

# 2017학년도 4월 고3 전국연합학력평가

## 정답 및 해설

### • 4교시 과학탐구 영역 •

#### [물리 II]

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

#### 1. [출제의도] 운동의 표현 이해하기

ㄱ. 운동 방향이 변하므로 가속도 운동이다. ㄴ. 곡선 경로이므로 변위의 크기는 이동 거리보다 작다. ㄷ. 평균 속력은  $\frac{\text{이동 거리}}{\text{시간}}$  이고, 평균 속도는  $\frac{\text{변위}}{\text{시간}}$  이므로 평균 속력은 평균 속도의 크기보다 크다.

#### 2. [출제의도] 등속 원운동 이해하기

ㄱ. a와 b의 주기가 같으므로 각속도( $\omega$ )는 같다. ㄴ. 속력은  $r\omega$ 이므로 반지름( $r$ )이 작은 a의 속력이 b의 속력보다 작다. ㄷ. 구심 가속도의 크기는  $r\omega^2$ 이므로 a가 b보다 작다.

#### 3. [출제의도] 온도의 종류와 열 이해하기

ㄱ. 섭씨온도( $C$ ), 절대 온도( $T$ ), 화씨온도( $F$ )의 관계는  $T=C+273$ 이고,  $F=\frac{9}{5}C+32$ 이므로 냉동 온도는  $5^{\circ}\text{F}$ 이다. ㄴ. 냉장 온도의 절대 온도는  $275\text{K}$ 이고 냉동 온도의 절대 온도는  $258\text{K}$ 이다. ㄷ.  $1^{\circ}\text{F}$ 의 온도차는  $\frac{5}{9}\text{K}$ 의 온도차이므로  $1\text{kg}$ 의 물의 온도를  $1^{\circ}\text{F}$  올리는 데 필요한 열량은  $1\text{K}$  올리는 데 필요한 열량보다 작다.

#### 4. [출제의도] 2차원 운동 분석하기

ㄱ. 이동 거리( $s$ )는 A가 B보다 작고, 걸린 시간( $t$ )은 A와 B가 같으므로 평균 속력은 A가 B보다 작다. ㄴ. B의 처음 속도가 0이고  $t=\frac{d}{v}$ 이므로  $s=\frac{1}{2}at^2$ 에서 B의 가속도의 크기( $a$ )는  $\frac{4v^2}{d}$ 이다. ㄷ. Q에서 B의 속도의 크기( $v_B$ )는  $4v$ 이고, B의 운동 경로와 P가 이루는 각을  $\theta$ 라고 하면  $\sin\theta=\frac{1}{2}$ 이므로  $\cos\theta=\frac{\sqrt{3}}{2}$ 이다. 따라서 B의 속도의 x성분의 크기는  $v_B\cos\theta=2\sqrt{3}v$ 이다.

#### 5. [출제의도] 일·운동 에너지 정리 적용하기

물체에 빗면과 나란한 아래 방향으로 작용하는 힘의 크기를  $f$ 라 하면, p에서 q까지 물체의 운동 에너지 변화량은  $(F-f)L=3E_0$ 이다. q에서 r까지 물체의 운동 에너지 변화량은  $fL=3E_0-E_0=2E_0$ 이다. 따라서 p에서 q까지 F가 한 일  $FL=5E_0$ 이다.

#### 6. [출제의도] 기체의 내부 에너지 이해하기

A, B의 내부 에너지는 각각  $\frac{9}{2}nRT$ ,  $3nRT$ 이다.

#### 7. [출제의도] 2차원 운동에 대한 결론 도출하기

0부터 1초까지 물체가 x, y방향으로 모두 등속도 운동하므로 물체는 직선 운동한다. 1초부터 2초까지 물체가 x방향으로 등속도 운동, y방향으로 속도의 크기가 감소하는 등가속도 운동하므로 물체는 포물선 운동한다.

#### 8. [출제의도] 포물선 운동 가설 설정하기

A가 최고점에 도달하는 데 걸린 시간( $t$ )은  $\frac{v}{g}$ 이다.

$$h=\frac{1}{2}gt^2=\frac{v^2}{2g} \text{이므로 } L=vt=\frac{v^2}{g}=2h \text{이다.}$$

#### 9. [출제의도] 구심력 분석하기

A에 연결된 실이 연직선과 이루는 각을  $\theta$ , 실이 A를 당기는 힘의 크기를  $T_A$ 라 하면, A에 작용하는 구심력의 크기는  $m\omega^2 l \sin\theta=T_A \sin\theta$ 에서  $T_A=m\omega^2 l$ 이다. 각속도( $\omega$ )는 A와 B가 같고, 실의 길이는 B가 A의 2배이므로 실이 B를 당기는 힘의 크기( $T_B$ )는  $T_A$ 의 2배이다.  $T_A=\sqrt{(mg)^2+(mg)^2}=\sqrt{2}mg$ 이므로  $T_B=2\sqrt{2}mg$ 이다. 따라서 B에 작용하는 구심력의 크기는  $\sqrt{(2\sqrt{2}mg)^2-(mg)^2}=\sqrt{7}mg$ 이다.

