

2019학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 물리Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 속력과 속도

속력은 $\frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}}$ 이고, 속도는 $\frac{\text{변위}}{\text{걸린 시간}}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. A에서 B까지 이동 거리는 당구공이 운동한 경로의 길이이고, 변위의 크기는 A와 B를 이은 직선 거리이다. 이동 거리는 변위의 크기보다 크다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 이동 거리는 변위의 크기보다 크므로 평균 속력은 평균 속도의 크기보다 크다.

ㄷ. 당구공은 당구대의 벽면에 충돌 전후 운동 방향이 바뀌므로 운동 방향은 일정하지 않다.

2. 열전도율

금속 막대를 통해 전도되는 열량은 $Q = kA \frac{(T_1 - T_2)}{l} t$ 이다.

[정답맞히기] A와 B를 통해 전도되는 열량 Q 와 단면적 A , A, B의 길이가 L 로 같으므로 A, B의 열전도율은 온도 차이에 반비례한다. A의 양쪽의 온도 차이는 10°C 이

고, B의 양쪽의 온도 차는 30°C 이므로 열전도율은 A가 B의 3배이다. 따라서 $\frac{k_A}{k_B} = 3$

이다. **정답⑤**

3. 파동 함수

파동 함수의 절댓값의 제곱은 어느 위치에서 입자를 발견할 확률 밀도이다.

[정답맞히기] 학생 A : 파동 함수의 절댓값의 제곱 $|\psi(x)|^2$ 은 위치 x 에서 전자를 발견할 확률 밀도이다.

학생 B : $x = \frac{L}{2}$ 에서 파동 함수 $\psi(x) = 0$ 이므로 $x = \frac{L}{2}$ 에서 전자를 발견할 확률 밀도는 0이다.

학생 C : 전자는 입자의 성질과 파동의 성질의 모두 가지고 있다. **정답⑤**

4. 용수철 진자

용수철에 매달린 추에 작용하는 알짜힘의 크기는 변위의 크기에 비례하고, 알짜힘의 방향은 변위의 방향과 반대 방향이므로 추는 단진동을 한다.

[정답맞히기] 용수철 진자의 단진동 주기는 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ (m : 추의 질량, k : 용수철

상수)이다. 즉, 용수철 진자의 주기는 단진동의 진폭과는 무관하고, 추의 질량의 제곱근에 비례하고, 용수철 상수의 제곱근에 반비례한다. 따라서 ㄱ에서 변인은 용수철 상수이고, ㄴ에서 변인은 단진동의 진폭이고, ㄷ에서 변인은 추의 질량이다. 그러므로 주기와 각 변인의 관계로 가장 적절한 것은 ④이다. **정답④**

5. 축전기의 연결

직렬 연결된 축전기에 충전된 전하량이 같으므로 축전기의 양단에 걸리는 전압은 축전기의 전기 용량에 반비례한다.

[정답맞히기] 전기 용량이 C , $2C$ 인 축전기가 직렬로 연결되어 있으므로 전기 용량이 C 인 축전기의 양단에 걸리는 전압은 $\frac{2}{3}V$ 이다. 따라서 a의 전위 $V_a = \frac{1}{3}V$ 이다. 전기 용량이 $6C$, $3C$ 인 축전기가 직렬로 연결되어 있으므로 전기 용량이 $6C$ 인 축전기의 양단에 걸리는 전압은 $\frac{1}{3}V$ 이다. 따라서 b의 전위 $V_b = \frac{2}{3}V$ 이다. 그러므로 $V_b - V_a = \frac{1}{3}V$ 이다. **정답①**

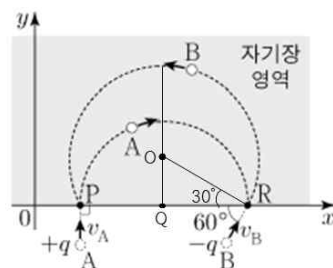
6. 도플러 효과

소리를 발생시키는 음원의 속력이 v_0 이고, 관찰의 속력이 V , 음속이 v 일 때, 음원에서 발생하는 소리의 진동수가 f_0 일 때, 관찰자가 측정하는 소리의 진동수는 $f = \frac{v \pm V}{v \mp v_0} f_0$ 이다.

