

2015학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[물리 II]

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

1. [출제의도] 운동의 표현 이해하기

ㄱ. 곡선 경로를 따라 운동하므로 이동 거리는 변위의 크기보다 크다. ㄴ. 평균 속력은 $\frac{\text{이동 거리}}{\text{시간}}$ 이고, 평균 속도는 $\frac{\text{변위}}{\text{시간}}$ 이므로 평균 속력은 평균 속도의 크기보다 크다. ㄷ. 방향이 계속 변하므로 가속도 운동이다.

2. [출제의도] 2차원 운동하는 물체의 속도-시간 그래프 분석하기

ㄱ. 0초부터 2초까지 x 축 방향으로 등속도 운동을, y 축 방향으로 등가속도 운동을 하므로 물체는 포물선 운동을 한다. ㄴ. 속도-시간 그래프에서 기울기가 가속도이므로 1초일 때 가속도의 크기는 $\frac{3}{2} \text{m/s}^2$ 이다. ㄷ. 0초부터 4초까지 x 축 방향의 변위 크기가 12m, y 축 방향의 변위 크기가 9m이므로 물체의 변위 크기는 $\sqrt{(12\text{m})^2 + (9\text{m})^2} = 15\text{m}$ 이다.

3. [출제의도] 힘의 분해 이해하기

마찰이 없는 경사면에서 운동하는 물체의 가속도 크기는 $g \sin \theta$ 이다. 그래프에서 기울기가 가속도이므로 $g \sin \theta = 5 \text{m/s}^2$ 이다. 수평면과 이루는 경사면의 각은 30° 이다. F 가 작용하여 정지하고 있으므로 $F \cos \theta = mg \sin \theta$ 가 성립한다. $F = mg \tan \theta = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{N}$ 이다.

4. [출제의도] 수평 방향으로 던져진 물체의 운동 분석하기

ㄱ. 포물선 운동은 등가속도 운동이므로 물체에 작용하는 알짜힘의 방향은 일정하다. ㄴ. 수평 성분의 속력은 v 이므로 p, q 에서 연직 성분의 속력은 각각 $v, 2v$ 이다. 물체를 던진 지점에서 p 까지 물체가 이동한 시간과 p 에서 q 까지 물체가 이동한 시간은 같다. 따라서 p 의 높이는 $3h$ 이다. ㄷ. 물체를 던진 지점에서 수평면까지 높이가 $4h$ 이고, 물체의 연직 방향의 평균 속력은 v 이므로 p 에서 q 까지 물체가 운동하는 데 걸린 시간은 $\frac{2h}{v}$ 이다. 수평 방향의 속력이 v 이므로 p 에서 q 까지 물체의 수평 이동 거리는 $2h$ 이다.

5. [출제의도] 비스듬히 충돌하는 물체의 힘-시간 그래프 해석하기

ㄱ. 물체의 충돌 전과 후의 운동량의 변화량($\vec{p}_{\text{나중}} - \vec{p}_{\text{처음}}$)의 방향은 $+x$ 방향이다. 따라서 충격량의 방향이 $+x$ 방향이므로 물체가 벽면으로부터 받은 힘의 방향은 $+x$ 방향이다. ㄴ. 벽면과 물체 사이에 작용하는 힘은 작용과 반작용 관계이므로 충돌하는 동안 물체와 벽면의 충격량의 크기는 서로 같다. ㄷ. 힘의 크기와 시간축이 이루는 면적은 충격량의 크기=운동량의 변화량($\vec{p}_{\text{나중}} - \vec{p}_{\text{처음}}$)크기이다. 따라서 $S = mv$ 이다.

6. [출제의도] 일-운동 에너지 정리 적용하기

전동기가 당기는 힘이 $2F$ 이므로 $0 \sim L$ 까지 B에 작용하는 알짜힘은 F 이다. 물체가 받은 일(알짜힘×이동 거리)만큼 운동 에너지가 증가하므로 A의 위치가 $2L$ 인 순간, $E_A = 3FL$ 이고, $E_B = FL$ 이다. $E_A : E_B = 3 : 1$ 이다.

7. [출제의도] 포물선 운동 이해하기

ㄱ. 초기 속력은 같고, 연직 방향의 초기 속력이 A가 B보다 크므로 수평면에 대해 던져진 각은 A가 B보다 크다. ㄴ. (나)에서 그래프의 아래 부분의 면적은 높이이다. 연직 방향의 속력이 0일 때 물체가 최고점에 도달하므로 최고점의 높이는 A가 B보다 크다. ㄷ. 최고점에서 속도는 수평 방향 성분만 있다. 따라서 A가 B보다 작다.

8. [출제의도] 원운동의 물리량 이해하기

ㄱ. p 와 q 의 주기가 같으므로 각속도(ω)가 같다. ㄴ. 등속 원운동의 속력은 $r\omega$ 이므로 회전축으로부터 거리(r)가 작은 p 의 속력이 q 의 속력보다 작다. ㄷ. 구심 가속도의 크기는 $r\omega^2$ 이므로 p 가 q 보다 작다.

9. [출제의도] 2차원 충돌에서 운동량 보존 법칙 적용하기

A와 B의 질량을 m , 충돌 후 B의 속력을 v_B 라고 하고, x 축 방향으로 충돌 전과 후의 운동량 보존 법칙을 적용하면 $m(4v) = mv + m(v_B \cos 30^\circ)$ 이므로 $v_B = 2\sqrt{3}v$ 이다. 충돌 후 A의 y 축 성분의 속력을 v_A 라고 하고, y 축 방향으로 충돌 전과 후의 운동량 보존 법칙을 적용하면 $0 = mv_A - m(v_B \sin 30^\circ)$ 이므로 $v_A = \sqrt{3}v$ 이다. 따라서 충돌 후 A의 속력은 $\sqrt{v^2 + (\sqrt{3}v)^2} = 2v$ 이다.

