2010학년도 대수능 과학탐구영역(물리Ⅱ)
정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. ㄱ, ㄴ. 곡선 경로를 따라 이동했으므로 속도의 방향은 변하며, 변위의 크기는 이동 거리보다 작다.
ㄷ. 운동 방향이 변하므로 속도가 변하는 운동을 한다. 따라서 가속도 운동을 한다.

2.ㄱ. 단진자의 주기는 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이다. 따라서 실의 길이가 짧아지면 주기가 짧아진다.
ㄴ, ㄷ. 단진자의 주기는 추의 질량이나 연직선과 실이 이루는 각도에 무관하다. 이것을 진자의 등시성이라고 한다.

3.·(가) :러더퍼드는 금박에 입사시킨 α입자의 산란을 조사함으로써 원자핵을 발견하였다.
·(나): 고전 전자기학 이론에 의하면 가속 운동을 하는 전자는 전자기파를 방출한다. 이것은 원자 주위를 회전하는 전자가 에너지를 점점 잃게 되어 결국 원자핵과 충돌하게 된다는 것을 의미한다. 따라서 러더퍼드의 원자 모형은 원자의 안정성을 설명할 수 없다.

4.외력이 없으므로 운동량이 보존된다. 그런데 한 덩어리가 된 A, B가 C와 충돌한 후 정지하므로 충돌 후 C의 운동량은 충돌 전 A, B의 운동량의 합과 같다. 따라서 그 크기는 $p=\sqrt{(mv_0)^2+(mv_0)^2}=\sqrt{2}mv_0$ 이다.

5.ㄱ. 만유인력의 크기는 $F=\frac{GMm}{r^2}$ 이다. 그런데 (나)에서 질량의 곱은 (가)에서의 4배이고 떨어진 거리는 2배이다. 따라서 (가)와 (나)에서 만유인력의 크기는 같다.
ㄴ. 등속 원운동 하는 위성의 운동에너지는 $E_k=\frac{GMm}{2r}$ 이다. 따라서 (나)가 (가)의 2배이다.

ㄷ. 공전 속력은 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$이므로 (가)와 (나)가 같다. 그런데 원둘레의 길이가 (나)가 (가)의 2배이다. 따라서 (나)의 주기가 (가)의 2배이다.

6. ㄱ. A의 속도의 수평 성분이 $v_A\cos 60^\circ=\frac{1}{2}v_A$로 일정하므로 A가 B와 충돌할 때까지 걸리는 시간은 $t=\frac{L}{\frac{1}{2}v_A}=\frac{2L}{v_A}$이다.

ㄴ. A의 속력이 $\frac{1}{2}v_A$이면 속도의 연직 성분이 0이므로 A가 최고점에 도달하는 순간이다. 그런데 B와 충돌한 후 수평 방향으로 운동을 시작하므로 A와 B가 충돌할 때 B의 속도는 0이다. 따라서 던지는 순간 A와 B의 속도의 연직 성분이 같다. 그러므로 $v_A>v_B$이다.

ㄷ. 최고점에서 완전 비탄성 충돌을 하므로 속도의 수평 성분이 $\frac{1}{4}v_A$가 된다. 따라서 $R=\frac{1}{2}L$이다.

7. ㄱ. 실이 고무마개를 당기는 힘의 크기는 추의 무게와 같다. 따라서 질량이 2배인 추를 사용하면 실이 고무마개를 당기는 힘의 크기는 2배 증가한다.

ㄴ. 실이 고무마개를 당기는 힘과 고무마개에 작용하는 중력이 2배가 되므로 합력이 2배가 된다. 그런데 고무마개의 질량이 2배이므로 바꾸기 전과 가속도가 같다. 따라서 바꾸기 전과 동일한 운동을 한다. 그러므로 고무마개에 연결된 실과 유리관이 이루는 각은 변하지 않는다.

ㄷ. 고무마개에 작용하는 합력이 2배 증가하므로 구심력의 크기도 2배 증가한다.

8. ㄱ. B에서의 압력이 A에서의 $\frac{1}{2}$배이므로 B에서의 부피가 A에서의 2배이다. 그런데 B→C가 정적 과정이므로 B에서와 C에서의 부피가 같다. 따라서 기체의 부피는 C에서가 A에서의 2배이다.

ㄴ. A→B 과정에서 기체의 부피가 증가한다. 따라서 기체는 외부에 일을 한다.

ㄷ. B→C 과정에서 감소한 내부에너지와 D→A 과정에서 증가한 내부에너지는 $\frac{3}{2}nRT_0$로 같다.

