

2014학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가 (물리 I)

정답 및 해설

〈정답〉

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

〈해설〉

1. ㄱ. 0초일 때의 위치와 6초일 때의 위치가 4m로 같으므로 0초부터 6초까지 변위는 0이다.

[오답피하기]

ㄴ. 2초부터 4초까지 평균 속력은 $\frac{3}{2}=1.5\text{m/s}$ 이다.

ㄷ. 1초일 때는 위치를 측정한 기준점으로 가까워지는 것이고, 3초일 때는 위치를 측정한 기준점에서 멀어지고 있으므로 운동 방향은 반대이다.

2. ㄱ. 철수가 책장을 미는 힘과 책장이 철수를 미는 힘은 작용과 반작용의 관계이다.

ㄴ. 책장과 수평면 사이의 정지 마찰 계수가 0.6이므로 책장과 수평면 사이의 최대 정지 마찰력은 $0.6 \times 100 \times 10 = 600\text{N}$ 이므로 책장은 정지해 있다. 따라서 수평면이 책장에 작용하는 마찰력은 정지 마찰력이고, 이 정지 마찰력의 크기는 300N이다.

[오답피하기]

ㄷ. 수평면이 책장에 작용하는 마찰력의 방향은 왼쪽이고, 수평면이 철수에게 작용하는 마찰력의 방향은 오른쪽이므로 서로 반대이다.

3. 운동량 보존 법칙에 따라 (가)와 (나)에서 물체들의 운동량의 합은 같다. A의 질량을 m_A 라 하고 운동량 보존 법칙을 적용하면 $m_A(3v) - mv = (m_A + 2m)v$ 이다. 이를 정리하면 $m_A = 1.5m$ 이다.

4. ㄱ. 충돌하는 동안 A가 B로부터 받는 충격량의 크기는 충돌 전과 후의 A의 운동량 변화량 크기와 같다. 따라서 (나)의 그래프에서 A의 충돌 전 운동량의 크기가 $4\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 이고, 충돌 후 운동량의 크기는 $2\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 이므로 충돌하는 동안 A가 B로부터 받은 충격량의 크기는 $2\text{N}\cdot\text{s}$ 이다.

ㄴ. 충돌하는 동안 A와 B가 서로 주고 받은 충격량의 크기, 평균 힘은 서로 같다. 충격량의 정의에 따라 $2 = \bar{F} \times 0.01$ 에서 평균힘 $\bar{F} = 200\text{N}$ 이다.

ㄷ. 충돌 후 A, B의 속력을 각각 v_A , v_B 라 하자. 충돌 후 A의 운동량의 크기가 $2\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 이므로 A의 속력은 $2 \times v_A = 2$ 에서 $v_A = 1\text{m/s}$ 이다. 충돌 전과 후에 대해 운동량 보존 법칙이 성립하므로 적용하면 $4 + 0 = 2 + 1 \times v_B$ 에서 $v_B = 2\text{m/s}$ 이다. 따라서 충돌 후 속력은 B가 A의 2배이다.

5. ㄱ. 물체가 등가속도 직선 운동을 하였으므로 등가속도 직선 운동 식 $2as = v^2 - v_0^2$ 을 이용하면 $2 \times a \times 1 = 2^2 - 0^2$ 이다. 정리하면 가속도의 크기는 $a = 2\text{m/s}^2$ 이다.

ㄴ. 등가속도 직선 운동 식 $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 을 이용하면 $3 = 2 \times t + \frac{1}{2} \times 2 \times t^2$ 이다. 정리하면 $t^2 + 2t - 3 = 0$ 이므로 $t = 1\text{s}$ 이므로 Q에서 R까지 이동하는데 걸린 시간은 1초이다.

[오답피하기]

ㄷ. 물체는 P에서 Q까지 1초 동안 1m 이동하였으므로 평균속력은 $\frac{1}{1} = 1\text{m/s}$ 이고,

Q에서 R까지 1초 동안 3m 이동하였으므로 평균속력은 $\frac{3}{1} = 3\text{m/s}$ 이다. 따라서 Q에서 R까지의 평균 속력은 P에서 Q까지의 평균 속력의 3배이다.

6. ㄱ. A구간에서는 역기의 높이가 일정하므로 선수가 역기에 한 일은 0이다.

ㄴ. B구간과 C구간에서의 역기의 높이차가 0.6m로 같으므로 역기의 중력에 의한 위치 에너지 증가량은 B구간에서와 C구간에서가 같다.

[오답피하기]

ㄷ. B구간과 C구간에서 역기는 각각 등속도로 올라가고 있다. 그러므로 선수가 역기에 한 일은 역기의 중력에 의한 위치 에너지의 증가량과 같다. B와 C 구간에서 역기의 중력에 의한 위치 에너지 증가량이 같으므로 선수가 역기에 한 일률은 B구간과 C구간 중에 역기를 들어 올리는 시간이 더 짧은 C구간에서가 크다.

