

2009학년도 대학수학능력시험 과학탐구영역 ( 물리Ⅱ )

정답 및 해설

<정답>

1.① 2.② 3.④ 4.④ 5.③ 6.① 7.⑤ 8.⑤ 9.② 10.③  
11.⑤ 12.⑤ 13.④ 14.③ 15.④ 16.① 17.② 18.⑤ 19.① 20.③

<해설>

1. ㄱ, ㄴ. 비행기가 곡선 경로를 따라 운동하므로 변위의 크기는 이동거리보다 작다. 따라서 평균속도의 크기는 평균속력보다 작다.  
ㄷ. 비행기의 높이가 변하므로 중력에 의한 위치에너지가 변한다.

2. 질량과 수평면에 도달하는 순간의 속력이 같으므로, 수평면에 도달할 때의 역학적 에너지가 같다. 그런데 역학적 에너지가 보존되므로

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mg(2h) = \frac{1}{2}m(2v_0)^2 + mgh \text{ 에서 높이는 } h = \frac{3v_0^2}{2g} \text{ 이다.}$$

3. ㄱ. 0초일 때와  $2t_0$ 초일 때 높이는 같지만 수평 위치가 같지 않다. 따라서 변위의 크기는 0이 아니다.

ㄴ. 승강기에서 물체를 가만히 놓았으므로 승강기에서 볼 때 물체는 자유낙하 운동을 한다. 따라서 승강기에 대한 물체의 속도 방향은 변하지 않는다.

ㄷ.  $t_0$ 초일 때 속도의 수평 성분은 같고, 승강기와 물체의 속도의 연직 성분은 각각  $v_0$ , 0이다. 따라서  $t_0$ 초일 때 승강기에 대한 물체의 속도의 크기는  $v_0$ 이다.

4. ㄱ. 충돌 전 A는 위치의 x성분이 4m로 일정하고 y성분만 증가한다. 따라서 충돌 전 A의 운동 방향은 +y방향이다.

ㄴ. 충돌 전 A의 속도는 +y방향으로 8m/s이고 B의 속도는 +x방향으로 4m/s이다. 그런데 운동량의 x성분과 y성분 모두 보존되므로, 충돌 후 한 덩어리가 된 물체의 속도의 x성분은  $v_x = 2\text{m/s}$ 이고 y성분은  $v_y = 4\text{m/s}$ 이다. 따라서 충돌 후 한 덩어리가 된 물체의 속력은  $v = \sqrt{2^2 + 4^2} = 2\sqrt{5}(\text{m/s})$ 로 충돌 전 B의 속력과 같지 않다.

ㄷ. 충돌 전 운동에너지의 합은  $E_1 = \frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 + \frac{1}{2} \times 1 \times 8^2 = 40(\text{J})$ 이고, 충돌 후 운동에너지의 합은  $E_2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 20 = 20(\text{J})$ 이다. 따라서 운동에너지의 합은 충돌 전이 충돌 후보다 20J만큼 크다.

5. ㄱ. 만유인력의 크기는 떨어진 거리의 제곱에 반비례한다. 따라서 만유인력의 크기는 p에서가 q에서보다 크다.

ㄴ. 행성으로부터 멀수록 위치에너지가 크다. 그런데 역학적 에너지가 보존되므로 위치에너지가 클수록 운동에너지가 작다. 따라서 B의 운동에너지는 p에서가 q에서보다 크다.

ㄷ. p를 통과할 때 속력이 같으므로 운동에너지가 같고, 같은 위치이므로 위치에너지가 같다. 따라서 A와 B의 역학적 에너지는 같다. 따라서 A의 속력이 0이 될 때, A의 위치에너지는 B의 역학적 에너지와 같다.

6. ㄱ. A→B 과정에서 부피가 변하지 않으므로 외부에 한 일은 0이다.

ㄴ. 내부에너지는  $U = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} PV$ 이므로 압력과 부피의 곱에 비례한다. 따라서 A상태의 내부에너지를  $U_0$ 라고 하면 B와 C상태의 내부에너지는 각각  $2U_0$ ,  $6U_0$ 이다. 그런데 A→B 과정에서 내부에너지 변화량은 받은 열량과 같으므로  $\Delta U = U_0 = Q_0$ 이다. 따라서 B→C 과정에서 내부에너지 증가량은  $4U_0 = 4Q_0$ 이다.

ㄷ. C→A 과정에서 내부에너지가 감소하므로  $\Delta U < 0$  이고, 외부로부터 일을 받으므로  $W < 0$  이다. 따라서 외부로부터 받은 열량은  $Q = W + \Delta U < 0$  이다. 즉, 외부로 열을 방출한다.

