

2010학년도 대수능 과학탐구영역(물리 I)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. ㄱ. 위치-시간 그래프의 기울기는 속도와 같다. A의 위치-시간 그래프는 직선 형태이므로 기울기가 일정하고, 속도가 일정하다. 따라서 A의 속력, 즉 속도의 크기는 일정하다.

ㄴ. 1초일 때 A와 B의 위치-시간 그래프의 기울기는 부호가 서로 반대이므로 속도의 방향이 서로 반대라는 것을 알 수 있다.

ㄷ. A에서 B까지의 거리는 위치-시간 그래프로부터 2초 때 8m이고, 4초 때 4m라는 것을 알 수 있다. 따라서 A에서 B까지의 거리는 2초일 때가 4초일 때보다 크다.

2. 자동차 A, B, C의 지면에 속도를 각각 v_A , v_B , v_C 라고 하면 문제에서 주어진 조건으로부터 $v_A = 25m/s$ 이고, 이 때 서쪽 방향이 속도의 부호가 (+)이다. B는 A에 대하여 동쪽으로 10m/s의 속도로 운동하므로 지면에 대한 B의 속도는 $v_B = 15m/s$ 이며, C는 A에 대하여 동쪽으로 35m/s의 속력으로 운동하므로 $v_C = -10m/s$ 이다. 따라서 A, B, C의 속도 크기의 대소 관계는 $v_A > v_B > v_C$ 이다.

3. ㄱ. 여자는 정지하고 있으므로 작용하는 여러 힘들의 합력이 0이다.

ㄴ. b가 남자를 당기는 힘의 크기는 여자의 몸무게와 같고, b가 여자를 당기는 힘의 크기도 역시 여자의 몸무게와 같으므로 이 두 힘의 크기는 서로 같다.

ㄷ. a가 남자를 당기는 힘과 b가 남자를 당기는 힘은 서로 크기가 같고 방향이 반대이지만 작용과 반작용의 관계가 아니라 평형을 이루는 두 힘의 관계이다.

4. ㄱ. 운동량 보존 법칙으로부터 B의 질량 m_B 는

$$2 \times 1 + m_B \times 0 = 2 \times \frac{1}{3} + m_B \times \frac{4}{3}, \quad m_B = 1(\text{kg})$$

이다. 여기에서 A와 B의 속도는 위치-시간 그래프의 기울기와 같다는 것에 주의한다.

ㄴ. A와 B가 충돌하는 동안에 B가 A로부터 받은 충격량의 크기는 충돌 전과 후 B의 운동량의 변화량의 크기와 같고, B의 운동량의 변화량의 크기는 A의 운동량의 변화량의 크기와 같다. 따라서 A와 B가 충돌하는 동안에 B가 A로부터 받은 충격량의 크기는 충

돌 전과 후 A의 운동량의 변화량의 크기와 같다.

ㄷ. 한 덩어리가 된 B와 C의 속력 v 는 운동량 보존 법칙으로부터

$$1 \times \frac{4}{3} = (1+1) \times v, \quad v = \frac{2}{3} \text{ (m/s)이다.}$$

5. 가변 저항의 값을 $R_{\text{가변}}$ 이라고 하면 (가)에서 직렬 합성 저항 $R_{\text{합성}}$ 은 $R_{\text{합성}} = R + R_{\text{가변}}$ 이므로 $R_{\text{합성}}$ 은 $R_{\text{가변}}$ 에 따라 그래프 ㄱ과 같이 변한다.

(나)에서 병렬 합성 저항 $R_{\text{합성}}$ 은 $R_{\text{합성}} = \frac{RR_{\text{가변}}}{R+R_{\text{가변}}}$ 이므로 $R_{\text{가변}} = 0$ 일 때 $R_{\text{합성}}$ 은 0이고, $R_{\text{가변}} = \infty$ 일 때 $R_{\text{합성}}$ 은 1로 접근하므로 $R_{\text{합성}}$ 은 $R_{\text{가변}}$ 에 따라 그래프 ㄷ과 같이 변한다.

6. ㄱ. 역학적 에너지가 보존되므로 물체의 높이가 1m에서 0으로 감소하는 동안에 물체의 운동 에너지는 20J만큼 증가하므로 물체의 중력에 의한 위치 에너지는 반대로 20J만큼 감소한다.

ㄴ. 물체의 질량 m 은 중력 위치 에너지 $E_p = mgh$, $20 = m \times 10 \times 1$, $m = 2 \text{ (kg)}$ 이다.

