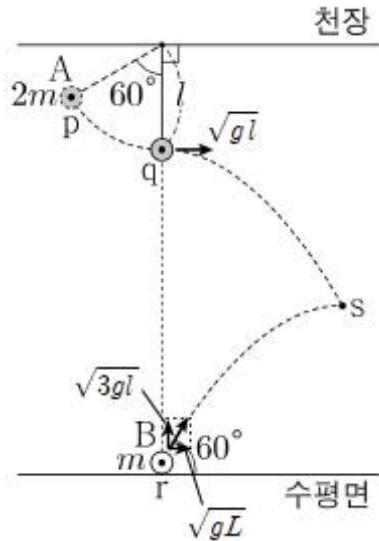
ㄷ. (가), (나)에서 위성의 주기를 각각 T_{\perp} , T_{\parallel} 라고 하면, $T_{\perp}^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$ 이고

$T_{\parallel}^2 = \frac{4\pi^2}{G(2M)} r^3$ 이다. 따라서 위성의 주기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

12. 역학적 에너지 보존과 포물선 운동

[정답맞히기] q에서 A의 속력을 v_0 이라고 하면 $2mg \times \frac{1}{2}L = \frac{1}{2} \times 2m \times v_0^2$ 에서

$v_0 = \sqrt{gl}$ 이다. 그런데 A와 B가 s에서 만나므로, r에서 B의 속도의 수평 성분은 \sqrt{gL} 이고 연직 성분은 $\sqrt{gl} \tan 60^\circ = \sqrt{3gl}$ 이다.



s에서 B의 속도의 연직 성분은 0이고, 실이 끊어진 후 A, B의 가속도가 같으므로 s에서 A의 속도의 연직 성분의 크기는 $\sqrt{3gl}$ 이다. 따라서 $E_0 = \left[\frac{1}{2} \times 2m \times (gl + 3gl) \right] + \left[\frac{1}{2} \times m \times gl \right] = \frac{9}{2}mgl$ 이다. 정답③

13. 도플러 효과

[정답맞히기] $f_1 = f_0 \left(\frac{v}{v - \frac{v}{10}} \right) = \frac{10}{9}f_0$ 이고, q에서 음원의 속력을 V라고 하면

$f_2 = f_0 \left(\frac{v}{v + V} \right)$ 이다. $4f_2 = 3f_1$ 이므로 $V = \frac{1}{5}v$ 이다. 음파 측정기는 S에서 등가속도 운동을 하므로 $(\frac{v}{5})^2 - (\frac{v}{10})^2 = 2ad$ 에서 $a = \frac{3v^2}{200d}$ 이다. 정답③

14. 역학적 평형

[정답맞히기] F 를 증가시키면 학생이 막대를 누르는 힘의 크기는 감소하고 실이 막대를 당기는 힘의 크기는 증가한다. 그런데 받침대로부터 떨어진 거리가 실이 학생보다 크므로, F 가 특정한 값을 초과하면 막대가 시계 반대 방향으로 기울어진다. 막대가 수평을 유지하기 위한 F 의 최댓값을 F_M 이라고 하고 받침대의 왼쪽 끝을 돌림힘의 기준으로 하면, $F = F_M$ 일 때 $[(mg - F_M) \times L] + [F_M \times 5L] = mg \times 2L$ 이 성립한다. 따라서 $F_M = \frac{1}{4}mg$ 이다. 정답⑤

15. 전기장

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 q는 A와 B 사이에 있는 지점이고 $E_p > E_q > E_r$ 이므로 전하의 종류는 A와 B가 같다. p가 A로부터 떨어진 거리는 r가 B로부터 떨어진 거리와 같고, $E_p > E_r$ 이므로 전하량의 크기는 A가 B보다 크다.

ㄷ. (나)에서 A로부터 떨어진 거리는 t가 u보다 작으므로 A에 의한 전기장의 세기는 t에서가 u에서보다 크다. t에서 B와 C에 의한 전기장의 방향은 같고, u에서 B와 C에 의한 전기장의 방향은 반대 방향이므로 B와 C에 의한 전기장의 세기는 t에서가 u에서 보다 크다. 따라서 A, B, C에 의한 전기장의 세기는 t에서가 u에서보다 크다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. s에서 A, B, C에 의한 전기장의 방향은 화살표 방향이므로 A와 B는 양(+)전하이고, C는 음(-)전하이다.

