

2010학년도 대수능 9월 모의평가 과학탐구영역 (물리Ⅱ)

정답 및 해설

〈정답〉

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

〈해설〉

1. ㄱ. A가 운동하는 동안 작용하는 중력과 수직항력이 변하지 않으므로 합력이 일정하다. 따라서 A는 등가속도 운동을 한다.

ㄴ. 운동한 시간은 같고 이동거리는 B가 A보다 크다. 따라서 B의 평균속력이 A보다 빠르다.

ㄷ. A와 B의 질량이 같다. 따라서 A와 B에 작용하는 중력은 같다.

2. ㄱ. 사과에 작용하는 힘은 중력뿐이며, 중력은 연직 아래 방향으로 일정하다. 따라서 사과는 등가속도 운동을 한다.

ㄴ. B와 사과의 속도의 수평 성분이 같다. 따라서 B에 대한 사과의 상대 속도의 방향은 연직 아래 방향이다.

ㄷ. A에 대한 사과의 속도가 B에 대한 사과의 속도보다 크기가 크다.

3. ㄱ. 추는 중력과 장력을 받아 등속 원운동 한다. 따라서 추에 작용하는 구심력은 중력과 장력의 합력과 같다.

ㄴ. $\tan\theta = \frac{\text{구심력}}{mg}$ 가 성립하므로 구심력은 $mg\tan\theta$ 이다.

ㄷ. $\frac{mv^2}{R} = mg\tan\theta$ 에서 회전 속력은 $v = \sqrt{gR\sin^2\theta\tan\theta}$ 이다. 따라서 원운동의 주기

는 $T = \frac{2\pi R}{\sqrt{gR\tan\theta}} = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g\tan\theta}}$ 이다.

4. • 철수 : 자유전자는 에보나이트 판의 (-)전하로부터 척력을 받는다. 따라서 A의 위쪽 표면으로 이동한다.

• 영희 : (나)에서 손가락을 대면 A의 위쪽 표면에 있던 자유전자가 손가락을 통해 빠져나간다.

• 민수 : (다)에서 A에 대전된 전하는 (+)전하이다. 따라서 알루미늄 박에 유도된 전하도 (+)전하이다.

5. A가 던져진 속도의 연직 성분이 $10\sqrt{2} \times \sin 60^\circ = 5\sqrt{6}(\text{m/s})$ 이므로 최고점에 도달할 때까지 걸리는 시간이 $t = \frac{v_0}{g} = \frac{5\sqrt{6}}{10} = \frac{\sqrt{6}}{2}(\text{초})$ 이다. 그런데 B의 수평 방향 속도는 $10\sqrt{3} \times \cos 45^\circ = 5\sqrt{6}(\text{m/s})$ 로 일정하다. 따라서 B가 수평방향으로 이동하는 거리는 $5\sqrt{6} \times \frac{\sqrt{6}}{2} = 15(\text{m})$ 이다.

6. ㄱ. 충돌 직후 B가 x방향으로 운동하므로 충돌 전과 후 A의 운동량의 y성분은 같다. 따라서 $v_2 = v_1 \cos \theta$ 이다.

ㄴ. 충돌 전 A의 운동량의 x성분과 충돌 직후 B의 운동량이 같으므로 충돌 직후 B의 속도는 $v_1 \sin \theta$ 이다. 따라서 θ 가 클수록 B의 변위의 x방향 성분이 크다.

ㄷ. $h = \frac{1}{2}gt^2$ 에서 B의 낙하 시간은 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 이다.

7. ㄱ. $\frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$ 에서 위성의 공전 속력은 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 이 성립한다. 따라서 A의 속력은 B의 2배이다.

ㄴ. 만유인력에 의한 역학적 에너지는 $E = -\frac{GMm}{2r}$ 이다. 그런데 B의 질량과 공전 반지름이 모두 A의 4배이다. 따라서 A와 B의 역학적 에너지는 같다.

ㄷ. 케플러의 제 3법칙으로부터 $T^2 \propto r^3$ 가 성립한다. 따라서 A의 주기는 B의 $\sqrt{\frac{1}{4^3}} = \sqrt{\frac{1}{64}} = \frac{1}{8}$ 배이다.

8. ㄱ. 변위가 0일 때 A에 연결된 물체의 운동량이 더 크다. 그런데 추의 질량이 같으므로 A의 역학적 에너지가 B보다 크다.