ㄷ. 높이가 0.5m인 지점에서 물체의 속력 v 는 이 지점에서 물체의 운동 에너지 E_k 가 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 10 \text{ (J)}$ 이므로 $\frac{1}{2} \times 2 \times v^2 = 10$, $v = \sqrt{10} \text{ (m/s)}$ 이다.

7. 철수 : 스위치 S를 A에 연결하면 저항 R_1 과 R_2 는 서로 병렬로 연결되므로 같은 전압이 걸린다.

영희 : 스위치 S를 A에 연결하면 병렬로 연결된 저항 R_1 과 R_2 에 흐르는 전류의 합은 이 둘과 병렬로 연결된 저항 R_3 에 흐르는 전류와 같다.

민수 : 스위치 S를 B에 연결하면 저항이 0인 도선과 저항 R_3 가 서로 병렬로 연결되는데, 전류는 저항이 0인 도선 쪽으로 모두 흐르기 때문에 저항 R_3 에는 전류가 흐르지 않는다.

8. ㄱ. 파장이 λ 에서 $\lambda' = \frac{\lambda}{2}$ 로 감소해도 P는 스크린의 중앙점 이므로 이중 슬릿 S_1, S_2 로부터의 경로차가 0이어서 보강 간섭이 일어난다.

ㄴ. 파장이 λ 일 때 상쇄 간섭 조건은 경로차가 반 파장의 홀수배일 때이다. 따라서

$$\text{경로차} = \frac{\lambda}{2} \times (\text{홀수}) = \frac{2\lambda'}{2} \times (\text{홀수}) = \frac{\lambda'}{2} \times 2 \times (\text{홀수}) = \frac{\lambda'}{2} \times (\text{짝수})$$

이므로 보강 간섭이 일어난다.

ㄷ. 이웃한 간섭 무늬 사이의 간격 Δx 는 $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ 인데, 단색광의 파장 λ 가 $\frac{1}{2}$ 배로 감소하면 Δx 는 그것에 비례하여 $\frac{1}{2}$ 배로 감소한다.

9. 철수 : (다)에서 A가 B로부터 받은 충격력은 B가 A로부터 받은 충격력과 작용과 반작용의 관계로서, 서로 크기가 같고 방향이 서로 반대이다. 따라서 충격량의 크기는 서로 크기가 같고 방향이 반대이다.

영희 : (라)에서 $x_A > x_B$ 이 되는 것은 분리 직후 A의 속력이 B의 속력보다 크기 때문이다. 왜냐하면 속력이 클수록 같은 시간 동안에 이동 거리가 더 크기 때문이다.

민수 : 추를 올려놓아서 수레의 무게가 무거워지면 속력이 느려지므로 x_B 는 추를 올려놓은 경우가 올려놓지 않은 경우보다 더 작다.

10. 금속막대의 저항 R 은 $R = \rho \frac{l}{S}$ 이므로 비저항 ρ 는 $\rho = \frac{RS}{l}$ 이므로 금속막대 A, B, C의 비저항은 각각 $\rho_A = \frac{3R \times S}{l}$, $\rho_B = \frac{R \times S}{l}$, $\rho_C = \frac{R \times 2S}{l}$ 이므로 비저항의 대소 관계는 $\rho_A > \rho_C > \rho_B$ 이다.

11. $x=0$ 와 $x=2d$ 에서 두 직선 전류에 의한 합성 자기장이 0이 되려면 도선 B에 흐르는 전류의 세기가 $\frac{I}{3}$ 이면서 아래쪽으로 흘러야 한다. 즉 다음과 같이 되므로 합성 자기장은 각각에서 0이 된다.

$$B_0 = k \frac{I}{d} (\times) - k \frac{\frac{I}{3}}{d} (\odot) = \frac{2}{3} k \frac{I}{d} (\times) \quad B_{2d} = k \frac{I}{3d} (\times) + k \frac{\frac{I}{3}}{d} (\times) = \frac{2}{3} k \frac{I}{d} (\times)$$

12. 수면파의 속력 $v=20(cm)$ 이고 주기 $T=0.4(s)$ 이므로 수면파의 파장 λ 는 $v = \frac{\lambda}{T}$, $\lambda = vT = 20 \times 0.4 = 8(cm)$ 이다. 반 파장 $\frac{\lambda}{2} = 4(cm)$ 이므로 4cm마다 입사파와 반사파가 보강 간섭을 하고, 보강 간섭을 하는 지점에서 2cm 떨어진 지점에서는 입사파와 반사파가 상쇄 간섭을 하므로 정상파의 마디가 형성된다. 즉 A로부터 4cm 떨어진 지점에서는 입사파와 반사파가 보강 간섭을 하고, A로부터 6cm 떨어진 지점에서는 입사파와 반사파가 상쇄 간섭을 하므로 정상파의 마디가 형성되고, 따라서 이 지점에서 변위-시간 그래프는 ③과 같이 된다.