7. ㄱ. 전류가 흐르지 않으므로 저항에 걸리는 전압은 0이다. 따라서 키르히호프의 법칙에 따라 A와 B 양단의 전위차는 같다.

ㄴ.  $S_2$ 를 닫기 전 A에 충전된 전하량이  $C_1 V$ 이다. 그런데  $S_2$ 를 닫으면 전하가 A와 B에 나뉘어 충전된다. 따라서 B에 충전된 전하량은  $C_1 V$ 보다 작다.

ㄷ.  $S_2$ 를 닫기 전 A에 저장된 전기에너지가  $\frac{1}{2} C_1 V^2$ 이다. 따라서  $S_2$ 를 닫으면 A에 저장된 전기에너지는  $\frac{1}{2} C_1 V^2$ 보다 작다.

8. ㄱ. 주기가 같으므로 A와 B의 각속도는 같다.

ㄴ.  $v = \omega r$ 이므로 각속도  $\omega$ 가 같으면 회전 속력은 반지름에 비례한다. 따라서 속력은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 구심가속도의 크기는  $a = \omega^2 r$ 이므로 각속도  $\omega$ 가 같으면 반지름에 비례한다. 따라서 구심가속도의 크기는 A가 B보다 크다.

9. ㄱ. 내부에너지는  $U = \frac{3}{2} nRT$ 인데 A와 B의 몰수는 같고 A에서의 온도가 B에서보다 낮다. 따라서 내부에너지는 A가 B보다 작다.

ㄴ. A가 단열 압축되어 C의 상태가 된다. 따라서 압력은 A에서가 C에서보다 작다.

ㄷ. B가 단열 팽창하여 D의 상태가 되므로 B의 온도가 D의 온도보다 높다. 따라서 입자 1개의 평균 운동에너지는 B에서가 D에서보다 크다.

10. ㄱ. 스위치가 열려 있을 때 a에 흐르는 전류가 1A이므로

$$E = 1 \times 6 + 1 \times 6 = 12 \text{ (V) 이다.}$$

ㄴ. 스위치를 닫을 때 위쪽 6Ω에 흐르는 전류를  $I_1$ , 3Ω에 흐르는 전류를  $I_2$ , 아래쪽 6Ω에 흐르는 전류를  $I_3$ 라고 하면 키르히호프의 법칙에 따라 다음 식이 성립한다.

$$I_1 = I_2 + I_3 \text{ -----(1)}$$

$$-3I_2 + 6I_3 = 0 \text{ -----(2)}$$

$$12 - 6I_1 - 6I_3 = 0 \text{ -----(3)}$$

(2)에서  $I_2 = 2I_3$ 이고 이것을 (1)에 대입하면  $I_1 = 3I_3$ 가 된다. 이것을 (3)에 대입하면  $I_3 = 0.5$ 이다. 따라서 c에 흐르는 전류의 세기는 0.5A이다.

ㄷ. a와 b의 전위차는 위쪽 6Ω에 걸린 전압과 같고,  $I_1 = 1.5\text{A}$ 이므로 위쪽 6Ω에 걸린 전압은  $1.5 \times 6 = 9\text{(V)}$ 이다. 따라서 a는 b보다 전위가 9V 높다.

11. ㄱ. A에 의한 전기장은 A로부터 멀어지고 B에 의한 전기장은 B쪽을 향한다. 따라서 A는 (+)전하이므로 B는 (-)전하이므로.

ㄴ. 전기장의 방향이 +x방향이므로, A와 B에 의한 전기장의 y성분이 서로 상쇄된다. 따라서 A와 B의 전하량의 크기는 같다.

ㄷ. y축 위의 모든 지점에서 전기장의 방향이 +x방향이므로, y축은 같은 등전위면에 속한다. 따라서 O와 P에서 전위는 같다.

12. ㄱ. 자기력의 크기가  $F = qvB$ 로 일정하다. 따라서 가속도의 크기는 일정하다.

ㄴ. 자기력의 방향과 입자의 운동 방향은 항상 수직이므로 순간 일률이 항상 0이다. 따라서 A에서 B까지 자기력이 입자에 한 일은 0이다.

ㄷ. 회전 반지름을  $r$ 라고 하면 피타고라스의 정리에 의해  $r^2 = (3d)^2 + (r-d)^2$ 에서  $r = 5d$ 이다. 따라서  $qvB = \frac{mv^2}{5d}$ 에서 자기장의 세기는  $B = \frac{mv}{5dq}$ 이다.