ㄴ. 같은 길이만큼 당겼을 때 탄성력에 의한 위치에너지는 A가 B보다 크다. 따라서 A의 용수철 상수가 B보다 크다. 그런데 단진동의 주기는 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로 A의 주기가 B보다 짧다. 따라서 A의 진동수가 B의 진동수보다 크다.

ㄷ. 변위가 0일 때 A에 연결된 물체의 운동량이 더 크다. 그런데 운동에너지는 $E_k = \frac{p^2}{2m}$ 이므로 변위가 0일 때 운동에너지는 A에 연결된 추가 B에 연결된 추보다 더 크다.

9. ㄱ. 축전기에 저장되어 있던 전기에너지가 저항에서 열에너지로 전환되며, 저항에서 많은 열이 발생할수록 부피 변화가 크다. 따라서 부피 변화는 축전기에 저장된 전

기에너지가 클수록 크다. 그런데 축전기에 저장된 전기에너지는 $E = \frac{Q^2}{2C}$ 이므로 저항의 저항값에 무관하다. 따라서 저항의 저항값이 커지더라도 $V_2 - V_1$ 는 변하지 않는다.

ㄴ. 저항에서 많은 열이 발생할수록 온도 변화가 크다. 따라서 $E = \frac{Q^2}{2C}$ 이 클수록 온도 변화가 크다.

ㄷ. 축전기에 저장된 전기에너지는 이상기체가 한 일과 내부에너지로 전환된다. 따라서 이상기체가 한 일과 증가한 내부에너지의 합이 축전기에 저장된 전기에너지와 같다.

10. ㄱ. 열출입이 없는 상태에서 이상기체의 부피가 증가하면 압력이 낮아진다. 따라서 이상기체의 압력은 (가)보다 (나)에서 낮다.

ㄴ. 단열 팽창하므로 온도가 낮아진다. 따라서 이상기체의 온도는 (가)보다 (나)에서 낮다.

ㄷ. 단열 과정이므로 외부에 일을 한 만큼 내부에너지가 감소하며, 탄성력에 의한 위치에너지의 변화량은 기체가 외부에 한 일과 같다. 따라서 탄성력에 의한 위치에너지의 변화량은 이상기체의 내부에너지의 변화량과 같다.

11. 위쪽에 있는 1Ω 과 2Ω 의 저항값의 비가 1:2이고, 아래쪽에 있는 2Ω 과 4Ω 의 저항값의 비가 1:2이다. 따라서 3Ω 의 저항에는 전류가 흐르지 않는다. 그런데 축전기에 걸리는 전압은 아래쪽 4Ω 에 걸리는 전압과 같으므로 4V이다. 따라서 축전기에 저장된 에너지는 $E = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times (3 \times 10^{-6}) \times 4^2 = 2.4 \times 10^{-5} \text{ (J)}$ 이다.

12. ㄱ. 코일에 걸리는 전압과 회로에 흐르는 전류의 위상차는 $\frac{\pi}{2}$ 로 일정하다. 따라서 스위치를 어디에 연결하더라도 전압과 전류의 위상차는 같다.

ㄴ. S를 B에 연결하면 축전기의 용량리액턴스는 $X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \sqrt{\frac{L}{C}}$ 이고 코일의 유도리액턴스는 $X_L = 2\pi f \cdot 2L = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ 이므로 $X_L - X_C = \sqrt{\frac{L}{C}}$. 따라서 회로의 임피던스는 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + \frac{L}{C}}$ 이다.

ㄷ. 스위치를 A에 연결할 때 회로의 임피던스가 더 작으므로 저항에 흐르는 전류의 실효값이 더 크다. 따라서 저항의 평균 소비전력은 스위치를 A에 연결할 때가 더 크다.

13. • 철수 : α 입자는 헬륨의 원자핵이므로 (+)로 대전되어 있다.

- 영희 : 형광 스크린에 감지된 입자는 α 입자이다.
- 민수 : 이 실험을 통해 원자핵의 존재를 알게 되었다.

14. 운동량이 보존되므로 충돌 직후의 속도는 $mv = (m+M)V$ 에서 $V = \frac{m}{m+M}v$ 이다. 그런데 중력장과 자기장 내에서 등속 직선 운동을 하므로 중력과 자기력이 평형을 이룬다. 따라서 $(m+M)g = qVB$ 에서 $q = \frac{(m+M)g}{BV} = \frac{(m+M)^2 g}{Bmv}$ 이다.

