

<정답>

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

<해설>

1. 평균 속력

[정답맞히기] ㄴ. 이동거리가 변위의 크기보다 크다. 따라서 평균 속력이 평균 속도의 크기보다 크다.

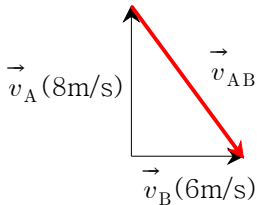
[오답피하기] ㄱ. 야구 선수의 운동 방향이 변하였다. 따라서 이동거리가 변위의 크기보다 크다.

ㄷ. 운동 방향이 변하였으므로 속도가 변하는 운동을 하였다. 따라서 등속도 운동이 아니다.

2. 평면상에서의 상대 속도

[정답맞히기] ㄱ. 이동한 거리는 속도-시간 그래프 아래의 면적과 같다. 따라서 0초부터 6초까지 이동한 거리는 A가 B보다 크다.

ㄷ. 3초일 때 A와 B의 속력이 각각 6m/s, 8m/s이다. 그런데 운동 방향이 직각이므로 A에 대한 B의 상대 속도의 크기는 $v_{AB} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10(\text{m/s})$ 이다.



[오답피하기] ㄴ. 가속도의 크기는 속도-시간 그래프의 기울기와 같다. 따라서 1초일 때 가속도의 크기는 A가 B보다 크다.

3. 수평으로 던진 물체의 운동

[정답맞히기] ㄴ. B의 속도의 수평 성분이 5m/s로 일정하고, 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간이 3초이다. 따라서 B의 수평 도달 거리는 $R = 5 \times 3 = 15(\text{m})$ 이다.

[오답피하기] ㄱ. $45 = \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$ 에서 B가 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간이 $t = 3$ 초이므로, H는 4초 동안 자유 낙하한 높이와 같다. 따라서 $H = \frac{1}{2} \times 10 \times 4^2 = 80(\text{m})$ 이다.

ㄷ. 수평면에 도달하는 속력은 A가 $v_A = 10 \times 4 = 40(\text{m/s})$ 이고 B가 $v_B = \sqrt{30^2 + 5^2}$ 이다. 따라서 A가 B보다 크다.

4. 등속 원운동

[정답맞히기] ㄱ. 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간이 같으므로 A와 B의 주기가 같다. 그런데 각속도는 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 에서 주기에 반비례한다. 따라서 A와 B의 각속도도 같다.

ㄴ. 같은 시간 동안 A의 이동거리가 B보다 크다. 따라서 속력은 A가 B보다 크다.

[오답피하기] ㄷ. $a = r\omega^2$ 에서 각속도가 같으면 구심 가속도의 크기는 반지름에 비례한다. 따라서 구심 가속도의 크기는 A가 B보다 크다.

5. 평면상에서의 충돌

[정답맞히기] ㄱ. 충돌 후 속도의 y 성분이 A는 2m/s, B는 -1m/s이다. 그런데 운동량의 y 성분이 보존되므로 $0 = m \times 2 + 2 \times (-1)$ 에서 A의 질량은 $m = 1\text{kg}$ 이다.

[오답피하기] ㄴ. 운동량의 x 성분도 보존되므로 $mv = m \times 3 + 2 \times 1$ 가 성립한다. 그런데 $m = 1\text{kg}$ 이므로 충돌 전 A의 속력은 $v = 5\text{m/s}$ 이다.

ㄷ. 충돌 후 B의 운동에너지는 $E_B = \frac{1}{2} \times 2 \times (1^2 + 1^2) = 2(\text{J})$ 이다.

6. 원뿔진자의 주기

[정답맞히기] (가), (나)에서 관과 실이 이루는 각도를 각각 θ_1, θ_2 라고 하고, 각속도를 각각 ω_1, ω_2 라고 하면 다음 관계가 성립한다.