16. 전자기 유도

[정답맞히기] ㄱ. 반지름이 r 이고 중심각이 θ 인 부채꼴의 면적이 $\pi r^2 \times \frac{\theta}{2\pi}$ 이다. 그런데 $\theta = 60^\circ$ 근처에서 자기장이 B_0 으로 일정하고, 금속 막대가 짧은 시간 Δt 동안 회전하는 각이 $\Delta\theta = \omega\Delta t$ 이므로, 저항 양단에 걸리는 기전력의 크기는

$$V = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B_0 \times \frac{1}{\Delta t} \left(\pi[(3d)^2 - d^2] \times \frac{\omega\Delta t}{2\pi} \right) = 4\omega B_0 d^2 \text{이다.} \quad \text{정답①}$$

[오답피하기] ㄴ. 자기 선속의 변화율이 $\theta < 45^\circ$ 일 때는 $B_0 \times \frac{\pi[(2d)^2 - d^2]}{2\pi} \times \frac{\omega\Delta t}{\Delta t}$ 이고, $45^\circ < \theta < 90^\circ$ 일 때는 $B_0 \times \frac{\pi[(3d)^2 - d^2]}{2\pi} \times \frac{\omega\Delta t}{\Delta t}$ 이다. 따라서 $I_1 = \frac{8}{3} I_0$ 이다.

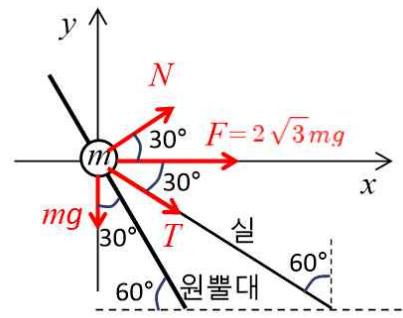
ㄷ. θ 가 90° 보다 약간 작을 때와 90° 보다 약간 클 때, 저항에 흐르는 전류의 세기가 같으므로 자기 선속 변화율의 크기가 같다. 따라서 Ⅱ에서 자기장의 세기는 I에서와 같은 B_0 이다.

17. 구심력

[정답맞히기] ㄱ. 물체가 원운동하는 궤도의 반지름은 $l \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} l$ 이다. 물체의 속력을 v 라고 하면, 원운동의 주기는 $\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ 이므로 $\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{2\pi}{v} (\frac{\sqrt{3}}{2} l) = \frac{\sqrt{3}\pi l}{v}$ 에서 $v = \sqrt{3gl}$ 이다.

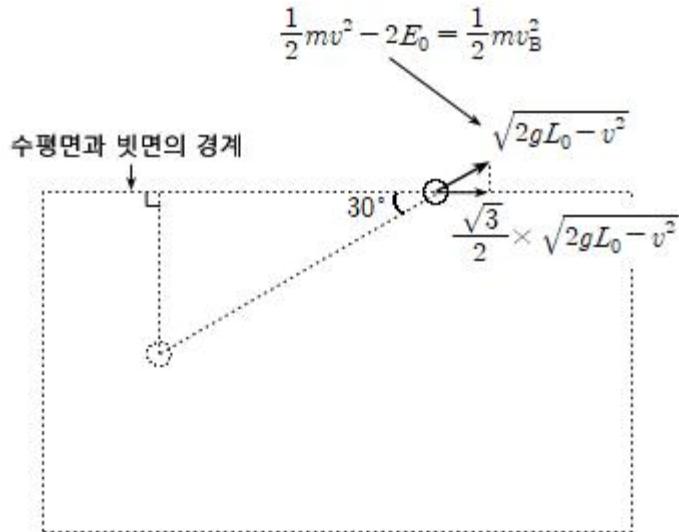
ㄴ. 물체에 작용하는 구심력의 크기를 F 라고 하면, $F = \frac{mv^2}{(\frac{\sqrt{3}}{2} l)} = 2\sqrt{3}mg$ 이다.

ㄷ. 물체에 작용하는 구심력의 방향을 $+x$ 방향, 물체에 작용하는 중력의 방향을 $-y$ 방향이라 하고. 원뿔대가 물체에 작용하는 수직 항력의 크기를 N , 실이 물체에 작용하는 힘의 크기를 T 라고 하자. y 축 방향으로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이므로 $N\sin 30^\circ = mg + T\cos 60^\circ \cdots ①$ 이고, x 축 방향으로 물체에 작용하는 알짜힘은 구심력(F)이므로 $N\cos 30^\circ + T\sin 60^\circ = 2\sqrt{3}mg \cdots ②$ 이다. ①, ②를 정리하면 $T = mg$ 이다. 정답⑤



18. 일과 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] 수평면에서 A, B에 작용하는 힘의 크기가 같고, 이동 거리는 B가 A의 2배이므로, 수평면에서 감소한 A의 운동 에너지를 E_0 이라고 하면 감소한 B의 운동 에너지는 $2E_0$ 이다. 따라서 수평면과 빗면 경계에 도달하는 순간 A의 운동 에너지는 $\frac{1}{2}mv^2 - E_0$ 이고, A의 속력은 $v_A = \sqrt{v^2 - \frac{2E_0}{m}}$ 이다. 빗면에서 역학적 에너지가 보존되므로 $\frac{1}{2}mv_A^2 = mg \times \frac{1}{2}L_0$, $v^2 - \frac{2E_0}{m} = gL_0$ 에서 $\frac{2E_0}{m} = v^2 - gL_0$ 이다. 수평면과 빗면 경계에 도달하는 순간 B의 속력은 $v_B = \sqrt{v^2 - \frac{4E_0}{m}} = \sqrt{2gL_0 - v^2}$ 이고, 속도의 수평 성분은 $v_B \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \sqrt{2gL_0 - v^2}$ 이다.