13. ㄱ. 임계각 i_c 와 플라스틱의 굴절률 n 의 관계식 $\sin i_c = \frac{1}{n}$, $n = \frac{1}{\sin i_c} = \frac{1}{\sin 40^\circ}$ 가 된다.

ㄴ. 점광원에서 연직선에 대해 42° 의 각을 이루며 나온 광선은 입사각이 42° 이며, 이것은 임계각보다 크므로 이러한 광선은 전반사된다. 따라서 광선은 스크린에 도달할 수 없다.

ㄷ. 임계각이 40° 이므로 40° 보다 작은 입사각으로 입사한 광선은 전반사되지 않으므로 광선의 일부가 굴절되어 P에 도달하게 된다.

14. ㄱ. 1초일 때 사각형 도선을 지나는 자속은 일정하므로 전자기 유도가 일어나지 않아서 저항 R 에는 유도 전류가 흐르지 않는다.

ㄴ. 3초일 때 사각형 도선 내부를 지나는 자속이 지면 수직 뒤쪽으로 증가하므로 사각형 도선에는 이것을 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐른다. 따라서 유도 전류는 렌츠의 법칙에 의해 $a \rightarrow R \rightarrow b$ 방향으로 흐른다.

ㄷ. 3초일 때와 4초일 때 사각형 도선을 통과하는 자속의 시간에 대한 변화율은 서로 같으므로 사각형 도선에 생기는 유도 기전력의 크기가 같으므로 유도 전류의 세기는 서로 같다.

15. ㄱ. 광전자의 최대 운동 에너지는 빛의 세기와 무관하고 빛의 파장에 따라 달라진다. 실험 I 과 II는 파장이 서로 같으므로 광전자의 최대 운동 에너지는 서로 같다. 따라서 (가)는 $2E$ 이다.

ㄴ. 단위 시간당 방출되는 광전자의 개수, 즉 광전류의 세기는 빛의 세기에 비례한다. 따라서 빛의 세기는 I 이 II의 2배이므로 단위 시간당 방출되는 광전자의 개수는 I 이 II보다 더 크다.

ㄷ. 금속의 일함수를 W 라고 하면 광전자에 대한 광전 효과의 방정식으로부터

$$2E = h\frac{c}{\lambda} - W \text{ --- ①}$$

$$E = h\frac{c}{1.5\lambda} - W \text{ --- ②}$$

가 성립한다. 이 두 식을 연립해서 풀면 $W = \frac{hc}{3\lambda}$ 가 된다.

16. 주어진 그림에서 두 스위치 S_1 과 S_2 를 모두 열어 놓으면 회로의 전체 소비 전력

P_1 은 합성 저항이 $(6+R+6)$ 이므로 $P_1 = \frac{V^2}{6+R+6}$ 이 되고, 여기에서 V 는 전원 장치의 전압이다. 주어진 그림에서 두 스위치 S_1 과 S_2 를 모두 닫아 놓으면 회로의 전체

소비 전력 P_2 는 합성 저항이 $(6+R_{\text{a}}+R_{\text{b}}=6+\frac{6R}{R+6}+\frac{6 \times 6}{6+6}=9+\frac{6R}{R+6})$ 이므로

$$P_2 = \frac{V^2}{9+\frac{6R}{R+6}}$$

이 된다. 따라서 $P_1 = P_2$ 로부터 미지의 저항 $R=2(\Omega)$ 이 된다.

17. ㄱ. 수평면이 A를 수직으로 떠받치는 힘의 크기가 A가 B를 수직으로 떠받치는 힘의 크기의 3배이므로 A의 질량은 B의 질량의 2배라는 것을 알 수 있다.

ㄴ. A는 가속도가 0인 등속 직선 운동을 하므로 작용하는 합력이 0이며, 이것은 A의 윗면과 밑면에 작용하는 마찰력의 크기가 서로 같고 방향이 서로 반대이기 때문이다. 그런데 A의 윗면과 밑면에 작용하는 수직 항력의 크기 N 은 밑면이 윗면의 3배이므로

운동 마찰 계수는 윗면이 밑면의 3배라는 것을 알 수 있다. 즉 A와 B 사이의 운동 마찰 계수는 수평면과 A 사이의 운동 마찰 계수보다 크다.