[정답맞히기] 음파를 발생시키는 박쥐가 속력 v_0 으로 정지해 있는 벽을 향해 운동하므로 벽에서 반사되는 음파의 진동수는 $f' = \frac{v}{v - v_0} f_0$ 이다. 박쥐는 벽을 향해 운동하므로 벽에서 반사된 음파를 박쥐가 측정할 때 음파의 진동수는 $f = \frac{v + v_0}{v} f'$ 이다. 따라서 $f' = \frac{v}{v - v_0} f_0$ 이므로 $\frac{f}{f_0} = \frac{v + v_0}{v - v_0}$ 이다. **정답②**

7. 로런츠 힘

A는 P에서 x 축에 수직으로 입사하여 반원 경로를 따라 등속 원운동하여 R에서 x 축에 수직인 방향으로 나오고, B는 R에서 x 축과 60° 를 이루는 각으로 입사하여 등속 원운동하여 P에서 x 축과 60° 를 이루는 각으로 나온다. 그림과 같이 P와 R의 중간 지점 Q는 A가 운동하는 원의 중심이고, 점 O는 B가 운동하는 원의 중심이



다.

세기가 B 인 자기장 영역에서 속력 v 로 운동하는 전하량이 q 인 대전 입자에 작용하는 로런츠 힘이 구심력이 되므로 $qvB = m\frac{v^2}{r}$ 이다. 즉, 원운동의 반지름은 $r = \frac{mv}{qB}$ 이고, 주기는 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 자기장 영역에서 등속 원운동하는 A의 원운동 반지름은 $\overline{QR}$ 이고, B의 원운동의 반지름은 $\overline{OR}$ 이다. $\angle ORQ = 30^\circ$ 이므로 $\cos 30^\circ = \frac{\overline{QR}}{\overline{OR}}$ 이다. 따라서 A의 원운동의 반지름은 B의 원운동의 반지름의 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 배이다. 따라서 A, B의 질량과 전하량의 크기가 같으므로 $r = \frac{mv}{Bq}$ 에서 A의 속력은 B의 속력의 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 배이다.

ㄷ. 원운동의 주기 $\left(T = \frac{2\pi m}{qB}\right)$ 는 A, B가 서로 같다. 즉, 원운동의 주기를 T 라고 하면, A가 자기장 영역에서 운동하는 시간은 $\frac{1}{2}T$ 이고, B가 자기장 영역에서 운동하는 시간은 $\frac{2}{3}T$ 이다. 따라서 자기장 영역을 통과하는 데 걸리는 시간은 B가 A의 $\frac{4}{3}$ 배이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 양(+)전하를 띠는 A는 시계 방향으로 운동하므로 자기장 영역에서 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다.

8. 물질파와 간섭

전기장과 자기장이 형성된 영역 I에서 등속 직선 운동하는 전자의 속력은 $v = \frac{E}{B}$ 이고, 전자의 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{mv}$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 전자의 속력은 $v_2 = 4v_1$ 이므로 전자의 물질파 파장은 $\lambda_1 = 4\lambda_2$ 이다.

ㄷ. 간섭 무늬 간격은 물질파 파장에 비례하므로 $\Delta y_1 > \Delta y_2$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 전자의 속력은 $v = \frac{E}{B}$ 이므로 $v_2 = 4v_1$ 이다.

9. 빛의 굴절

[정답맞히기] ㄴ. 굴절률은 A가 B보다 작으므로 P의 속력은 A에서가 B에서보다 빠르다. 따라서 P의 파장은 A에서가 B에서보다 크다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 입사각이 같을 때 굴절각은 A가 B보다 크므로 굴절률은 B가 A보다 크다.

ㄷ. 단색광의 진동수는 매질에 관계없이 같다. 즉, P의 진동수는 A, B에서 서로 같다.

10. 레이저

유도 방출된 빛은 위상, 진동수가 서로 같다.

[정답맞히기] ㄴ. c는 b에 의해 유도 방출된 빛이므로 b와 c의 위상은 같다.

ㄷ. 레이저에서 방출되는 빛은 유도 방출에 의해 증폭된 빛이다. 따라서 (가)에서 s는 (나)에서 유도 방출된 빛 b 또는 c의 진동수와 같다. **정답 ⑤**

[오답피하기] ㄱ. 전이하는 전자의 에너지 준위 차는 a를 흡수할 때가 b를 방출할 때보다 크므로 진동수는 a가 b보다 크다.

11. 양자 터널 효과

[정답맞히기] ㄱ. 입자가 장벽을 투과할 확률이 A가 B보다 크므로 $E_A > E_B$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{(mv)^2}{2m}$ 이 되어 입자의 드브로이 파장은

$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$ 이다. 따라서 $E_A > E_B$ 이므로 $x < 0$ 인 영역에서 입자의 드브로이 파

장은 A가 B보다 짧다.