최고점에서 속도의 수평 성분이 0이고, 빗면에서 역학적 에너지가 보존되므로 $\frac{1}{2}m(2gL_0 - v^2) = \frac{1}{2}m \times \frac{3}{4}(2gL_0 - v^2) + mg \times \frac{L}{2}$ 에서 $L = \frac{L_0}{2} - \frac{v^2}{4g}$ 이다. 정답②

19. 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] Ⓣ. P에 흐르는 전류의 세기를 I 라고 하면, Q에 흐르는 전류의 세기는 $2I$ 이다. R에 흐르는 전류의 세기를 I_0 이라고 하자. R가 $y=d$ 에 고정되어 있을 때 a에서 P, Q, R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 y 성분은 0이므로 $k\frac{2I}{d} = k\frac{I}{2d} + k\frac{I_0}{\sqrt{2}d}\cos45^\circ$ 이므로 $I_0 = 3I$ 이다.

□. R가 y 축상의 $y=d$ 에 고정되어 있을 때 a에서 P, Q, R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 x 성분의 크기, y 성분의 크기를 각각 B_{ax} , B_{ay} 라고 하면, $B_{ax} = k\frac{3I}{\sqrt{2}d}\cos45^\circ = k\frac{3I}{2d}$ 이고 $B_{ay} = k\frac{2I}{d} - k\frac{I}{2d} - \frac{3I}{\sqrt{2}d}\cos45^\circ = 0$ 이다. 따라서 a에서 P, Q, R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 $B_a = k\frac{3I}{2d}$ 이다. Ⓛ. R가 y 축상의 $y=d$ 에 고정되어 있을 때 O에서 P, Q, R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 x 성분의 크기, y 성분의 크기를 각각 B_{0x} , B_{0y} 라고 하면 $B_{0x} = k\frac{3I}{d}$ 이고, $B_{0y} = k\frac{2I}{d} - k\frac{I}{d} = 0$ 이다. 따라서 O에서 P, Q, R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 $B_0 = k\frac{3I}{d}$ 이다. Ⓛ, Ⓜ를 정리하면 $B_0 = 2B_a$ 이다. 정답④

[오답피하기] Ⓛ. a에서 P에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 $-y$ 방향이다. $y=d$ 에 있던 R가 O에 가까워지면 a에서 P, Q, R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 y 성분의 크기는 증가하므로 R에 흐르는 전류의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다. R가 $x=d$ 에 고정되어 있을 때 a에서 P, Q, R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 y 성분은 0이므로 Q에 흐르는 전류의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다. 따라서 P, Q에 흐르는 전류의 방향은 같다.

20. 평면에서 등속도 운동과 등가속도 운동

[정답맞히기] $0 \leq x < L$ 을 구간 I, $L \leq x < 2L$ 을 구간 II, $2L \leq x < 3L$ 을 구간 III이라고 하자. A와 B가 p에서 만나고, A, B가 II에서 운동한 시간이 같으므로, I에서 A가 운동한 시간에서 B가 운동한 시간을 뺀 값은 III에서 B가 운동한 시간에서 A가 운동한 시간을 뺀 값과 같다. 따라서 III에서 A의 운동 방향이 x 축과 이루는 각을 θ 라고 하면 다음 관계가 성립한다.

$$\frac{L}{v\cos60^\circ} - \frac{L}{v\cos30^\circ} = \frac{L}{v\cos(90^\circ - \theta)} - \frac{L}{v\cos\theta} \dots\dots(1)$$

(1)에서 $\theta = 30^\circ$ 이므로, I, III에서 A, B의 속도는 다음과 같다.

• I: $\vec{v}_{IA} = (v\cos60^\circ, v\cos30^\circ) = (\frac{1}{2}v, \frac{\sqrt{3}}{2}v)$, $\vec{v}_{IB} = (\frac{\sqrt{3}}{2}v, -\frac{1}{2}v)$(2)

• III: $\vec{v}_{IA} = (\frac{\sqrt{3}}{2}v, -\frac{1}{2}v)$, $\vec{v}_{IB} = (\frac{1}{2}v, \frac{\sqrt{3}}{2}v)$(3)

II에서 A의 평균 속도가 $\left(\frac{1+\sqrt{3}}{4}v, \frac{\sqrt{3}-1}{4}v\right)$ 이므로 II에서 A의 변위의 y 성분은
 $L \times \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{3}+1} = (2 - \sqrt{3})L$ 이다. 그런데 I, III에서 A의 변위의 y 성분이 각각 $\sqrt{3}L$,
 $-\frac{1}{\sqrt{3}}L$ 이므로 $d = \left[\sqrt{3} + (2 - \sqrt{3}) - \frac{1}{\sqrt{3}} \right]L = \left(2 - \frac{\sqrt{3}}{3}\right)L$ 이다. 정답⑤