10. [출제의도] 단진자의 운동 해석하기

ㄱ. 진동하는 단진자는 가속도의 크기와 방향이 계속 변하는 운동을 한다. ㄴ. 단진자의 주기($T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$)는 실의 길이가 길수록 크다. 따라서 $T_1 < T_2$ 이다. ㄷ. B와 C는 실의 길이와 θ 가 같으므로 속력의 최댓값이 같다. 따라서 운동 에너지는 질량이 작은 B가 C보다 작다.

11. [출제의도] 등속 원운동 분석하기

질량 m , 속력 v 인 물체의 운동 에너지는 $E = \frac{1}{2}mv^2$ 이다. 반지름 r 로 등속 원운동하는 물체에 작용하는 구심력의 크기는 $F = m\frac{v^2}{r}$ 이므로 $F = \frac{2E}{r}$ 이다. 따라서 물체에 작용하는 구심력의 크기는 A가 B의 4배이다.

12. [출제의도] 가속 좌표계에서 관성력 적용하기

ㄱ, ㄷ. 버스의 가속도가 $+x$ 방향이므로 철수의 좌표계에서 관성력의 방향은 $-x$ 방향이다. 따라서 관성력에 의해 용수철은 압축되어 있으므로 $L < L_0$ 이다. ㄴ. 영희의 좌표계에서 물체는 버스와 함께 등가속도 운동한다.

13. [출제의도] 온도를 나타내는 방법 비교하기

ㄱ, ㄷ. 섭씨온도, 절대 온도, 화씨온도는 물의 어는 점과 끓는점 사이를 각각 100등분, 100등분, 180등분한 온도이므로 최저 기온(10°C)은 50°F 이다. 질량

이 1kg인 물의 온도를 1°F 올리는 데 필요한 열량이 1K 올리는 데 필요한 열량보다 작다. ㄴ. 최저 기온의 절대 온도는 283K, 최고 기온의 절대 온도는 293K이므로 절대 온도는 2배가 아니다.

14. [출제의도] 맥스웰 분포 분석하기

그래프에서 기체의 온도가 높을수록, 기체 분자 1개의 질량이 작을수록 속력이 분포된 영역이 넓다. 따라서 온도는 $A < B = C$ 이고, 분자 1개의 질량은 $A = B > C$ 이다. 평균 운동 에너지는 온도에 비례하므로, A가 C보다 평균 운동 에너지가 작다.

15. [출제의도] 기체의 분자 운동과 열역학 제1법칙 적용하기

ㄱ. 기체의 압력은 B가 A의 2배이므로, 동일한 면적에 작용하는 평균 힘의 크기는 B가 A의 2배이다. ㄴ. 기체의 온도는 C가 A의 2배이므로 기체의 내부 에너지($\frac{3}{2}nRT$)는 C가 A의 2배이다. ㄷ. $A \rightarrow B$ 과정은 등적 과정이므로 기체가 한 일 $W = 0$ 이다. 따라서 Q 는 내부 에너지 변화량 $\frac{3}{2}RT$ 이다.

16. [출제의도] 온도-열량 그래프 해석하기

열량 $Q = mc\Delta T$ 이다. A와 B의 질량의 비는 1:2이고, 온도 변화의 비는 4:1이므로 비열의 비는 1:2이다.

17. [출제의도] 압력-부피 그래프 해석하기

ㄱ. $A \rightarrow B$ 과정은 부피가 증가하므로 기체가 외부에 일을 한다. ㄴ. $B \rightarrow C$ 과정은 단열 과정이므로 기체의 내부 에너지 감소량은 기체가 외부에 한 일과 같다. ㄷ. $D \rightarrow A$ 과정에서 온도가 증가하고, $A \rightarrow B$ 과정에서도 온도가 증가한다. 따라서 온도는 B에서가 D에서보다 높다.

18. [출제의도] 열역학 제2법칙 적용하기

ㄱ. 열은 고온에서 저온으로만 저절로 이동하므로 열의 이동은 비가역적이다. ㄴ. 저온에서 고온으로 열이 이동하여도 열역학 제1법칙인 에너지 보존 법칙은 만족한다. 따라서 열의 이동에 관한 방향성에 대해서는 열역학 제1법칙으로 설명할 수 없고, 열역학 제2법칙으로 설명할 수 있다. ㄷ. 잉크 방울이 물속으로 퍼져 나가는 현상은 비가역 과정이므로 열역학 제2법칙으로 설명할 수 있다.

19. [출제의도] 이상 기체 상태 방정식 적용하기

(가)에서 A, B의 압력이 같으므로 A와 B의 몰수(n)는 같다. (나)에서 A와 B의 압력(P)은 같다. 부피 변화량을 ΔV 라 하고, 이상 기체 상태 방정식을 A, B에 적용하면 $P(V + \Delta V) = nR(2T)$, $P(V - \Delta V) = nRT$ 이다. 따라서 $V_B = \frac{2}{3}V$ 이다.

20. [출제의도] 용수철 진자의 단진동 분석하기

ㄱ. $2t$ 일 때, 위치가 $+A$ 이므로 가속도의 크기는 최대이다. ㄴ. 운동량의 크기가 최대인 $3t, 5t$ 일 때 평형 위치를 지난다. ㄷ. 용수철 상수를 k 라고 하면, 물체의 주기는 $4t = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이므로 $k = \frac{m\pi^2}{4t^2}$ 이다. 역학적 에너지 보존 법칙을 적용하면 $\frac{p^2}{2m} = \frac{1}{2}kA^2$

이다. 따라서 $p = \frac{mA\pi}{2t}$ 이다.

|