

2013학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가 (물리Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. ㄱ. 변위의 크기는 점 P와Q 사이의 직선거리이고, 이동거리는 연이 실제로 이동한 경로인 곡선의 길이이므로 점P에서 Q까지 이동하는 동안 변위의 크기는 이동 거리보다 작다.

ㄴ. 점P에서 Q까지 이동하는 동안 변위의 크기는 이동 거리보다 작으므로 평균속도의 크기는 평균 속력보다 작다.

[오답피하기]

ㄷ. 점P에서 Q까지 이동하는 동안 연의 운동 방향에 변화가 있으므로 연은 속도가 변하는 가속도 운동을 한다.

2. ㄱ. 0에서 5초까지는 물체의 운동방향과 속력이 $\sqrt{2}\text{m/s}$ 일정하므로 등속도 운동을 한다.

ㄴ. 5초부터 10초까지 $-x$ 방향으로 10m, $+y$ 방향으로 10m 이동하였다. 즉, 변위의 크기는 벡터의 합성으로 구할 수 있는데, $S = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2}\text{m}$ 이다.

[오답피하기]

ㄷ. 10초일 때 $-x$ 방향의 속도 2m/s, $+y$ 방향의 속도 2m/s이다. 즉, 속도의 크기는 벡터의 합성으로 구할 수 있는데, 속력 $v = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2\sqrt{2}\text{m/s}$ 이다.

3. A와 B는 공기저항이 없기 때문에 중력가속도 g 에 의해서 등가속도운동을 한다.

A는 속력이 0에서 v_0 까지 등가속도운동을 하므로 이동거리를 h_A 는 등가속도운동 공식 $2gh_A = v_0^2 - 0$ 이므로 $h_A = \frac{v_0^2}{2g}$ 이다. B는 속력이 $2v_0$ 에서 v_0 까지 등가속도운동을

하므로 이동거리를 h_B 는 라고 한다면 등가속도운동 공식 $-2gh_B = v_0^2 - 4v_0^2$ 이므로

$$h_B = \frac{3v_0^2}{2g} \text{이다. } \frac{h_B}{h_A} = \frac{3v_0^2}{2g} \times \frac{2g}{v_0^2} = 3 \text{이다.}$$

4. 충돌전후 운동량의 총합이 보존이 된다. 충돌전의 운동량의 총합이 0이므로 충돌후의 운동량의 총합이 0이 되기 위해서는 질량의 비가 1:2이므로 속력의 비는 2:1이다. 충돌후의 A와B의 속력을 v_A, v_B 라고 한다면 $v_A = 2v_B$ 이다. 그리고 충돌이 탄성충돌이므로 충돌전후 운동에너지의 총합이 보존 된다. 따라서 충돌전후의 운동

에너지의 총합이 같다. $\frac{1}{2} \times m \times 4 + \frac{1}{2} \times 2m \times 1 = \frac{1}{2} \times m \times 4v_B^2 + \frac{1}{2} \times 2m \times v_B^2$ 이므로 충돌 후의 물체 B의 속력 v_B 는 1m/s 이다.

5. ㄱ. 고정된 점 p와 q가 같이 회전하는 놀이기구에서 돌고 있으므로, 같은 시간 동안 한 바퀴를 돈다. 각속도 $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$ 이므로, 점 p와 q의 각속도는 같다.

[오답피하기]

ㄴ. 놀이기구의 회전속력은 $v = r\omega$ 이므로, 반지름이 더 작은 원궤도를 따라 도는 점 q의 속력이 점 p의 속력보다 작다.

ㄷ. 등속원운동의 구심가속도는 $a = \omega^2 r$ 이므로 같은 각속도로 회전하는 동안 구심가속도의 크기는 반지름이 더 작은 점 q의 가속도의 크기가 점 p의 가속도의 크기보다 작다.

6. 역학적 에너지 보존법칙에 의해서 행성표면과 높이 $\frac{R}{2}$ 에서의 역학적 에너지는 같다. 물체의 질량을 m 이라고 가정한다면 $\frac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{R} = -G\frac{2Mm}{3R}$ 이므로 $\frac{1}{2}mv^2 = G\frac{mm}{3R}$ 이다. 따라서 물체의 발사속력 $v = \sqrt{\frac{2GM}{3R}}$ 이다.

7. ㄴ. $PV = nRT$ 에서 기체의 압력 $P = \frac{nRT}{V}$ 이다. 기체 A의 압력 $P_A = \frac{4RT}{V}$ 이며, 기체 B의 압력 $P_B = \frac{RT}{V}$ 이다. 기체의 압력은 A가B의 4배이다.