- (가) : $Mg \cos \theta_1 = mg$ (연직 방향), $Mg \sin \theta_1 = mL \sin \theta_1 \omega_1^2$ (수평 방향)
- (나) : $2Mg \cos \theta_2 = mg$ (연직 방향), $2Mg \sin \theta_2 = m(2L) \sin \theta_2 \omega_2^2$ (수평 방향)

수평 방향의 식에서 $Mg = mL\omega_1^2$, $2Mg = 2mL\omega_2^2$ 이므로 $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 1$ 이다. 따라서 $f_1 : f_2 = 1 : 1$ 이다.

7. 인공위성의 주기

[정답맞히기] ㄷ. 만유인력의 크기가 $F = \frac{GMm}{r^2}$ 이므로 가속도의 크기는 $a = \frac{F}{m} = \frac{GM}{r^2}$ 이다. 따라서 A의 가속도의 크기는 B의 4배이다.

[오답피하기] ㄱ. 인공위성의 질량을 m , 공전 반지름을 r 라고 하면 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ 에서 공전 속력은 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 이다. 따라서 $v^2 = \frac{GM}{r}$ 은 A가 B의 2배이다. 그런데 A와 B의 운동에너지가 같다. 따라서 B의 질량이 A의 2배이다.

ㄴ. 지구 주위를 공전하는 인공위성의 운동은 케플러의 법칙을 따른다. 따라서 케플러의 제 3법칙 $T^2 \propto r^3$ 에서 A와 B의 주기의 비는 $1 : 2\sqrt{2}$ 이다.

8. 일직선상에서의 충돌

[정답맞히기] ㄴ. 충돌 전 상대속도의 크기는 $2 - (-10) = 12\text{m/s}$ 이고, 충돌 후 상대속도의 크기는 10m/s 이다. 그런데 정면으로 충돌하여 같은 직선 위에서 운동하는 물체들 사이의 반발계수는 상대속도 크기의 비에 해당한다. 따라서 A와 B의 반발계수는 $e = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}$ 이다.

[오답피하기] ㄱ. 책상 면에서 운동하는 동안 마찰이 없으므로 운동량이 보존된다. 따라서 $10 \times 2 + 1 \times (-10) = 1 \times v$ 에서 $v = 10\text{m/s}$ 이다.

ㄷ. 반발계수가 1보다 작으므로 운동에너지가 감소하는 비탄성 충돌을 하였다. 따라서 A와 B의 운동에너지의 합은 충돌 후가 충돌 전보다 작다.

9. 반발 계수

[정답맞히기] H_1 만큼 낙하하는 데 걸린 시간을 t 라고 하면, P에서 Q까지 H_2 만큼 올라갔다 다시 H_2 만큼 낙하하는 데 걸린 시간이 t 이다. 따라서 H_2 만큼 낙하하는 데 걸리는 시간은 $\frac{1}{2}t$ 이다. 그런데 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 에서 낙하 높이는 걸린 시간의 제곱에 비례한다. 따라서 $H_1 : H_2 = 4 : 1$ 이다.

10. 만유인력에 의한 위치 에너지

[정답맞히기] ㄱ. 만유인력의 크기는 $F = \frac{GMm}{r^2}$ 이므로 행성에 가까울수록 크다. 따라서 만유인력의 크기는 A에서가 C에서보다 크다.

ㄴ. 행성으로부터 멀수록 위치에너지가 크다. 그런데 역학적 에너지가 일정하게 보존되므로 행성으로부터 멀수록 운동에너지가 작다. 따라서 속력은 B에서가 C에서보다 크다.

[오답피하기] ㄷ. 행성과 위성을 연결한 선분이 끌고 지나가는 면적이 A→B에서가 B→C에서보다 작다. 그런데 면적 속도가 일정하므로, 걸린 시간은 행성과 위성을 연결한 선분이 끌고 지나간 면적에 비례한다. 따라서 A→B에서 걸리는 시간이 B→C에서 걸리는 시간보다 짧다.

11. 용수철진자의 운동

[정답맞히기] ㄴ. t_0 일 때와 $2t_0$ 일 때 변위가 0으로 같으므로 위치에너지가 같다. 따라서 운동에너지도 같다. 운동에너지는 속력²에 비례한다. 따라서 속력도 같다. 도의 크기도 최대이다.