9. ㄱ, ㄷ. 단열된 실린더 안의 기체가 단열 팽창을 하여 온도가 T_B가 된다. 따라서 추를 제거하기 전 입자의 평균 운동에너지가 더 크며, $T_A>T_B$이다.

ㄴ. 추를 제거하기 전 두 기체의 부피는 같고, $T_A>T_B$이다. 따라서 단열된 실린더 내부의 압력이 더 높다.

10. ㄱ. A의 왼쪽에서 전기장의 방향이 $-x$방향이고 B의 오른쪽에서 전기장의 방향이 $+x$방향이다. 따라서 A와 B 모두 (+)전하이다.
ㄴ. 두 전하의 가운데인 $x=0$에서 전기장의 방향이 $-x$방향이다. 따라서 전하량의 크기는 B가 A보다 크다.
ㄷ. $x=0$과 $x=0.5d$ 사이에서 전기장의 방향이 $-x$방향이다. 그런데 전기장 방향으로 진행할수록 전위가 낮아진다. 따라서 $x=0$에서의 전위가 $x=0.5d$에서의 전위보다 낮다.

11. ㄱ. 회로의 임피던스가 R이고 전압의 실효값이 V_e이므로 전류의 실효값은 $I_e=\frac{V_e}{R}$ 이다.
ㄴ. 직렬로 연결되어 있으므로 저항과 코일에 흐르는 전류가 같다. 그런데 코일에 걸리는 전압은 전류보다 위상이 $\frac{\pi}{2}$ 만큼 앞서고, 저항에 걸리는 전압과 전류는 위상이 같다. 따라서 코일에 걸리는 전압이 저항에 걸리는 전압보다 위상이 $\frac{\pi}{2}$ 만큼 앞선다.
ㄷ. 스위치를 B에 연결하면 임피던스가 $Z_B=\sqrt{R^2+X_L^2}$ 이다. 따라서 R보다 크다.

12. ㄱ. A와 B가 병렬로 연결되어 있으므로 걸린 전압이 같다. 그런데 A에 충전된 전하량이 B의 2배이다. 따라서 A의 전기용량이 B의 2배이다.
ㄴ. A와 B에 충전된 전하량의 합이 C에 충전된 전하량과 같으므로, A, B, C에 충전된 전하량의 비는 2:1:3이다. 따라서 C에 충전된 전하량은 B에 충전된 전하량의 3배이다.
ㄷ. C에 충전된 전하량이 B의 3배이고 B와 C에 저장된 에너지가 같다. 따라서 C에 걸린 전압이 B의 $\frac{1}{3}$배이다. 그런데 A와 B에 걸린 전압이 같으므로 축전기 양단의 전위차는 A의 C의 3배이다.

13. 축전기에 걸린 전압의 최댓값이 전원장치의 전압 V_0와 같으므로 축전기에 저장된 에너지의 최댓값이 $\frac{1}{2}CV_0^2$이다. 그런데 점선은 실선보다 에너지의 최댓값이 2배이다.
ㄱ. 전기용량이 4배 증가하고 전압이 $\frac{1}{2}$배로 감소하면 에너지의 최댓값이 변하지 않는다.

ㄴ. 전압은 변하지 않고 전기용량만 2배 증가한다. 따라서 에너지의 최댓값이 2배 증가한다.

ㄷ. 전압이 2배, 전기용량이 $\frac{1}{2}$배이다. 따라서 에너지의 최댓값이 2배 증가한다.

14. ㄱ. A의 원자 개수가 $14N_0$만큼 증가했으므로 B의 원자 개수는 $14N_0$만큼 감소한다. 따라서 (가)는 $2N_0$이다.

ㄴ. 시간이 t_0만큼 흐른 후 B의 원자 개수가 $\frac{1}{8}$배로 감소하였다. 따라서 B의 반감기는 $\frac{1}{3}t_0$이다.

ㄷ. β붕괴를 하면 원자 번호가 1 증가한다. 따라서 B의 원자 번호는 A의 원자 번호보다 1 작다.

15. ㄱ. α입자를 방출하는 α붕괴를 하면 원자번호가 2만큼 감소하고 질량수가 4만큼 감소한다. 따라서 $_{82}^{210}Pb$가 α입자를 방출하면 원자번호가 82인 원소로 변한다.

ㄴ. $_4^9Be$의 질량수는 9이고 양성자수는 4이다. 따라서 중성자수는 9-4=5이다.

