

2013학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가 (물리Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1.

- ㄱ. 철수의 운동 경로는 직선이 아니므로 철수의 이동거리가 변위의 크기보다 크다.
- ㄴ. 출발점과 도착점이 같으므로 변위는 같다.
- ㄷ. 이동시간은 같지만 이동거리는 철수가 영희보다 더 길다. 따라서 평균속력은 철수가 영희보다 더 크다.

2.

- ㄱ, ㄴ. 물체에 작용하는 힘은 오직 중력뿐이다. 중력의 방향과 크기는 일정하므로 물체는 등가속도 운동을 한다.
- ㄷ. 물체의 역학적 에너지는 변하지 않는다.

3.

- ㄱ. 각속도란 단위 시간당 회전하는 각도를 말한다. 철수와 영희의 회전 주기가 같으므로 각속도도 같다.
- ㄴ. 원운동하는 물체의 속력 $v = r\omega$ 이다. 이 식을 보면 각속도가 같아도 회전 반지름 r 가 다르면 속력도 다르다. 그러므로 철수와 영희의 속력은 다르다.
- ㄷ. 구심 가속도 $a = r\omega^2$ 이므로 역시 철수와 영희의 구심 가속도의 크기는 다르다.

4.

반발계수가 $\frac{1}{2}$ 이므로 $\frac{1}{2} = -\frac{v_B - v_A}{-3 - 1} = \frac{1 - (-v)}{4}$ 이다. 이 식을 풀면 $v = 1\text{m/s}$ 이다. A의 질량을 m_A , B의 질량을 m_B 라 하고 운동량 보존법칙을 적용하면

$$m_A \times 1 + m_B \times (-3) = m_A \times (-1) + m_B \times 1$$

이다. 이 식을 풀면 $m_A = 2m_B$ 이므로 $m_A : m_B = 2 : 1$ 이다.

5.

- ㄱ. A를 보면 0초부터 1초까지 계속 $x = 4\text{m}$, $y = 4\text{m}$ 위치에 있으므로 충돌 전 A는 정지해 있

었다.

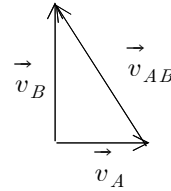
ㄴ. 충돌 후 A는 y 축 방향으로 4m/s 로 운동하였으며, B는 x 축 방향으로 4m/s 로 운동하였다. 따라서 두 물체의 속력은 서로 같다.

ㄷ. 충돌 전 B의 속도의 성분은 $v_x = 4\text{m/s}$, $v_y = 4\text{m/s}$ 이므로 충돌 전 B의 속도의 크기는 $4\sqrt{2}\text{m/s}$ 이다. 충돌 전 두 물체의 운동 에너지의 합은 $0 + \frac{1}{2} \times m \times (4\sqrt{2})^2 = 16m$ 이다. 반면에 충돌 후 두 물체의 운동 에너지의 합은 $2 \times \frac{1}{2} \times m \times 4^2 = 16m$ 이다. 따라서 두 물체의 운동 에너지의 합은 충돌 전과 후가 같다.

6.

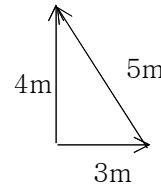
ㄱ. A가 본 B의 상대속도는 오른쪽 그림과 같다.

$\vec{v}_A = 3\text{m/s}$ 이고, 0초에서 1초 동안 $\vec{v}_{AB} = 5\text{m/s}$ 이므로 0.5초일 때 B의 속력은 4m/s 이다.



ㄴ. B는 0초부터 1초까지 4m/s 의 속력으로 운동했으므로 그 동안 이동한 거리는 4m 이다.

ㄷ. 1초 이후 $\vec{v}_{AB} = 3\text{m/s}$ 라는 것은 1초 이후 B가 정지해 있다는 것을 의미한다. 따라서 B는 1초 때 Q점으로부터 북쪽으로 4m 떨어진 지점에 정지한 상태로 있다. 반면에 A는 1초 때 동쪽으로 3m 떨어진 지점을 통과하고 있다. 따라서 A와 B 사이의 거리는 5m 이다.



7.

ㄱ. 운동량 보존 법칙을 적용하면 $mv = 2mv'$ 이므로 충돌 후 한 덩어리의 속력 $v' = \frac{1}{2}v$ 이다.

ㄴ. 한 덩어리의 주기 $T = \frac{2\pi r}{v'} = \frac{2\pi r}{v/2} = \frac{4\pi r}{v}$ 이다.

ㄷ. 구심력의 크기는 $F = (2m)\frac{v'^2}{r} = \frac{2mv^2}{4r} = \frac{mv^2}{2r}$ 이다.

8.