#### 10. [출제의도] 포물선 운동하는 물체의 운동 분석하기

ㄱ. 최고점에서는 수평 방향의 속도만 있으므로, 최고점에서 물체의 속력은  $\frac{1}{2}v$ 이다. ㄴ. 최고점, p에서 연직 방향의 속도의 크기는 각각 0,  $\frac{1}{2}v$ 이므로  $\frac{1}{2}v=0+gt$ 이다. 최고점에서 p까지 이동하는 데 걸린 시간( $t$ )은  $\frac{v}{2g}$ 이다. ㄷ. 수평면에서 수평 방향, 연직 방향의 속도의 크기( $v_y$ )는 각각  $\frac{1}{2}v$ ,  $\frac{\sqrt{3}}{2}v$ 이다. 따라서 최고점까지의 높이는  $\frac{v^2}{2g}=\frac{3v^2}{8g}$ 이다.

#### 11. [출제의도] 가속 좌표계에서 관성력 적용하기

A가 저울을 누르는 힘의 크기가 0에서 2초까지는  $10\text{N}$ 이고, 2초 이후에는  $9\text{N}$ 으로 감소하였으므로 철수의 좌표계에서는 0에서 2초까지 관성력이 작용하지 않고, 2초 이후에 관성력이 연직 위 방향으로 일정하게 작용하고 있다. 영희의 좌표계에서 엘리베이터는 0에서 2초까지 등속도 운동하고, 2초 이후에 속력이 감소하는 등가속도 운동한다.

#### 12. [출제의도] 물체가 받은 충격량 분석하기

ㄱ. 물체가 a에서 충돌하는 동안 운동량 변화량의 방향은 +x방향이므로 물체가 a에서 벽면으로부터 받은 힘의 방향은 +x방향이다. ㄴ. 물체의 질량을  $m$ 이라 하면, a에서 물체가 벽면으로부터 받은 충격량의 크기( $S$ )는 운동량 변화량의 크기와 같으므로  $S=mv$ 이다. b에서 물체가 벽면으로부터 받은 충격량의 크기는 운동량 변화량의 크기와 같으므로  $\sqrt{3}mv$ 이다. 따라서  $F_b$ 와 시간축이 이루는 면적은  $\sqrt{3}S$ 이다. ㄷ. a, b에서 물체의 충돌 시간은  $T$ 로 같고, 충격량의 크기는 a에서 b에서보다 작으므로 물체가 벽면으로부터 받은 평균 힘의 크기는 a에서 b에서보다 작다.

#### 13. [출제의도] 단진동 분석하기

ㄱ. 변위가 0인 지점에서 운동 에너지가 최대이므로  $\frac{1}{4}$ (J)이다. ㄴ. 가속도가  $\frac{2\pi}{5}$  초마다 같은 방향으로 최대가 되므로 주기( $T$ )는  $\frac{2\pi}{5}$  초이다. ㄷ. 각속도( $\omega$ )는  $\frac{2\pi}{T}=5$ (rad/s)이고, 가속도의 크기의 최댓값  $a$ 는  $\omega^2 \times$ (변위의 최댓값) $=\frac{5}{2}$ ( $\text{m/s}^2$ )이다.

#### 14. [출제의도] 단진자의 운동 탐구 설계하기

철수, 영희: 단진자가 진동할 때 진동의 중심에서 속력은 최대이고, 진동의 양 끝점에서 가속도의 크기는 최대이다. 민수: 실의 길이가  $l$ 인 단진자의 주기는  $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이다.

#### 15. [출제의도] 열역학 과정 해석하기

ㄱ. A→B 과정에서 기체는 온도가 일정하고 압력이 증가하므로 부피는 감소한다. ㄴ. B→C 과정에서 기

체가 방출한 열량( $Q_{BC}$ )은 기체의 내부 에너지 감소량( $\Delta U_{BC}$ )과 같고, D→A 과정에서 기체가 흡수한 열량( $Q_{DA}$ )은 기체의 내부 에너지 증가량( $\Delta U_{DA}$ )과 기체가 한 일의 합과 같다.  $\Delta U_{BC}=\Delta U_{DA}$ 이므로  $Q_{BC}<Q_{DA}$ 이다. ㄷ. C→D 과정에서 기체는 온도가 일정하고 열을 흡수하므로 엔트로피는 증가한다.

