

2009학년도 대수능 9월 모의평가 과학탐구영역 (물리Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

1. ② 2. ② 3. ① 4. ② 5. ⑤ 6. ① 7. ⑤ 8. ③ 9. ④ 10. ④
 11. ③ 12. ④ 13. ② 14. ① 15. ② 16. ① 17. ③ 18. ④ 19. ⑤ 20. ③

<해설>

1. ㄱ. 물레방아의 반지름을 r 이라고 할 때 반 바퀴 회전하는 동안 변위의 크기는 $2r$ 이고, 이동거리는 πr 이다.

ㄴ. 최저점을 지날 때 속도 방향은 원궤도의 접선 방향이고, 구심 가속도 방향은 원의 중심 방향이다.

ㄷ. 등속 원운동을 하므로 구심가속도의 크기는 $\frac{v^2}{r}$ 로서 일정하다.

2. ㄱ. 3초일 때 속력은 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{3^2 + 6^2} = 3\sqrt{5}(m/s)$ 이다.

ㄴ. 2초일 때 가속도의 크기는 $a_2 = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{1^2 + 2^2} = \sqrt{5}(m/s^2)$ 이고, 7초일 때 가속도의 크기는 $a_7 = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5}(m/s^2)$ 이므로 이 둘은 서로 같다.

ㄷ. 속도-시간 그래프의 밑넓이는 변위와 같다. 따라서 0-10초 사이에서 변위의 x 성분의 크기는 0-10초 사이에서 v_x-t 그래프의 밑넓이와 같은 62.5m이고, y 성분의 크기는 0-10초 사이에서 v_y-t 그래프의 밑넓이와 같은 87.5m이다.

3. A는 수평 투사되었으므로 수평 방향으로 등속도 운동을 한다. 따라서 $v_A \times t = \frac{h}{2}$ 가 성립하고, 충돌 시각인 t 까지 A와 B가 연직 방향으로 이동한 거리의 합은 h 와 같으므로 $\frac{1}{2}gt^2 + (v_B t - \frac{1}{2}gt^2) = v_B t = h$ 가 성립한다.

이 두 식으로부터 $v_A : v_B = \frac{1}{2} : 1 = 1 : 2$ 가 된다.

4. 인공위성에 작용하는 행성에 의한 만유인력이 구심력의 역할을 하므로

$$m \frac{v^2}{r} = G \frac{Mm}{r^2} \text{ 이 성립하고, 인공위성의 운동 에너지 } E_0 \text{ 는 } E_0 = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{GMm}{2r} \text{ 이 되}$$

고, 궤도 반지름 r 은 $r = \frac{GMm}{2E_0}$ 가 된다.

5. • 철수 : 용수철진자의 주기는 진폭과 무관하므로 (다)와 (라)의 주기는 서로 같다.
- 영희 : 중력과 탄성력이 평형을 이루므로 $mg=kx$ 이 성립한다. (마)는 (나)에 비해 질량 m 이 2배이므로 평형 상태에서 용수철의 늘어난 길이 x 도 2배이다.
 - 민수 : 용수철진자의 주기 T 는 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 와 같으므로 질량이 m 이 클수록 주기 T 는 길어진다. 따라서 주기는 (바)가 (다)보다 더 길다.

6. ㄱ. 이상기체의 상태방정식 $PV=nRT$ 로부터 부피 V 와 절대 온도 T 가 서로 비례할 경우 압력 P 는 일정하다. 따라서 A→B 과정에서 기체의 압력은 일정하다.
- ㄴ. B→C 과정에서 기체의 절대온도는 $2T_0$ 로 일정하고, 부피는 $2V_0$ 에서 V_0 로 감소하므로 기체가 외부로부터 일을 받고, 기체는 외부로 열을 방출한다.
- ㄷ. C→A 과정에서 기체의 부피는 V_0 로 일정하므로 기체가 외부에 하는 일 $W=P\Delta V=0$ 이 된다.

7. ㄱ. 기체의 압력은 대기압과 추의 무게를 합한 것과 평형을 계속해서 이루므로 실린더 안에 기체의 압력은 일정하게 유지된다.
- ㄴ. 열역학 제1법칙 $Q=\Delta U+P\Delta V$ 로 열 Q 가 기체에 가해질 때 기체는 외부에 일 $P\Delta V$ 를 하면서 내부에너지 $\Delta U=\frac{3}{2}nR\Delta T$ 가 증가한다. 즉 이상 기체의 온도는 (나)가 (가)보다 더 높다.
- ㄷ. (가)에서 (나)로 변하는 동안 이상기체의 부피는 팽창하므로 기체는 외부에 대해 $W=P\Delta V$ 만큼의 일을 하였다.