물체의 수평 속도와 수직 속도는 모두 $\frac{\sqrt{2}}{2}v$ 로 같다. 충돌할 때까지 걸린 시간을 t 라 하면

A와 B가 수평방향으로 이동한 거리의 합은 100m 이므로 $\frac{\sqrt{2}}{2}vt + 20t = 100$ 이다. 또한

두 물체가 수직 방향으로 이동한 거리의 합은 50m 이므로

$\frac{1}{2} \times 10 \times t^2 + \frac{\sqrt{2}}{2} vt - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 = 50$ 이다. 이 식으로부터 $vt = 50\sqrt{2}$ 이므로 이 결과를 첫 번째 식에 대입하면 $t = \frac{5}{2}$ 초 이다. 따라서 $v = 20\sqrt{2}$ m/s 이다.

9.

ㄱ. B의 반지름과 속력을 각각 r, v 라 하자. A의 속력을 v' 라 할 때, 두 물체의 운동 에너지가 같다고 했으므로 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(2m)v'^2$ 이다. 이 식으로부터 B의 속력 $v' = \frac{v}{\sqrt{2}}$ 이다.

$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 이므로 $v' = \frac{v}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{GM}{r'}} = \sqrt{\frac{GM}{2r}}$ 이다. 따라서 $r' = 2r$ 이므로 궤도 반지름은 A가 B의 2 배이다.

ㄴ. B의 주기는 $\frac{2\pi r}{v}$ 이고, A의 주기는 $\frac{2\pi(2r)}{v/\sqrt{2}} = 2\sqrt{2} \frac{2\pi r}{v}$ 이므로 주기는 A가 B의 $2\sqrt{2}$ 배이다.

ㄷ. B의 위치 에너지 $U = -G\frac{Mm}{r}$ 이다. A의 위치 에너지 $U = -G\frac{M(2m)}{2r} = -G\frac{Mm}{r}$ 이므로 A의 위치 에너지와 B의 위치 에너지는 같다.

10.

물체의 최대 운동 에너지는 용수철이 최대로 압축되었을 때의 탄성 위치 에너지와 같다. 따라서 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2$ 이다. 이 식으로부터 $m = k$ 이고, 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi$ (초)이다.

11.

ㄱ. 물체의 역학적 에너지 $E = \frac{1}{2}mc^2 - G\frac{Mm}{r} = 0 - G\frac{Mm}{2R} = -\frac{1}{2}E_0$ 이다.

$\therefore \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{R} = \frac{1}{2}mv^2 - E_0 = -\frac{1}{2}E_0$ 이다. 이 식을 정리하면 $v = \sqrt{\frac{E_0}{m}}$ 이다.

ㄴ. 역학적 에너지는 이미 구했듯이 $-\frac{1}{2}E_0$ 이므로 $r = \frac{3}{2}R$ 에서의 역학적 에너지도 $-\frac{1}{2}E_0$ 이다.

ㄷ. $mg_R = G\frac{Mm}{R^2}$ 이므로 $g_R = G\frac{m}{R^2}$ 이다. 마찬가지로 방법으로 $2R$ 에서의 중력 가속도를 구하면 $g_{2R} = \frac{1}{4}G\frac{M}{R^2}$ 이다. 따라서 $r = 2R$ 에서 중력 가속도는 $r = R$ (행성 표면)에서 중력 가속도의 $\frac{1}{4}$ 배이다.

12.

용수철 진자의 진폭은 물체를 가만히 놓는 위치에서 평형점까지의 거리이다. A의 진폭을 x_A , B의 진폭을 x_B 라 하면

$$kx_A = (2m)g \rightarrow x_A = \frac{2m}{k}$$

$$(2k)x_B = mg \rightarrow x_B = \frac{m}{2k}$$

이므로 진폭은 A가 B의 4배이다.

주기는 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로 A의 주기 $T_A = 2\pi\sqrt{\frac{(2m)}{k}} = 2 \times 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$, B의 주기는

$T_B = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$ 이다. 따라서 A의 주기는 B의 주기의 2 배이다. 이러한 모습을 나타내는 그래프는 ①이다.

13.

피스톤의 면적을 S , (가)의 기체의 압력을 P_0 라 하면 (가)의 경우 $P_0V_0 = P_0Sh_0 = RT_0$ 이다. (나)의 경우 부피는 $S\frac{3}{4}h_0$ 이고, 추의 무게를 W 라 할 때 기체의 압력은 $(P_0 + \frac{W}{S})$ 이다.

따라서 (나)의 경우 $(P_0 + \frac{W}{S})S\frac{3}{4}h_0 = RT_0$ 이다. 이 식을 정리하면

$$\frac{3}{4}Wh_0 = \frac{1}{4}P_0Sh_0 = \frac{1}{4}RT_0 \text{ 이므로 추의 무게 } W = \frac{RT_0}{3h_0} \text{ 이다.}$$

14.

ㄱ. 열이 A와 B사이에서만 이동한다고 했으므로 A가 잃은 열량은 B가 얻은 열량과 같다.