ㄷ. 핵자는 양성자와 중성자가 있다. 이 중에서 전하를 띠지 않는 것은 중성자이다. 따라서 A는 중성자이다.

16. ㄱ. f_1은 발머 계열이고 f_2는 라이먼 계열이다. 따라서 $f_1 < f_2$이다.

ㄴ. $hf_1 + hf_2 = hf_3$가 성립한다. 따라서 $f_3 = f_1 + f_2$이다.

ㄷ. $n=2$인 상태에서 궤도 반지름이 $r_2 = 4a_0$이므로 원둘레는 $2\pi r_2 = 8\pi a_0$이다. 따라서 물질파 파장은 $\lambda_2 = \frac{8\pi a_0}{2} = 4\pi a_0$이고 운동량의 크기는 $p = \frac{h}{\lambda_2} = \frac{h}{4\pi a_0}$이다.

17. $qvB = \frac{mv^2}{r}$에서 $v = \frac{Bqr}{m}$이다. 그런데 전기장 영역에서 왼쪽 입자는 속력이 증가하고 오른쪽 입자는 속력이 감소한다. 이때 받은 일의 절댓값이 같으므로 다음 관계가 성립한다.

$\frac{1}{2}mv_0^2 + qEd = \frac{1}{2}m\left(\frac{2Bqr}{m}\right)^2$ ----------(1)

$\frac{1}{2}mv_0^2 - qEd = \frac{1}{2}m\left(\frac{Bqr}{m}\right)^2$ ----------(2)

두 식을 더하면 $mv_0^2 = \frac{5}{2}m\left(\frac{Bqr}{m}\right)^2$이므로 $v_0 = \sqrt{\frac{5}{2}}\frac{Bqr}{m}$이다.

18. ㄱ. $2t_0$일 때는 상대 속도가 최대이므로 B가 평형 위치를 오른쪽으로 통과하는 순간이고, $4t_0$일 때는 상대 속도가 0이므로 B가 평형 위치를 왼쪽으로 통과하는 순

간이다.
ㄴ. $3t_0$일 때는 용수철이 최대로 압축된 순간이다. 따라서 B에 작용하는 힘의 방향은 A의 속도의 방향과 같은 왼쪽이다.
ㄷ. A와 B가 분리되는 순간 A와 B의 운동에너지가 같으므로 분리된 후 B의 역학적 에너지는 $\frac{1}{4}kL^2$이고, 분리된 후 B의 속력의 최댓값이 $\frac{1}{2}v$이므로 운동에너지의 최댓값은 $\frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}v\right)^2$이다. 따라서 $\frac{1}{4}kL^2=\frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}v\right)^2$에서 $\frac{m}{k}=\frac{2L^2}{v^2}$ 이다. 그러므로 단진동의 주기는 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=\frac{2\sqrt{2}\pi L}{v}$ 이다.

19. 전기장 영역에서 가속도의 크기가 $\frac{qE}{m}$이고, 전기장 영역을 통과하는데 걸리는 시간이 $\frac{2s}{v}$이므로 전기장 영역을 벗어나는 순간 속도의 y성분의 크기는 $\frac{qE}{m}\times\frac{2s}{v}=\frac{2qEs}{mv}$ 이다. 따라서 $3s=\frac{qEs}{mv}\times\frac{2s}{v}+\frac{2qEs}{mv}\times\frac{2s}{v}=\frac{6qEs^2}{mv^2}$ 에서 $\frac{q}{m}=\frac{v^2}{2sE}$ 이다.

20. ㄱ. 스위치가 닫혀있으면 b쪽으로 전류가 흐르지 않으며, 좌우 회로가 대칭이므로 가운데 저항에도 전류가 흐르지 않는다. 그리고 왼쪽 저항에 걸리는 전압과 오른쪽 저항에 걸리는 전압이 모두 1V이고, 이 값은 두 전지의 기전력의 합과 같다. 따라서 전지의 기전력은 $E=1$V이다.
ㄴ. a점의 전위를 0이라고 하면 b점의 전위도 0이다. 그리고 오른쪽 저항을 통과하면서 전위가 1V 감소하고 전지를 통과하면서 전위가 1V 증가하므로 c점에서의 전위도 0이다. 따라서 스위치가 닫혀 있을 때, b와 c에서의 전위는 서로 같다.
ㄷ. 스위치가 닫혀 있으면 c에 흐르는 전류는 1A이고, 스위치를 열면 c에 흐르는 전류는 $\frac{3}{7}$A가 된다. 따라서 스위치를 열면 c에 흐르는 전류가 감소한다.