[오답피하기]

ㄱ. 기체 분자 1개의 평균 운동 에너지 $E_K = \frac{3}{2}kT$ 이다. 여기서 k 는 볼츠만상수이므로 기체 분자 1개의 평균운동에너지는 절대온도에 비례한다. A와B 절대온도의 비가 2:1이므로 기체분자 1개의 평균 운동 에너지는 A가 B의 2배이다.

ㄷ. 기체의 압력이 A가 B의 4배이므로 핀을 제거하면 압력이 높은 A에서 B방향으로 칸막이가 이동한다.

8. ㄱ. $PV = nRT$ 에서 압력 $P = \frac{RT}{V}$ 이다. $P_0 = \frac{RT_0}{V_0}$ 이며 $P_1 = \frac{2RT_0}{V_0}$ 이다. 따라서 $P_1 = 2P_0$ 이다.

ㄴ. $PV = nRT$ 에서 부피 $V = \frac{RT}{P}$ 이다. $V_0 = \frac{RT_0}{P_0}$ 이며 $V_1 = \frac{2RT_0}{P_0}$ 이다. 따라서

$V_1 = 2V_0$ 이다.

ㄷ. $Q = \Delta U + P\Delta V$ 에서 A→B 과정에서 기체가 받는 열 Q_1 은 부피가 일정한 변화이

므로 $Q_1 = \frac{3}{2}P_0V_0$ 이다. A→C 과정에서 기체가 받는 열 Q_2 는 압력이 일정한 변화이

므로 $Q_2 = \frac{5}{2}P_0V_0$ 이다. $Q_2 - Q_1 = \frac{5}{2}P_0V_0 - \frac{3}{2}P_0V_0 = P_0V_0$ 이다.

9. $x = -d$ 까지 압축시켰다가 손을 떼면 $x = -d$ 에서 $x = 0$ 까지는 탄성력에 의한 위치에너지가 전부 운동에너지로 전환 되므로 평형위치에서 물체의 속력을 v 라고 한

다면 $\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}(m+3m)v^2$ 이다. 따라서 $d = 2\sqrt{\frac{m}{k}}v$ 이다. 평형위치에서 A와B가 분리

되면 A가 가지고 있는 운동에너지만 탄성력에 의한 위치에너지로 전환된다. 이 때

최대로 늘어나는 길이를 d_1 이라고 한다면 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kd_1^2$ 이므로 $d_1 = \sqrt{\frac{m}{k}}v$ 이다. 따

라서 물체 A와B가 분리가 되면 진폭은 $\frac{1}{2}$ 로 감소하므로 $\frac{d}{2}$ 가된다. 용수철 진자의

주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{4m}{k}}$ 에서 물체 A와B가 분리된 후의 주기 $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{T}{2}$ 이다. 즉

물체 A와B가 분리되면 진폭과 주기 모두 $\frac{1}{2}$ 로 감소한다.

10. ㄴ. 두 점전하의 부호가 반대이면 전기력선은 어느 한 점전하에서 나와 다른 점전하로 향한다. 등전위선에 수직인 전기력선의 모습을 보면 두 점전하의 부호는 같다. 따라서 q_1, q_2 의 부호는 같고 점 P의 양전하가 $-x$ 방향으로 힘을 받기 때문에 음(-)전하이다.

ㄷ. 두 점전하를 감싸고 있는 폐곡선이 등전위선이다. 전위는 양(+)전하 주위는 높고, 음전하 주위는 낮다. 따라서 -점전하 q_1 으로 부터 0점의 등전위선이 P점의 등전위선보다 바깥쪽에 있으므로 전위는 P점의 전위가 0점에서의 전위보다 낮다.

[오답피하기]

ㄱ. 전기장의 방향은 단위 양(+)전하가 받는 힘의 방향이다. 따라서 점 P에 양(+)전하를 가만히 놓으면 $-x$ 방향으로 운동한다. 양(+)전하가 힘을 $-x$ 방향으로 받으므로 전기장의 방향은 $-x$ 방향이다.

11. 축전기의 전기용량 C, 전원장치의 전압을 V라고 하면, 스위치 S를 a에 연결하면 축전기 A와 축전기가 병렬연결이므로 각각의 축전기에 걸리는 전압은 V이다. 축전기A의 전기용량이 C, 전압이 V이므로 축전기 A에 저장된 전기에너지 $E_0 = \frac{1}{2}CV^2$ 이다. 스위치 S를 b에 연결하면 각 저항의 양단에 $\frac{1}{2}V$ 의 전압이 걸리

므로 축전기 A와 축전기에 걸리는 전압은 $\frac{1}{2}V$ 이므로 축전기 A에 걸리는 전압은 $\frac{1}{4}V$ 이다. 축전기에 저장되는 에너지 $E = \frac{1}{2} \times C \times \frac{1}{16} V^2 = \frac{1}{16} E_0$ 이다.