7. (가)와 (나)에서 물체들의 역학적 에너지의 합이 보존 되므로 이를 적용하면 다음과 같다. $(2m) \times g \times h + 0 = \frac{1}{2} \times (2m) \times v^2 + 0 + \frac{1}{2} \times m \times v^2 + m \times g \times h$ 에서 정

리하면 $\frac{3}{2}mv^2 = mgh$ 이다. 따라서 $v = \sqrt{\frac{2gh}{3}}$ 이다.

8. A가 마찰면으로부터 받는 운동 마찰력의 크기를 f 라 하자. 추가 정지해 있었을 때와 추가 등속도 운동하는 때에 대해 역학적 에너지 보존 법칙을 적용하면서 마찰

력이 한 일을 고려해주면 된다. 상황을 정리해 보면 ‘추가 정지해 있는 경우의 중력에 의한 위치 에너지-마찰력이 A에 한 일의 크기=추가 등속도 할 때의 물체(추, A, B)들의 역학적 에너지 합’이 된다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$1 \times 10 \times 6 - f \times 3 = \frac{1}{2} \times 1 \times v^2 + \frac{1}{2} \times 1 \times v^2 + \frac{1}{2} \times 1 \times v^2 \text{에서 정리하면}$$

$$60 - 3f = \frac{3}{2}v^2 \dots \textcircled{1} \text{이다.}$$

A가 마찰면으로부터 받는 운동 마찰력의 크기 f 를 구해보면 A, B와 마찰면 사이의 운동 마찰 계수가 같으므로 B가 받는 운동 마찰력의 크기도 f 이다. 추가 속력 v 로 등속도 운동하는 경우 각각의 물체들이 받는 합력이 0이므로 물체 B에 대해 줄이 B를 당기는 힘과 B가 받는 운동 마찰력의 크기가 같고, 물체 A에 대해 운동 방정식을 세우면 $10 = 2f \dots \textcircled{2}$ 이므로 $f = 5\text{N}$ 임을 알 수 있다. $f = 5\text{N}$ 을 $\textcircled{1}$ 식에 대입하여 정리하면 $v = \sqrt{30} \text{ m/s}$ 이다.

9. - 철수 : P는 니크롬선 X에 병렬로 연결되어 있으므로 전압계이다.

[오답피하기]

- 영희 : Q는 회로에 직렬로 연결되어 있으므로 전류계이며 전류계는 전원 장치의 (+), (-)단자에 맞게 같은 단자가 연결되어 있어야 한다. 따라서 집게 a는 Q의 (-)단자에 연결되어 있다.

- 민수 : 실험결과와 기울기는 $\frac{\text{전류}}{\text{전압}} = \frac{1}{\text{저항}}$ 이므로 저항값은 기울기가 큰 X가 Y보다 작다.

10. ㄱ. a, b에 흐르는 전류의 세기가 1A로 같으므로 $R_2 = R_1 + R_1 = 2R_1$ 이다. 직렬로 연결된 저항값이 R_1 인 두 저항체와 병렬로 연결된 저항값이 R_2 인 저항체의 합성 저항값은 R_1 이 된다. 그러므로 회로는 저항값이 R_1 인 두 저항체가 직렬로 연결된 회로와 같다. 따라서 좌상의 위치에 있는 저항값이 R_1 인 저항체에 흐르는 전류의 세기는 2A, 걸리는 전압은 10V이므로 $2 = \frac{10}{R_1}$ 에서 $R_1 = 5\Omega$ 이고, $R_2 = 10\Omega$ 이다.

ㄴ. S를 닫으면 맨 오른쪽 R_1 인 저항체는 의미가 없다. 따라서 저항값이 R_1 인 저항체와 병렬로 연결된 저항값이 각각 R_1 , R_2 인 두 저항체와 직렬로 연결된 회로가 된다. 병렬로 연결된 저항값이 각각 R_1 , R_2 인 두 저항체의 합성 저항값은 $\frac{1}{R} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10}$ 에서 $R = \frac{10}{3}\Omega$ 이다. 저항값의 비가 $5 : \frac{10}{3} = 3 : 2$ 이므로 저항값이

R_2 인 저항 양단에 걸리는 전압은 $\frac{2}{5} \times 20 = 8V$ 이다.

[오답피하기]

ㄴ. S를 닫았을 때, 우상에 위치한 저항값이 R_1 인 저항체에 8V의 전압이 걸리게 된다. 따라서, a에 흐르는 전류의 세기는 $I = \frac{8}{R_1} = \frac{8}{5} = 1.6A$ 이다.

11. ㄴ. P의 양단에 걸리는 전압이 20V이므로 P에 흐르는 전류의 세기는 (나)의 그래프에서 4A이다.