[오답피하기] ㄱ. 주기가 $T = 2t_0$ 이므로 진동수는 $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2t_0}$ 이다.

ㄷ. $\frac{t_0}{2}$ 일 때 변위가 0이 아니므로 가속도도 0이 아니다. $\frac{t_0}{2}$ 일 때 변위가 최대이므로 가속

12. 완전 비탄성 충돌

[정답맞히기] ㄱ. A와 B가 완전 비탄성 충돌을 하며, 충돌 시간은 매우 짧다. 따라서 충돌 직후 속력은 용수철이 없을 때와 같다고 볼 수 있다. 따라서 충돌 직후 속력은 $2 \times 8 = (2+2) \times v$ 에서 $v = 4\text{m/s}$ 이며, 이 값이 속력의 최댓값이다.

ㄴ. 충돌이 끝난 후에는 역학적 에너지가 보존되므로 운동에너지의 최댓값과 위치에너지의 최댓값이 같다. 따라서 $\frac{1}{2} \times 4 \times 4^2 = \frac{1}{2} \times 400 \times A^2$ 에서 진폭은 $A = 0.4\text{m}$ 이다.

[오답피하기] ㄷ. 단진동의 주기는 $T = 2\pi \sqrt{\frac{4}{400}} = 0.2\pi(\text{초})$ 이다.

13. 기체 분자의 운동 에너지

[정답맞히기] ㄱ. $Q = W + \Delta U$ 에서 A의 부피가 팽창하므로 $W > 0$ 이다. 그런데 단열되어 있으므로 $Q = 0$ 이다. 따라서 내부에너지 변화량은 $\Delta U = -W < 0$ 이다. 즉, A가 팽창하면서 일을 한 만큼 내부에너지가 감소하며, 그에 따라 A의 온도는 감소한다.

ㄴ. B가 단열되어 있으므로 외부로부터 일을 받는 만큼 내부에너지가 증가한다. 따라서 입자 1개의 평균 운동에너지도 증가한다.

[오답피하기] ㄴ. A의 부피는 증가하고 온도는 감소한다. 따라서 $PV = nRT$ 에서 압력은 감소한다.

14. 열역학 제1 법칙

[정답맞히기] • 영희 : $PV = nRT$ 에서 부피가 일정하고 온도가 증가한다. 따라서 압력도 증가한다.

• 민수 : $\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT$ 에서 기체 분자의 평균 운동에너지는 절대온도에 비례한다. 그런데 온도가 증가하므로 평균 운동에너지도 증가한다. 따라서 기체 분자의 평균속력도 증가한다.

[오답피하기] • 철수 : $\Delta U = Q - W$ 에서 $W = 0$ 이므로 $\Delta U = Q$ 이다. 따라서 열이 공급된 만큼 내부에너지가 증가하여 기체의 온도가 증가한다.

15. 열기관과 열효율

[정답맞히기] ㄴ. B→C 과정과 D→A 과정이 단열이므로 열 출입이 있는 구간은 A→B 과정과 C→D 과정이다. 이때 A→B 과정에서는 외부에 일을 하므로 열을 흡수하고, C→D 과정에서는 일을 받아 $W < 0$ 이므로 $Q < 0$ 이 되어 열을 방출한다. 그런데 열기관이 $5Q$ 의 열량을 흡수하고, $3Q$ 의 열량을 방출한다고 했으므로, A→B 과정에서 흡수하는 열량은 $5Q$ 이고, C→D 과정에서 방출하는 열량은 $3Q$ 이다.

[오답피하기] ㄱ. 열기관이 한 일이 W 이므로 (나)의 그래프에서 A→B→C→D→A로 둘러싸인 폐곡선의 면적이 W 이다. 이것은 A→B→C 과정에서 한 일에서 C→D→A 과정에서 받은 일을 뺀 값과 같다. 따라서 A→B→C 과정에서 한 일은 W 보다 크다.

ㄴ. $W = 5Q - 3Q = 2Q$ 이므로 열기관의 열효율은 $e = \frac{2Q}{5Q} = 0.4 = 40\%$ 이다.