13. ·철수 : 축전기가 완전히 충전되면 전기장이 변하지 않으므로 자기장도 유도되지 않는다. 따라서 전자기파가 발생하지 않는다.

·영희 : (나)에서는 교류가 흐르므로 축전기에 충전되는 전하량이 계속해서 변하고, 그에 따라 평행판 사이의 전기장이 변한다. 그리고 전기장의 변화는 자기장을 유도하고, 유도되는 자기장의 변화에 의해 다시 전기장이 유도된다. 따라서 전자기파가 발생한다.

· 민수 : (다)의 검출 고리에 불꽃 방전이 일어난 것은 검출 고리를 통과하는 자기장의 변화에 의해 기전력이 유도되었기 때문이다. 따라서 유도 코일에서 불꽃 방전이 일어날 때 전자기파가 발생했다는 것을 알 수 있다.

**14.** ㄱ. 코일에 걸리는 전압은 전류보다 위상이 항상  $\frac{\pi}{2}$  만큼 앞선다.

ㄴ. 교류 전원의 진동수가  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  이므로, 스위치를 B에 연결하면 코일의 유도리액턴스는  $X_L = 2\pi fL = \sqrt{\frac{L}{C}}$  이다.

축전기의 용량리액턴스는  $X_C = \frac{1}{2\pi f(2C)} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$  이다.

따라서 회로의 임피던스는  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + \frac{L}{4C}}$  이다.

ㄷ. 스위치를 A에 연결할 때 공진이 일어나므로 회로에 흐르는 전류가 더 크다. 따라서 저항의 소비전력이 B에 연결할 때보다 크다.

**15.** · 철수 : 음극선은 (-)전하인 전자의 흐름이다.

· 영희 : (-)전하에 작용하는 전기력의 방향은 전기장의 반대 방향이다.

· 민수 : (라)에서 입자가 전기력의 반대 방향으로 휘었다. 따라서 자기력의 크기가 전기력의 크기보다 크다는 것을 알 수 있다.

**16.** ㄱ.  $\lambda_1$ 은  $n=2$ 로 전이할 때 방출되는 빛이므로 발머 계열에 속한다. 그런데 (가)에서 발머 계열은 가시광선 영역에 포함된다. 따라서  $\lambda_1$ 은 가시광선 영역에 있다.

ㄴ.  $\lambda_3$ 은  $n=1$ 로 전이할 때 방출되는 빛이다. 따라서 라이먼 계열에 속한다.

ㄷ. 라이먼 계열의 광자 1개의 에너지가 발머 계열의 광자 1개의 에너지보다 크다.

**17.**  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ 의 광자 1개의 에너지를 각각  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ 이라고 하면  $E_3 = E_1 + E_2$ 가 성립한다. 그런데 광자 1개의 에너지는 파장에 반비례하므로,  $\frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$ 가 성립한다.

**18.** (가) :  $83 = Z - 1$ 에서 (가)의 원자번호는  $Z = 84$ 이다.

(나) :  $84 = 82 + x$ 에서 (나)의 원자번호는  $x = 2$ 이고,  $210 = 206 + y$ 에서 (나)의 질량수는  $y = 4$ 이다. 따라서 (나)는  $\alpha$ 입자이다.

**19.** (가) : 2개의 u쿼크와 1개의 d쿼크로 이루어져 있으므로 전하량

$2 \times \frac{2}{3} e + \left(-\frac{1}{3} e\right) = e$ 이다. 따라서 (가)는 양성자이다.

(나) : 1개의 u쿼크와 2개의 d쿼크로 이루어져 있으므로 전하량이

$$\frac{2}{3} e + 2\left(-\frac{1}{3} e\right) = 0$$

이다. 따라서 (가)는 중성자이다.

**20.** (가)에서 A의 속력을  $v$ 라고 하면  $\frac{mv^2}{R} = mg$ 에서 운동 에너지는

$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{mgR}{2}$ 이다. 그런데 줄이 끊어져 A가 C와 충돌하여 한 덩어리가 되면 질량

이 2배가 되고 운동량이 보존되므로 운동에너지는  $\frac{p^2}{2m}$ 에서  $\frac{1}{2}$ 배로 감소하여

$\frac{mgR}{4}$ 가 된다. 따라서  $\frac{1}{2} kL^2 = \frac{mgR}{4}$ 에서 용수철 상수는  $k = \frac{mgR}{2L^2}$ 이고, 단진동

의 주기는  $T = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}} = 4\pi\sqrt{\frac{L^2}{gR}}$ 이다.