12. ㄱ. 플레밍의 왼손 법칙에 의해서 운동경로 X는 음(-)로 대전된 입자의 운동경로 Y는 양(+)으로 대전된 입자의 운동경로이다. 따라서 입자 A는 양(+)전하를 띠고 있으므로 운동경로 Y이다.

ㄷ. 반지름 $r = \frac{mv}{qB} = \frac{\sqrt{2mE_K}}{qB}$ 이다. A와B의 회전반지름이 같고, B는 A의 전하량의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 B의 운동에너지는 A의 $\frac{1}{4}$ 배이다. 따라서 (나)는 $\frac{1}{4}E_0$ 이다.

[오답피하기]

ㄴ. 같은 시간동안 A는 180° 회전하고 B는 90° 회전하므로 각속도는 A가 B의 2배이다. 자기력이 구심력 작용을 하므로 $qvB = mr\omega^2$ 이 성립한다. $v = \omega r$ 이므로 $q\omega r^2 B = mr\omega^2$ 이고 각속도 $\omega = \frac{qB}{m}$ 이다. 자기장의 세기와 질량이 같기 때문에 각속도는 전하량에 비례한다. B의 각속도가 A의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 전하량도 B가 A의 2배이다. 따라서 (가)는 $-\frac{q}{2}$ 이다.

13. ㄱ. S_2 만 단았을 때, 저항과 코일이 있는 교류회로에서 임피던스는 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L)^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2}$ 이다.

[오답피하기]

ㄴ. S_2 만 단았을 때, 회로의 임피던스는 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L)^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2}$ 이다. S_1 만 단았을 때 회로의 임피던스는 $Z = \sqrt{R^2} = R$ 이다. 따라서 S_1 만 단았을 때 임피던스가 감소하므로 회로전체에 흐르는 전류의 실효값은 증가하므로 S_1 만 단았을 때 전류의 실효값이 크다.

ㄷ. S_2 만 단았을 때, 코일에 걸리는 전압의 위상은 회로에 흐르는 전류의 위상보다 $\frac{\pi}{2}$ 앞서 있다. 따라서 저항에 흐르는 전류와 코일의 양단에 걸리는 전압의 위상차는 항상 $\frac{\pi}{2}$ 이다.

14. ㄴ. 전자의 에너지가 E_n 인 정상상태에서 E_m 인 다른 정상상태로 전이할 경우에는 두 상태의 에너지 준위의 차이에 해당하는 에너지를 갖는 전자기파를 방출한다.

$E_n - E_m = hf = h \frac{c}{\lambda}$ ($n > m$)이다. 에너지 차가 클수록 진동수가 크고 파장이 짧은 전자기파를 방출하므로 에너지차가 작은 파장이 λ_1 인 전자기파의 진동수는 파장이 λ_4 인 전자기파의 진동수 보다 작다.

$$\text{ㄷ. } E_4 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_4} \text{----- (1) } E_4 - E_3 = \frac{hc}{\lambda_1} \text{----- (2) } E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_5} \text{----- (3)}$$

(2)식과 (3)식을 더하면 (1)식이 얻어지므로 파장 사이의 관계는 $\frac{1}{\lambda_4} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_5}$ 이다.

[오답피하기]

ㄱ. $E_n - E_m = hf = h \frac{c}{\lambda}$ 이다. 에너지 차가 클수록 진동수가 크고 파장이 짧은 전자기파를 방출하므로 에너지차가 작은 파장이 λ_1 인 전자기파의 파장이 λ_2 보다 길다. 즉 $\lambda_2 < \lambda_1$ 이다.

15. ㄱ. $n=4$ 에서 $n=2$ 로 전자가 전이할 때 방출되는 전자기파의 파장 λ_1 은 파장 영역이 적외선이다. 적외선은 열작용이 강하며, 야간투시경이나 TV 리모컨에 이용된다.

ㄷ. $n=3$ 에서 $n=1$ 로 전이할 때 전자가 방출되는 전자기파의 파장 λ_5 파장영역이 자외선이다. 자외선은 살균작용과 화학작용이 강하여 살균소독기에 이용된다.

[오답피하기]

ㄴ. $n=3$ 에서 $n=2$ 로 전이할 때 방출되는 전자기파의 파장 λ_3 는 파장영역이 가시광선이다. 전자레인지에 음식물을 데우는 데 이용되는 전자기파는 마이크로파이다.

16. ㄷ. A와B 모두 합력(알짜힘)이 0이어서 중력의 반대방향으로 전기력이 작용하므로 전기력의 방향이 모두 위쪽이므로 A와B는 음(-)전하를 띠고 있다.