16. 압력-부피 그래프

[정답맞히기] ㄱ. 기체의 내부에너지는 $U = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}PV$ 이므로 압력과 부피를 곱한 값에 비례한다. 그런데 A와 B에서 압력과 부피를 곱한 값이 같다. 따라서 A와 B에서 내부에너지는 같다.

ㄴ. A, B를 통과하는 등온 곡선은 아래로 볼록하다. 따라서 A→B 과정에서 기체의 온도가 증가하다가 다시 감소하여 처음 온도와 같게 된다.

[오답피하기] ㄴ. $Q = W + \Delta U$ 에서 A와 B의 내부에너지가 같으므로 외부로부터 일을 받은 만큼 열을 방출하였다. 따라서 기체가 방출한 열량은 $Q = \frac{3}{2}PV$ 이다.

17. 전기력선

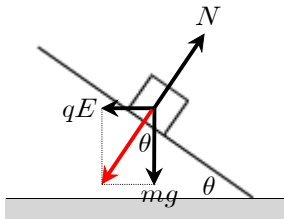
[정답맞히기] ㄴ. 입자에 작용하는 전기력의 방향이 전기장과 반대 방향인 $+x$ 방향이다. 따라서 전하는 음(-)으로 대전되어 있다.

ㄷ. A, B 사이의 전위차는 1V이고, A, C 사이의 전위차는 3V이다. 그런데 1V에 의해 가속 되면 운동에너지가 E_0 만큼 증가한다. 따라서 V에서 운동에너지는 $3E_0$ 이다.

[오답피하기] ㄱ. 전기장의 방향은 전위가 가장 빨리 감소하는 방향이다. 따라서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이다.

18. 전기장 내에서 전하의 운동

[정답맞히기] 물체의 속도가 일정하므로 합력은 0이고, 물체에 작용하는 힘은 전기력, 중력, 수직항력이다. 따라서 전기력과 중력의 합력은 수직항력과 평형을 이루며, 이것을 그림으로 나타내면 다음과 같다. 그림에서 $\tan\theta = \frac{qE}{mg}$ 이므로, 전기장의 세기는 $E = \frac{mg \tan\theta}{q}$ 이다.



19. 점전하 주위의 전기장

[정답맞히기] ㄱ. 합성 전기장의 x 성분이 0이므로, P점에 A와 B가 형성하는 전기장의 세기는 같다. 따라서 A와 B의 전하량은 같다.

ㄴ. R에서 A에 의한 전기장의 방향은 $+x$ 방향이고 B에 의한 전기장의 방향은 $-x$ 방향이다. 그런데 A와 B에 의한 전기장의 세기가 같다. 따라서 R에서 전기장은 0이다.

[오답피하기] ㄷ. 전기장의 방향은 전위가 가장 빠르게 감소하는 방향이다. 그런데 P와 Q 사이의 모든 지점에서 전기장의 방향은 $+y$ 방향이다. 그러므로 Q에서 전위는 P에서보다 높다.

20. 전기장 내에서 전하의 운동

[정답맞히기] • A에 작용하는 전기력과 B에 작용하는 전기력의 방향이 서로 반대이다. 그런데 A의 속력이 증가하였으므로, B의 속력은 감소한다. → ①, ②, ③

• 전기장 영역에서 받는 힘의 크기는 B가 A의 2배이다. 따라서 같은 거리만큼 이동할 때 전기장에서 받는 일의 절댓값은 B가 A의 2배이다.

• A와 B의 질량을 m 이라고 하면, A가 받은 일이 $\frac{1}{2}m\{(3v_0)^2 - v_0^2\} = 4mv_0^2$ 이므로 d 만큼 이동하는 동안 B가 받는 일은 $-8mv_0^2$ 이다. 그런데 입사하는 순간 B의 운동에너지가 $\frac{1}{2}m(4v_0)^2 = 8mv_0^2$ 이다. 따라서 $x = d$ 에서 B의 속력은 0이다.

• 균일한 전기장이므로 B는 등가속도 운동을 한다. 따라서 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 에서 그래프 모양은 ①과 같다.