8. ㄱ. 전기장은 +1C의 전하가 받는 힘과 같으므로 a와 b에서 전기장의 방향은 오른쪽으로 서로 같다.
- ㄴ. a와 b에서 +1C이 받는 전기력의 크기가 서로 다르므로 전기장의 세기는 서로 다르다.
- ㄷ. 전기력선과 등전위면은 만나는 모든 점에서 수직을 이루므로 선분 ab는 등전위면이다. 따라서 a와 b는 전위가 서로 같다.

9. ㄱ. d 에서 물체가 받는 전기력의 크기는 $qE=q\frac{V_0}{2d}$ 이다.
- ㄴ. $2d$ 에서 $3d$ 까지는 등전위므로 전기장의 세기는 0이고, 물체가 받는 전기력 qE 는 0이므로 물체는 등속도 운동을 한다.
- ㄷ. 물체에 공급해주는 전기적인 에너지 $W=qV_0$ 는 물체의 운동에너지 증가량 ΔE_k 와 같다.

10. 전지 1개의 전압을 V 라 하고, 저항 1개의 저항값을 R 이라고 하면 스위치를 A에 연결했을 때 왼쪽 저항에 걸리는 전압은 $\frac{2}{3}V$ 이고, 병렬로 연결된 오른쪽 두 저항에 걸리는 전압은 $\frac{1}{3}V$ 이다. 따라서 $V_0 = \frac{1}{3}V$ 이다. 또한 점 a에 흐르는 전류 I 는 $I = \frac{2V}{3R} = \frac{4V}{3R}$ 이고, 점 b에 흐르는 전류 I' 은 $I' = \frac{4V}{3R} \times \frac{1}{2} = \frac{2V}{3R}$ 이다. 스위치를 B에 연결했을 때 b와 c 사이에 걸리는 전압은 V 가 되므로 전압은 V_0 보다 커지고, 전류는 합성저항이 $\frac{3}{2}R$ 에서 $2R$ 보다 더 큰 값으로 증가하기 때문에 I_0 보다 작아진다.

11. Γ . 가변저항의 저항값이 R 보다 작으면 위에 있는 저항 R 보다 아래에 있는 가변저항에서의 전압강하가 더 작으므로 a의 전위는 b의 전위보다 낮아지게 된다.
 \sqcup . 가변저항의 저항값이 R 이면 축전기 양단의 전위가 서로 같으므로 축전기에 걸리는 전압은 0이 되고, 따라서 축전기의 전하량은 0이 된다.
 \sqsubset . 가변저항의 저항값이 0이면 축전기에 걸리는 전압은 $\frac{1}{2}V$ 이므로 축전기에 저장되는 에너지는 $W = \frac{1}{2}C \times \left(\frac{V}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}CV^2$ 이 된다.

12. Γ . 균일한 자기장 영역에서 등속도 운동을 하려면 아래 방향의 중력과 위 방향의 로렌츠 힘이 서로 평형을 이루어야 한다. 로렌츠 힘이 위 방향이 되려면 플레밍의 왼손 법칙으로부터 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 들어가는 방향이 되어야 한다.
 \sqcup . 중력과 로렌츠 힘의 평형 조건으로부터 $mg = qv_x B = q \times v_0 \cos 45^\circ \times B$ 이 성립하므로 자기장의 세기 B 는 $B = \frac{\sqrt{2}mg}{qV_0}$ 가 된다.
 \sqsubset . 물체가 운동하는 동안에는 중력과 로렌츠 힘이 작용하므로 물체의 역학적 에너지는 보존된다. 따라서 물체가 수평면에 도달하는 순간의 속력은 v_0 이다.

13. Γ . 전자가 궤도를 전이하는 동안 에너지 준위의 차이는 (가)가 (나)보다 더 크므로 (가)보다 (나)에서 전자의 에너지가 더 크게 감소한다.
 \sqcup . 보어의 제2가설 $hf = h\frac{c}{\lambda} = E_n - E_m$ 로부터 파장 λ 와 에너지 준위의 차이는 서로 반비례한다. 따라서 (가)보다 (나)에서 방출되는 전자기파의 파장이 더 길다.
 \sqsubset . 보어의 제1가설 $2\pi r_n = n\lambda_n$ 에서 궤도 반지름 r_n 은 주양자수 n 의 제곱, 즉 n^2 에 비례하므로 전자의 물질파 파장 λ_n 은 n 에 비례한다. 따라서 $n=1$ 보다 $n=3$ 에서 전자의 물질파 파장이 더 길다.

14. 중력과 전기력의 평형 조건으로부터 $mg=qE=q\frac{V}{d}$ 이 성립하고, 따라서 전하량 q 는 $q=\frac{mgd}{V}$ 가 된다. IV는 II에 비해 전하량이 2배이므로 얻은 전자수가 2배이다.

15. ㄱ. 스위치를 A에 연결했을 때 축전기에 걸리는 전압은 전류보다 위상이 $\frac{\pi}{2}$ 만큼 느리다.