15. ㄱ. A영역의 진동수가 B영역의 진동수보다 작다. 따라서 A영역의 전자기파의 파장이 B영역의 전자기파의 파장보다 길다.

ㄴ. 진동수가 1×10^8 인 전자기파의 파장은 $c = f\lambda$, $3 \times 10^8 = (1 \times 10^8) \times \lambda$ 에서 $\lambda = 3\text{m}$ 이다.

ㄷ. X선은 γ 선 다음으로 진동수가 크므로 C영역에 속한다.

16. ㄱ. 전자는 원자핵을 구성하는 입자가 아니다.

ㄴ. 양성자는 3개의 쿼크로 구성되어 있다.

ㄷ. 원자핵 안의 핵자들 사이에는 핵력이 작용한다.

17. ㄱ. (가)는 질량수가 $210 - 206 = 4$ 이고 원자번호가 $84 - 82 = 2$ 이므로 ${}_2^4\text{He}$ 이다. 따라서 α 입자이다.

ㄴ. (나)의 질량수는 $2 + 2 = 3 + A$ 에서 $A = 1$ 이다.

ㄷ. (가), (나)에 작용하는 자기력의 방향이 y 방향이므로 전기력의 방향은 $-y$ 방향이다. 그런데 (가), (나) 모두 (+)전하이므로 전기장의 방향도 $-y$ 방향이다.

18. ㄱ. 전기력에 의한 위치에너지가 $-E_0$ 이므로 운동에너지는 $\frac{E_0}{2}$ 이다. 따라서

$\frac{E_0}{2} = \frac{p^2}{2m}$ 에서 운동량의 크기는 $p = \sqrt{mE_0}$ 이다.

ㄴ. $n=2$ 이면 궤도 반지름이 $4a_0$ 이므로 전기력에 의한 위치에너지는 $-\frac{E_0}{4}$ 이다. 따라서

운동에너지는 $\frac{E_0}{8}$ 이다.

ㄷ. 전자의 물질파 파장은 주양자수 n 에 비례한다. 따라서 $r=a_0$ 일 때가 $r=4a_0$ 일 때의 $\frac{1}{4}$ 배이다.

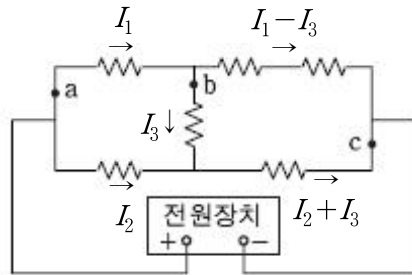
19. ㄱ. $n=1$ 일 때 바닥상태의 에너지를 $-E_0$ 라고 하면 라이먼 계열의 최소 에너지는

$E_0\left(1-\frac{1}{2^2}\right)=\frac{3}{4}E_0$ 이고 발머 계열의 최소 에너지는 $E_0\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right)=\frac{5}{36}E_0$ 이다. 따라서 그 차이는 $\Delta E=\frac{22}{36}E_0$ 이다. 그리고 라이먼 계열에서 최대 에너지는 $E_1=E_0$ 이므로 $\Delta E=\frac{22}{36}E_1$ 이 성립한다. 따라서 $\Delta f=\frac{22}{36}f_1>\frac{f_1}{2}$ 이다.
 ㄴ. 바닥상태에 있는 수소 원자를 이온화시키기 위해 필요한 에너지는 $E_0=hf_1$ 이다.
 ㄷ. 발머 계열에서 최대 에너지는 $\frac{E_0}{4}$ 이다. 따라서 $f_1=4f_0$ 이다.

20. 아래 그림에서 다음 관계가 성립한다.

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0 \text{ -----(1)}$$

$$-2(I_1 - I_3) + (I_2 + I_3) + I_3 = 0 \rightarrow -2I_1 + I_2 + 4I_3 = 0 \text{ -----(2)}$$



(1), (2)에서 $I_1=5I_3$, $I_2=6I_3$ 이므로 $I_a=5I_3$, $I_b=I_3$, $I_c=7I_3$ 가 성립한다. 따라서 $I_a:I_b:I_c=5:1:7$ 이다.