ㄷ. B가 A에 작용하는 마찰력의 방향은 A의 운동 방향과 같은 오른쪽이다. 그리고 A와 수평면 사이에 작용하는 마찰력의 방향은 A의 운동 방향과 반대인 왼쪽이다. 그래서 A에 작용하는 합력이 0이 된다.

18. ㄱ. (나)의 무늬는 원자가 파동성, 즉 물질파의 성질을 나타내기 때문에 파동의 특성들 중의 하나인 간섭 현상을 나타내기 때문이다.

ㄴ. 원자의 물질파 파장 λ 는 $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$ 이므로 원자의 운동량 p 가 커지면 물질파의 파장 λ 는 짧아진다.

ㄷ. 원자들의 운동량 p 가 증가하면 물질파의 파장 λ 가 그것에 반비례하여 짧아지므로 이웃한 어두운 무늬의 간격, 즉 정상파의 마디와 마디 사이의 간격은 작아진다.

19. ㄱ. 마찰이 없는 S_1 에서는 거리 d 만큼 등가속도 운동을 하고, 마찰이 있는 S_2 에서는 거리 $2d$ 만큼 등가속도 운동을 하므로 가속도는 S_1 에서가 S_2 에서의 2배이다. 따라서 운동 제2법칙으로부터 S_1 과 S_2 에서 나무도막의 가속도의 크기를 비교하면

$\frac{mg}{3m+M} = 2 \times \frac{0.5 \times Mg - mg}{3m+M}$ 이 성립하고, 여기에서 M 은 나무도막의 질량이며, S_2 와 나무도막 사이의 운동 마찰 계수는 0.5이다. 이 식으로부터 $M=3m$ 이라는 것을 알 수 있다.

ㄴ. S_1 에서는 마찰이 없고, S_2 에서는 마찰이 있으므로 B에 연결된 실이 나무도막을 당기는 힘의 크기는 나무도막이 S_1 에서 운동할 때가 S_2 에서 운동할 때보다 작다.

ㄷ. 나무도막이 S_2 에서 운동하는 동안에 일-에너지의 원리로부터 마찰력과 줄이 나무도막에 작용하는 한 일의 합이 나무도막의 운동 에너지의 변화량과 같다.

20. ㄱ. S 와 물체 사이의 운동 마찰 계수 μ 는 운동 제2법칙으로부터

$F=ma=\mu mg$, $a=\mu g$, $1=\mu \times 10$, $\mu=0.1$ 이 되는데, 여기에서 가속도 a 는 1-3초 사이에서 속력-시간 그래프의 기울기의 절대 값과 같다.

ㄴ. 역학적 에너지 보존 법칙으로부터 빗면을 올라가기 직전에 물체의 운동 에너지와 최고점에서 물체의 중력 위치 에너지가 서로 같으므로 높이 h 는

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh, \quad h = \frac{v^2}{2g} = \frac{8^2}{2 \times 10} = 3.2(m)$$

가 된다.

ㄷ. 물체가 오른쪽 방향으로 마찰이 있는 수평면 S 로 진입하는 순간에 속력의 제곱이 $10^2=100$ 이고, S 를 통과한 직후에 속력의 제곱이 $8^2=64$ 이다. 그런데 물체가 다시 빗면을 내려와서 왼쪽 방향으로 S 를 통과한 직후에 속력의 제곱은 $64 - (100 - 64) = 28$

이 된다. 물체의 운동 에너지 E_k 는 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 과 같이 속력 v 의 제곱에 비례하므로 S 를 통과하기 직전과 다시 반대 방향으로 통과한 직후 속력의 비는 $\sqrt{\frac{28}{100}} = \frac{2\sqrt{7}}{10} = \frac{\sqrt{7}}{5}$ (배)이다. 그리고 용수철에 저장된 탄성 위치 에너지 $\frac{1}{2}kd^2$ 과 용수철로부터 분리된 직후 운동 에너지 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 은 역학적 에너지 보존 법칙에 의해 서로 같으므로

$\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mv^2$, $d \propto v$ 와 같이 용수철의 최대 압축 길이 d 는 물체의 속력 v 에 비례한다. 따라서 최고점에서 내려온 물체는 용수철을 처음의 $\frac{\sqrt{7}}{5}$ 배인 $\frac{\sqrt{7}}{5}d$ 만큼 압축시킨다.