ㄴ. 교류 전원의 진동수가 고유 진동수이므로 스위치를 B에 연결했을 때 전체 전압 V 는 $V=\sqrt{V_R^2+(V_L-V_C)^2}$ 에서 $V_L=V_C$ 이므로 $V=V_R$ 이 되고, 따라서 a와 b 사이에서 전압은 0이다.

ㄷ. 스위치를 A에 연결했을 때 R_1 의 소비전력은 $P_{R_1}=I_1^2R_1$ 이고, 스위치를 B에 연결했을 때 R_2 의 소비전력은 $P_{R_2}=I_2^2R_2$ 인데, $I_1 \neq I_2$ 이므로 $P_{R_1} \neq P_{R_2}$ 이다.

16. • 영희 : a 입자의 산란은 원자의 중심에 밀집된 양전하들과 역시 양전하를 띤 a 입자와의 전기적인 척력 때문에 일어난다.

• 민수 : 양전하들을 원자핵 안에 묶어 놓는 힘은 중력이 아니라 강한 핵력이다.

• 철수 : 러더퍼드의 원자모형으로는 연속 스펙트럼이 나와야 하고, 불연속 스펙트럼은 보어의 원자모형으로 설명된다.

17. ㄱ. 핵반응식 $C_6^{14} \rightarrow X_7^{14} + e_{-1}^0$ 이 성립하므로 X 원자핵의 질량수는 14이다.

ㄴ. X 원자핵의 중성자 수는 $14-7=7$ 이다.

ㄷ. X 원자핵의 양성자 수는 원자번호와 같으므로 7이다.

18. 핵반응식에서 원자번호와 질량수는 보존되므로 (가)는 He_2^4 , 즉 α 입자이고, (나)는 H_1^1 , 즉 양성자이다. 그리고 (다)는 중성자 n_0^1 이다. 그런데 자기장 속에서는 로렌츠 힘이 구심력의 역할을 하여 등속 원운동을 하므로 $m\frac{v^2}{r}=qvB$, $r=\frac{mv}{qB}$ 이 성립하고, 궤도 반지름 r 은 질량 m 에 비례한다. 따라서 자기장 속에서 직진하는 a는 전하를 띠지 않은 중성자 n_0^1 이고, b는 c보다 궤도 반지름이 더 크므로 질량이 더 크다는 것을 알 수 있고, 따라서 b는 He_2^4 이고, c는 H_1^1 라는 것을 알 수 있다.

19. ㄱ. 주어진 그래프로부터 충돌 전 A의 속력은 B의 속력의 2배라는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 충돌 전과 후 상대속도가 서로 교환되므로 충돌 후 A는 $-y$ 축 방향으로 운동하고, B는 $+x$ 축 방향으로 운동한다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. 충돌 전과 후 A와 B의 속도는 서로 교환되므로 완전탄성충돌을 한다는 것을 알 수 있고, 완전탄성충돌을 하면 역학적 에너지가 보존되므로 충돌 전후에 A와 B의 운동에너지의 합은 보존된다는 것을 알 수 있다.

20. ㄱ. (가)와 (나)에서 구심력을 각각 F_1 , F_2 라고 하면

$$\frac{mg}{F_1} = \frac{mg}{M_1 g \cos 30^\circ} = \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}, \quad \frac{mg}{F_2} = \frac{mg}{M_2 g \cos 60^\circ} = \tan 60^\circ = \sqrt{3} \text{이 성립한다.}$$

따라서 $\frac{\frac{\sqrt{3}}{2} M_1 g}{\frac{1}{2} M_2 g} = 3$, $M_1 = \sqrt{3} M_2$ 이 된다.

ㄴ. 고무마개에 작용하는 구심력의 크기는 (가)의 경우가 $M_1 g \cos 30^\circ = \sqrt{3} mg$ 이고, (나)의 경우가 $M_2 g \cos 60^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} mg$ 이므로 (가)의 경우가 (나)의 경우의 3배이다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 운동에너지의 비는 다음과 같다.

$$m \frac{v_1^2}{r_1} = M_1 g \cos 30^\circ, \quad \frac{1}{2} m v_1^2 = M_1 g \cos 30^\circ r_1 = M_1 g \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times l \cos 30^\circ = \frac{3}{4} M_1 g l$$

$$m \frac{v_2^2}{r_2} = M_2 g \cos 60^\circ, \quad \frac{1}{2} m v_2^2 = M_2 g \cos 60^\circ r_2 = M_2 g \times \frac{1}{2} \times l \cos 60^\circ = \frac{1}{4} M_2 g l$$

따라서 $\frac{\frac{1}{2} m v_1^2}{\frac{1}{2} m v_2^2} = \frac{M_1 g l \times \frac{3}{4}}{M_2 g l \times \frac{1}{4}} = \frac{M_1}{M_2} \times 3 = \frac{\sqrt{3} M_2}{M_2} \times 3 = 3\sqrt{3}$ (배) 가 된다.