ㄴ. 열용량은 온도변화에 반비례한다. A의 열용량을 C_A , B의 열용량을 C_B 라 하면

$$C_A : C_B = \frac{1}{\Delta t_A} : \frac{1}{\Delta t_B} = \frac{1}{40} : \frac{1}{20} = 1 : 2 \text{ 이다. 따라서 열용량은 A와 B가 같지 않다.}$$

ㄷ. 열용량은 비열과 질량의 곱이다. A, B의 비열을 각각 c_A, c_B 라 하면 $C_B = 2C_A$ 로부터 $2\text{kg} \times c_B = 2 \times (1\text{kg} \times c_A)$ 이므로 A와 B의 비열은 같다.

15.

ㄱ. $PV = nRT$ 로부터 기체의 온도는 P 와 V 의 곱에 비례한다. B에서 압력과 부피를 곱한 값이 A에서의 값보다 더 크므로 B에서의 온도가 A에서의 온도보다 높다.

ㄴ. 마찬가지로 방법으로 비교해 보면 A와 C의 온도는 같다. 내부에너지는 온도에 비례하므로 A와 C에서 기체의 내부 에너지는 같다.

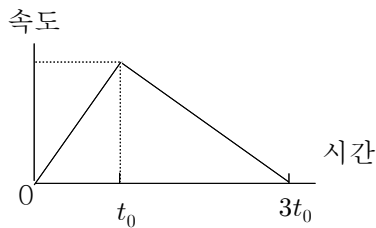
ㄷ. 그래프 아래 넓이가 의미하는 물리량이 기체가 한 일이다. 그래프 아래 넓이를 비교하면 A→B 과정이 B→C 과정보다 크므로 A→B 과정에서 한 일이 B→C 과정에서 한 일보다 많다.

16.

향기는 일단 퍼져 나가면 원래의 상태로 되돌아오지 않는다. 따라서 이 현상은 비가역적인 현상으로서 열역학 제 2 법칙 때문에 나타나는 현상이다. 열역학 제 2 법칙은 자발적인 변화 과정에서는 항상 엔트로피가 증가한다는 법칙이다. 따라서 옳게 말한 사람은 철수와 영희이다.

17.

양전하의 속도를 시간에 따라 나타내면 다음과 같다.



양전하의 가속도가 E_1 영역에서가 E_2 영역에서보다 2 배 크다. 이는 양전하가 받은 전기력 역시 E_1 영역에서가 E_2 영역에서보다 2 배 크다는 것을 의미하여 전기장의 세기도 E_1 이 E_2 의 2 배임을 말해준다.

18.

- ㄱ. 전기장의 방향이 A에서 B로 향하므로 A점에서의 전위가 B점에서의 전위보다 높다.
- ㄴ. 등전위선 간격이 좁을수록 전기장의 세기는 세다. 등전위선 간격은 A점 주변이 B점 주변보다 좁으므로 전기장의 세기는 A점에서가 B점에서보다 더 세다.
- ㄷ. 등전위선과 전기력선의 방향은 항상 수직이다. 따라서 등전위선을 따라 전하가 이동할 때 이 전하에 작용하는 전기력선이 하는 일은 0 이다.

19.

- ㄱ. 등전위선에 수직한 선을 그어보면 전기력선이 두 전하 사이를 통과하는 것을 알 수 있다. 이는 전기력선이 어느 한 전하에서 나와 다른 전하로 들어가는 것을 의미하여 두 전하의 부호는 반대임을 알 수 있다.
- ㄴ. 등전위선의 모양이 서로 대칭적이므로 두 전하의 전하량은 같다.
- ㄷ. q_1 을 양전하라 하면 A에서 전기장의 방향은 왼쪽이고, B에서도 왼쪽이다. 반대로 q_2 를 양전하라 가정하면 A에서 전기장의 방향은 오른쪽이고, B에서 전기장의 방향 역시 오른쪽이다. 따라서 두 전하의 부호가 반대이면 A과 B점에서 전기장의 방향은 항상 같다.

20.

ㄱ. 양전하에 작용하는 힘은 $+y$ 축 방향으로는 전기력이, $-y$ 축 방향으로는 중력이 작용한다. 또한 $+x$ 축 방향으로는 전기력만 작용한다. 양전하는 두 축의 대각선 방향으로 직선 운동하므로 y 축 방향으로 작용하는 힘의 합력은 x 축 방향으로 작용하는 전기력과 같아야 한다. 즉, $QE_y - mg = QE_x$ 이어야 한다. 이로부터 $+y$ 축 방향의

전기장 $E_y = E_x + \frac{mg}{Q}$ 이다.

ㄴ. 위 식으로부터 전기력의 x 성분인 $QE_x = QE_y - mg$ 이다.

ㄷ. $E_y > E_x$ 이므로 전기장의 방향은 오른쪽 그림과 같이

양전하가 운동하는 대각선 방향에서 x 방향으로 치우친 방향

이다. 이 전기장에 수직한 선을 그으면 등전위선이 되는데, A점을 통과하는 등전위선과 π 점을 통과하는 등전위선을 비교하면 A점의 전위가 B점의 전위보다 더 낮다는 것을 알 수 있다.