ㄷ. 퍼텐셜 장벽 U가 높을수록 입자가 장벽을 투과할 확률은 낮아진다.

12. 자기장 속에서 도선이 받는 힘과 힘의 평형

[정답맞히기] (가)에서 도선에 작용하는 탄성력의 크기를 F라 하고, 도선에 힘의 평형을 적용하면 $mg = F$ 이고, (나)에서 자기장 속에서 도선이 받는 힘의 크기는 BId 이므로 도선에 힘의 평형을 적용하면, $mg + BId = 3F$ 가 되어 $BId = 2mg$ 이고, $I = \frac{2mg}{Bd}$ 이다. **정답⑤**

13. 볼록 렌즈

[정답맞히기] ㄱ. 렌즈의 초점 거리를 f라 하고, $x = 20\text{cm}$, $x = 80\text{cm}$ 일 때, 볼록 렌즈 공식을 각각 적용하면, $\frac{1}{20} + \frac{1}{L-20} = \frac{1}{f}$, $\frac{1}{80} + \frac{1}{L-80} = \frac{1}{f}$ 이다.

$\frac{1}{20(L-20)} = \frac{1}{80(L-80)}$ 이 되어 $L = 100\text{cm}$, $f = 16\text{cm}$ 이다.

ㄴ. 볼록 렌즈에 의해 스크린에 나타나는 상은 실제 광선이 모여 만드는 실상이면서 위아래가 바뀐 도립상이다. 따라서 ㉠은 도립상이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 상의 배율 ㉡은 $m = \frac{b}{a} = \frac{(L-80)}{80} = \frac{1}{4}$ 이다.

14. 빈 법칙과 슈테판·볼츠만 법칙

[정답맞히기] ㄱ. 빈 법칙을 적용하면 흑체 표면의 절대 온도와 흑체 복사에서 에너지 세기가 가장 큰 전자기파의 파장 $\lambda_{\max}$ 는 서로 반비례한다. 따라서 A와 B의 $\lambda_{\max}$ 의 비가 1 : 2이므로 $T_A : T_B = 2 : 1$ 이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ, ㄷ. 슈테판 · 볼츠만 법칙을 적용하면 흑체에서 단위 시간당, 단위 면적당 복사하는 에너지는 흑체 표면의 절대 온도의 네제곱에 비례한다. 흑체 표면의 온도가 A가 B의 2배이므로 단위 시간당, 단위 면적당 복사하는 에너지는 A가 B의 16배이다. A, B에서 단위 시간당 복사하는 에너지를 각각 E_A , E_B 라고 하면,

$$\frac{E_A}{4\pi R^2} = \frac{16E_B}{4\pi(2R)^2} \text{이므로 } E_A = 4E_B \text{이다.}$$

15. 영의 간섭 실험

[정답맞히기] 영의 간섭 실험에서 두 슬릿에서 P까지의 이중 슬릿을 지난 두 광선의 경로차 Δ 는 $\Delta = d \sin \theta = \frac{3}{2}\lambda$ 이다. $\sin \theta = \frac{3\lambda}{2d}$ 이다. **정답③**

16. 균일한 전기장 영역에서 전하의 운동과 일 · 운동 에너지 정리

[정답맞히기] 점전하가 입사할 때 속력을 v 라고 하면 점전하의 경로와 x 축이 이루는 각이 30° 이므로 전기장 영역을 빠져 나오는 순간, y 방향의 속력과 점전하의 속력은 각각 $\frac{v}{\sqrt{3}}$, $\frac{2v}{\sqrt{3}}$ 이고 점전하의 운동 에너지는 $\frac{4}{3}K$ 이다. 또 전기장 내에서 점전하는

시간 t 동안 x 축 방향으로 $L = vt$ 만큼 운동하는 동안 y 방향으로 $\frac{v}{2\sqrt{3}}t = \frac{L}{2\sqrt{3}}$ 만큼

운동한다. 따라서 전기장 내에서 점전하에 한 일은 $qE \times \frac{L}{2\sqrt{3}} = \frac{4}{3}K - K$ 이므로

$$E = \frac{2\sqrt{3}K}{3qL} \text{이다.} \quad \text{정답②}$$

17. 열역학 제1법칙

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 피스톤이 정지해 있으므로 A, B, C의 압력은 P_2 로 같다.