[오답피하기]

ㄱ. A는 정지해 있으므로 합력(알짜힘)이 0이어서 전기력의 방향은 중력과 반대 방향인 위쪽이다.

ㄴ. B는 등속도 운동을 하므로 합력(알짜힘)이 0이어서 전기력과 중력의 크기는 같다.

17. (가)는 양자수 $n=2$ 인 정상상태이며, (나)는 양자수 $n=4$ 인 정상상태이다. 즉 전자가 양자수 $n=2$ 인 정상상태에서 $n=4$ 인 정상상태로 전이한 것이다.

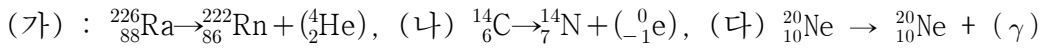
ㄴ.ㄷ. 보어의 양자 조건에서 $2\pi r_n = n\lambda$ 이고 전자의 궤도 반지름은 $r_n = n^2 a_0$ 이므로 전자의 궤도 반지름 r_n 은 양자수의 제곱 n^2 에 비례하며($r_n \propto n^2$), 전자의 물질파 파

장은 λ 은 양자수 n 에 비례한다($\lambda \propto n$). 따라서 양자수가 $n=2$ 에서 $n=4$ 로 증가하면 물질과의 파장과 궤도 반지름은 증가한다.

[오답피하기]

ㄱ. 전자의 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{mv}$ 에서 전자의 속력은 양자수 n 에 반비례한다($v \propto \frac{1}{n}$). 따라서 양자수가 $n=2$ 에서 $n=4$ 로 증가하면 전자의 속력은 감소한다.

18. 각 반응은 다음과 같다.

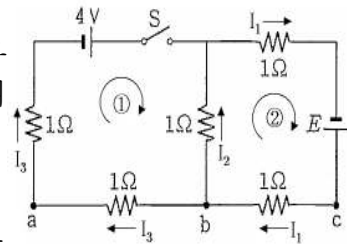


(가)는 α 선 (나)는 β (다)는 γ 선이다. α 선은 양(+전하)를 띠기 때문에 (-)극 쪽으로 휘어지므로 A에 해당한다. β 선은 음(-)전하를 띠기 때문에 (+)극 쪽으로 휘어지므로 C에 해당한다. γ 선은 전하를 띠지 않으므로 휘지 않고 직진하므로 B에 해당한다.

19. ㄱ. 스위치 S가 열려있을 때, 오른쪽 회로에만 전류가 흐른다. 점b와c사이의 전위차가 4V이므로 오른쪽 회로에는 $V=IR$ 에 의해서 4A의 전류가 흐른다. 4A의 전류가 1Ω의 저항을 통과하면 저항의 양단에는 4V의 전압이 걸리므로 $4V+4V+4V=12V$ 이다. 따라서 $E=12V$ 이다.

ㄴ.ㄷ. 분기점에 흘러 들어오는 전류의 총합과 분기점으로부터 흘러 나가는 전류의 합은 같으므로(키르히호프의 제1법칙) $I_1 = I_2 + I_3$ 이다. 키르히호프의 제2법칙에 의해서 경로① $4V = -I_2 + 2I_3$, 경로② $12V = 2I_1 + I_2$ 이다.

그러므로 $I_1 = 5A, I_2 = 2A, I_3 = 3A$ 이다. 따라서 점 a에 흐르는 전류의 세기는 3A이며, b와c사이의 전위차는 $V = IR = 5A \times 1\Omega = 5V$ 이다.



20. ㄱ. 원자핵 A와B가 동위원소이다. 동위원소는 원자번호는 같지만 질량수가 다른 원소이다. 따라서 A와B는 원자번호가 같기 때문에 양성자의 수는 같다. 양성자의 수는 같지만 A의 질량이 B보다 커다는 것은 중성자의 수가 많은 것이다. 따라서 중성자의 수는 A가 B보다 크다.

ㄴ. 자기장 영역II에서 원궤도의 반지름 이 같다. 반지름 $r = \frac{mv}{qB}$ 이다. 따라서 qB 의 값이 같기 때문에 질량의 비가 3:1이므로 속력이 비는 1:3이다. 자기장영역 II에서 속력은 A가 B보다 작다.

ㄷ. 원자핵 A와B가 전기장에서 받는 힘의 크기는 같다. 질량이 B가 A보다 작기 때문에 가속도의 크기는 B가 크다. 따라서 자기장영역II에서 A의 속력이 B보다 작기 위해서는 전기장의 영역에서 속력이 감소하는 등가속도운동을 하므로 원자핵이 $-x$ 방향으로 힘이 작용한다. 따라서 전기장의 방향은 $-x$ 이다.