#### 16. [출제의도] 열량 보존 법칙 이해하기

ㄱ. (가)에서 (나)로 변하는 과정에서 B가 잃은 열량은 A와 액체가 각각 잃은 열량의 합과 같다. ㄴ. A, B의 비열을 각각  $c_A$ ,  $c_B$ 라 하면, 열용량은 A가 B의 2배이고, 질량은 B가 A의 2배이므로  $c_A=4c_B$ 이다. ㄷ. A, B의 열용량을 각각  $2C$ ,  $C$ 라 하면, B가 잃은 열량은  $8CT$ 이고 A가 잃은 열량은  $2CT$ 이다. 액체의 열용량을  $C_l$ 이라 하면, 액체가 잃은 열량은  $CT$ 이다. 따라서  $8CT=2CT+C_lT$ 에서  $C_l=6C$ 이다.

#### 17. [출제의도] 맥스웰 분포 해석하기

ㄱ. 기체의 온도가 높을수록 속력이 큰 기체 분자가 더 많으므로 기체의 온도는 A가 B보다 낮다. ㄴ. A와 B의 질량이 같으므로 온도가 높을수록 기체 분자의 평균 속력은 크다. 따라서 기체 분자의 평균 속력은 A가 B보다 작다. ㄷ. A, B의 온도를  $T_A$ ,  $T_B$ , 압력을  $P_A$ ,  $P_B$ , 부피를  $V_A$ ,  $V_B$ 라 하면, A와 B의 분자 수가 같으므로  $\frac{P_A V_A}{T_A}=\frac{P_B V_B}{T_B}$ 이다.  $V_A>V_B$ ,  $T_A<T_B$ 이므로  $P_A<P_B$ 이다.

#### 18. [출제의도] 열의 전도 적용하기

ㄱ. A와 B의 열전도율을 각각  $k_A$ ,  $k_B$ , 금속 막대의 단면적을  $S$ 라 하면, A, B를 통해 단위 시간 동안 이동하는 열량은 B가 A의 2배이므로  $2(k_A S \frac{100}{2L})=k_B S \frac{100}{3L}$ 에서  $k_B=3k_A$ 이다. ㄴ. 접촉 부분의 온도는 일정하므로 단위 시간 동안 이동하는 열량은 A에서와 B에서가 같다. ㄷ. A, B의 열전도율을 각각  $k$ ,  $3k$ 라 하면,  $kS \frac{(50-T)}{2L}=3kS \frac{(T-10)}{3L}$ 이므로  $T=\frac{70}{3}^{\circ}\text{C}$ 이다.

#### 19. [출제의도] 열역학 제1법칙 결론 도출하기

피스톤의 단면적을  $A$ , 열을 가하기 전과 후 p가 물체를 당기는 힘을 각각  $T_p$ 와  $T'_p$ 이라 하면, q가 물체를 당기는 힘의 크기가  $mg$ 일 때  $T_p=3mg$ 이고 피스톤에 작용하는 힘의 관계는  $\frac{1}{3}P_0A+3mg=P_0A+mg$ 에서  $P_0A=3mg$ 이다. 기체에  $\frac{3}{4}RT_0$ 만큼의 열량을 가하면 기체는 온도가  $\frac{3}{2}T_0$ , 압력이  $\frac{1}{2}P_0$ 가 된다.  $T'_p=F+2mg$ 이고  $T'_p+\frac{1}{2}P_0A=mg+P_0A$ 에서  $T'_p=\frac{5}{2}mg$ 이므로,  $F=\frac{1}{2}mg$ 이다.

#### 20. [출제의도] 2차원 탄성 충돌 탐구 설계하기

충돌 후 A, B의 속도의 x성분의 크기를  $v_A$ ,  $v_B$ 라 하면, 충돌 후 같은 시간 동안 +x방향으로 이동한 거리는 B가 A의 3배이므로,  $v_B=3v_A$ 이다. A, B의 질량을  $m$ 이라 하면,  $4mv=mv_A+mv_B$ 이므로  $v_A=v$ ,  $v_B=3v$ 이다. 충돌 후 A, B의 속도의 y성분의 크기를 각각  $v_{Ay}$ ,  $v_{By}$ 라 하면, 충돌 전 A의 운동량의 y성분의 크기는 0이므로  $v_{Ay}=v_{By}$ 이다. 탄성 충돌하므로 충돌 전후 운동 에너지는 보존된다.  $\frac{1}{2}m(4v)^2=\frac{1}{2}m(v^2+v_{Ay}^2)+\frac{1}{2}m(9v^2+v_{By}^2)$ 에서  $v^2=v_{Ay}^2=v_{By}^2=3v^2$

이다.  $v_A = 2v$ ,  $v_B = 2\sqrt{3}v$  이므로  $\frac{v_B}{v_A} = \sqrt{3}$  이다.