ㄴ. A, B, C를 하나의 기체로 취급하면 (가)→(나) 과정에서 기체가 외부에 한 일은 0이므로 기체의 내부 에너지 변화량의 합은 기체가 흡수한 열 $2Q$ 와 같다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. A, B, C를 하나의 기체로 취급하면 기체는 등적 과정이다. 등적 과정에서 $(\Delta P) \cdot V = nR\Delta T$ 이다. 열역학 제1법칙을 적용하면,

$$2Q = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}(P_2 - P_1)V \text{이다. 따라서 } P_2 - P_1 = \frac{4Q}{3V} \text{이다.}$$

18. RLC 회로

[정답맞히기] ㄱ. 진동수가 f 일 때, 코일의 유도 리액턴스와 축전기의 용량 리액턴스를 각각 X_L , X_C 라고 하면, 스위치를 a와 b에 연결했을 때 회로에 임피던스는 같으므로 $R^2 + (X_L - X_C)^2 = R^2 + X_C^2$ 가 되어 $X_L = 2X_C$ 이다.

ㄴ. 축전기의 전기 용량, 코일의 유도 계수를 각각 C , L 이라고 하면, $X_L = 2X_C$ 이므로 $2\pi fL = 2 \times \frac{1}{2\pi fC}$ 이 되어 $f = \frac{\sqrt{2}}{2\pi\sqrt{LC}} = \sqrt{2}f_0$ 이다. 따라서 $f_0 = \frac{f}{\sqrt{2}}$ 이다.

ㄷ. 교류 전원의 진동수가 f 일 때, 회로의 임피던스는 $\sqrt{R^2 + X_C^2}$ 이다. 교류 전원의 진동수를 $\frac{f}{2}$ 로 바꾸면 유도 리액턴스는 $\pi fL = X_L$ 이고, 용량 리액턴스는 $\frac{1}{\pi fC} = 2X_C$ 가 되어 임피던스는 $\sqrt{R^2 + X_C^2}$ 이다. 따라서 회로에 흐르는 전류의 최댓값은 I 이다.

정답⑤

19. 운동량 보존

[정답맞히기] A와 B가 충돌한 후 A, B가 $+y$ 방향으로 이동한 거리는 같으므로 충돌 후 A, B의 y 성분의 속도는 같다. 충돌 후 A, B의 y 성분의 속도는 v , x 성분의 속도의 크기는 각각 v_A , v_B 라고 하자.

운동량 보존 법칙을 적용하면, y 성분 : $1 = v + mv$ 이고, x 성분 : $v_A = mv_B$ 이다. P에서 다시 충돌할 때까지 걸린 시간을 t 라고 하면, $t = \frac{4L}{3v}$ 이고, $v_At + v_Bt = 6L$ 이므로 $v_A + v_B = \frac{9}{2}v$ 이다. 따라서 $v_A = \frac{9}{2}mv^2$, $v_B = \frac{9}{2}v^2$ 이다. 충돌 전후 운동 에너지가 보존되므로 $\frac{1}{2} \times 1 \times 1 = \frac{1}{2} \times 1 \times (v^2 + v_A^2) + \frac{1}{2} \times m \times (v^2 + v_B^2)$ 에서 $1 = v + \frac{81}{4}mv^3$ 이다. 따라서 $v = \frac{2}{9} \text{ m/s}$ 이고, $m = \frac{7}{2} \text{ kg}$ 이다.

정답②

20. 포물선 운동

[정답맞히기] A를 던진 순간 A의 속도를 분해하면, 수평 성분의 속도는 $\sqrt{3}v$, 연직 성분의 속도는 v 이다. A, B가 P에 도달하는 데 걸린 시간을 t 라 하면, 시간 t 동안 A의 변위의 연직 성분은 $-H$ 이므로 $-H = vt - \frac{1}{2}gt^2$ --- ①이다. B가 P에 도달하는 데

걸린 시간은 $t = \frac{L}{v} + \sqrt{\frac{2H}{g}}$ --- ②이다. $H = \frac{8v^2}{9g}$ 이므로 $\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{4v}{3g}$ 이다. ①에 ②를

대입하여 정리하면, $\frac{1}{3}L = \frac{4v^2}{3g} - \frac{gL^2}{2v^2}$ 이다. 따라서 $L^2 + \frac{2v^2}{3g}L - \frac{8v^4}{3g^2} = 0$ 이므로

$\left(L - \frac{4v^2}{3g}\right)\left(L + \frac{2v^2}{g}\right) = 0$ 에서 $L = \frac{4v^2}{3g}$ 이다.

정답④