ㄷ. P의 양단에 걸리는 전압이 20V이므로 Q의 양단에 걸리는 전압은 5V이다.

[오답피하기]

ㄱ. P, Q가 직렬로 연결되어 있으므로 P, Q에 걸리는 전압의 비는 저항값의 비와 같다. P의 저항값은 $R_P = \rho_P \frac{2L}{S} \dots \textcircled{1}$, Q의 저항값은 $R_Q = \rho_Q \frac{L}{2S} \dots \textcircled{2}$ P와 Q의 전압의 비는 4 : 1이므로 이를 이용하면 $R_P : R_Q = 4 : 1 \dots \textcircled{3}$ 이다. ①, ②, ③을 정리하면 $\rho_P = \rho_Q$ 이므로 비저항은 P와 Q가 같다.

12. ㄱ. Q에는 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향의 자속이 증가하므로 이러한 변화를 막기 위해 반시계 방향의 유도 전류가 흐른다.

[오답피하기]

ㄴ. 유도 전류의 세기는 도선을 지나는 자속의 시간적 변화율에 비례한다. P와 Q를 지나는 자속의 시간적 변화율이 같기 때문에 유도 전류의 세기도 같다.

ㄷ. Q의 상하 도선이 받는 자기력은 크기가 같고 방향이 반대이므로 상쇄된다. Q의 좌우 도선에서는 자기장의 세기와 전류의 세기는 같으나 자기장 영역 안에 있는 도선의 길이가 우측 도선이 더 길기 때문에 우측 도선이 받는 힘의 크기가 좌측 도선이 받는 힘의 크기보다 크다. 따라서 Q에 작용하는 자기력의 합력은 0이 아니고 방향은 $-x$ 방향이다.

13. 무한히 긴 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례하고, 도선으로부터의 수직 거리에 반비례한다.

$I_P = 0$ 일 때, O에서 자기장의 세기가 B_0 이므로 반시계 방향으로 흐르는 전류에 의한 원형 도선 중심에서의 자기장의 세기는 B_0 이고, 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다.

$I_P = 2I_0$ 일 때, O에서 자기장의 세기가 0이므로 O에서 직선 도선 P에 의한 자기장의 세기는 B_0 이고, 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

$I_p = I_0$ 일 때, O에서 자기장은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향으로 $\frac{B_0}{2}$ 이므로 O에서 P에 흐르는 전류에 의한 자기장은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향으로 $\frac{B_0}{2}$ 임을 알 수 있다. 따라서 O에서 자기장의 세기가 0이 되려면 O에서 직선 도선 Q에 흐르는 전류에 의한 자기장이 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향으로 $\frac{B_0}{2}$ 이면 되므로 Q에는 $-y$ 방향으로 세기가 $2I_0$ 인 전류가 흐른다.

14. ㄱ. 이 파동은 종파이다. 따라서 매질의 진동 방향과 파동의 진행 방향에 따른 파동의 종류는 종파인 음파와 같다.

[오답피하기]

ㄴ. 파장은 밀에서 밀 또는 소에서 소까지의 거리인 0.2m이다.

ㄷ. 파동의 진행 속력은 $v = \frac{\text{파장}}{\text{주기}} = \frac{0.2}{0.5} = 0.4 \text{ m/s}$ 이다.

15. ㄴ. 단색광이 매질 1에서 매질 2로 입사할 때 굴절각이 입사각보다 크므로 매질 1의 굴절률이 매질 2의 굴절률보다 크다. 그리고 단색광이 매질 2에서 매질 3으로 입사할 때 굴절각이 입사각보다 크므로 매질 2의 굴절률이 매질 3의 굴절률보다 크다. 따라서 굴절률은 매질 1이 매질 3보다 크다.

[오답피하기]

ㄱ. 매질 1의 굴절률이 매질 2의 굴절률보다 크므로 단색광의 속력은 매질 1에서 매질 2에서보다 느리다.

ㄷ. 매질 1에서 단색광의 입사각을 i_0 보다 크게 하면 단색광이 매질 2에서 매질 3으로 입사할 때, 입사각이 작아지므로 매질 2와 매질 3의 경계면에서 전반사가 일어나지 않는다.

16. ㄴ. 현재 P점은 입사파의 마루와 반사파의 골이 만나고 있어 진폭이 0이다. Q점은 입사파의 골과 반사파의 마루가 만나고 있어 진폭이 0이다.

보기에 따라서는 복잡하게 느껴지겠지만 의외로 간단하게 문제가 풀린다. 파동을 조금 진행시켜 보면 P와 Q를 잇는 직선상에서는 항상 반대 입사파와 반사파가 서로 반대 위상으로 만난다는 것을 알 수 있다. 따라서 한 주기 동안 P와 Q를 잇는 직선상에서 중첩된 파동의 변위가 0이다.

[오답피하기]

ㄱ. ㄷ. P와 Q를 잇는 직선상에서 중첩된 파동의 변위가 0이므로 ㄱ과 ㄷ의 모습은 틀리다.

17. ㄴ. 정지 전압은 C를 사용하였을 때가 A를 사용하였을 때보다 크므로 단색광의 진동수는 A가 C보다 작다.

ㄷ. 전압이 0일 때, 광전류의 세기는 B를 사용하였을 때가 C를 사용하였을 때보다 크므로 단색광의 세기는 B가 C보다 크다.

[오답피하기]

ㄱ. 금속판에서 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 정지 전압이 클수록 크다. 정지 전압은 A를 사용하였을 때가 B를 사용하였을 때보다 작으므로 금속판에서 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 A를 비출 때가 B를 비출 때보다 작다.

18. 물질파의 파장은 $\lambda = \frac{h}{P}$ (h 는 플랑크 상수)이다.

그러므로 $\lambda_A : \lambda_B = \frac{h}{P_A} : \frac{h}{P_B} = \frac{1}{P_A} : \frac{1}{P_B} \dots$ ①이다. A, B가 각각 기준선에서 $d, 2d$

만큼 낙하했을 때, A, B의 속력은 역학적 에너지 보존 법칙에 따라

$\frac{1}{2}mv_A^2 = mgd \dots$ ②, $\frac{1}{2}(2m)v_B^2 = (2m)g(2d) \dots$ ③에서 각각 $v_A = \sqrt{mgd} \dots$ ④,

$v_B = \sqrt{4gd} \dots$ ⑤이다. ①식에서 $\lambda_A : \lambda_B = \frac{1}{P_A} : \frac{1}{P_B} = \frac{1}{mv_A} : \frac{1}{(2m)v_B}$ 이므로 ④와

⑤식에서 얻은 v_A, v_B 값을 대입하여 정리하면 $v_A : v_B = 2\sqrt{2} : 1$ 이다.

19. A가 마찰면을 지난후 빗면을 올라가기 전 A의 속력을 v_A 라 하면 역학적 에너지 보존 법칙에 따라

$\frac{1}{2}(2m)v_A^2 = (2m)g(0.2)$ 에서 $v_A = \sqrt{2 \times 10 \times 0.2} = 2\text{m/s}$ 이다.

따라서 빗면을 올라가기 전 A의 운동량의 크기를 P_A 라하면 $P_A = (2m)v_A = 4m$

이고, A가 마찰면을 지나면서 마찰면으로부터 받는 운동 마찰력을 f , 마찰력에 의해 받는 충격량의 크기를 I 라 하면 $I = f \times t = 0.5 \times (2m) \times 10 \times 0.2 = 2m$ 이다.

‘용수철에서 분리된 직후 A의 운동량의 크기-마찰력에 의해 받은 충격량의 크기= 빗면을 올라가기 전 A의 운동량의 크기’이므로 용수철에서 분리된 직후 A의 운동량의 크기를 P 라 하면 $P = P_A + I = 4m + 2m = 6m$ 이다. 또, 운동량 보존 법칙에 따라 용수철에서 분리된 직후 B의 운동량의 크기도 P 가 되고, ‘용수철에서 분리된 직후 B의 운동 에너지=마찰면으로부터 받는 마찰력이 B에 한 일의 양’과 같으므로

이를 정리해 보면 $\frac{P^2}{2m} = f \times x = 0.5 \times m \times 10 \times x$ 이 된다. 이 식을 정리하면

$x = 3.6\text{m}$ 이다.

20. 전원 장치의 전압을 $3V$ 라 하자.

스위치를 a에 연결하였을 때, X, Y에서 발생한 발열량의 비가 1 : 2이므로 A, B의 저항값의 비도 1 : 2이므로 A의 저항값을 R 이라 하면 B의 저항값은 $2R$ 이고, A에 걸리는 전압은 V 이다. 그러므로 전열기 X에서 t 초 동안 발생한 열량은 $\frac{V^2}{R}t = 25$ 이다.

스위치를 b에 연결하였을 때, 전열기 Z의 합성 저항값 R_Z 는 $\frac{1}{R_Z} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R}$ 에서

$R_Z = \frac{2}{3}R$ 이므로 Z에 걸리는 전압 V_Z 는 $V_Z = \frac{2}{5} \times 3V = \frac{6}{5}V$ 이다. 따라서 t 초 동

안 Z에서 발생하는 열량을 Q_Z 라 하면 $Q_Z = \frac{V_Z^2}{R_Z} = \frac{\left(\frac{6V}{5}\right)^2}{\frac{2R}{3}} = \frac{54}{25} \times \frac{V^2}{R}t = 54J$ 이

다.