

2023학년도 SkyRocket

물리학 I EBS 총정리 1주차

번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
정답	①	①	⑤	⑤	①	④	④	⑤	⑤	②
번호	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
정답	①	②	①	③	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
번호	21	22								
정답	③	②								

1.

정답 ①

해설

직선 운동하는 물체의 위치-시간 그래프에서 두 점을 연결한 직선의 기울기는 물체의 평균 속도와 같고, 한 점에서 그은 접선의 기울기는 물체의 순간 속도와 같다.

ㄱ. t 일 때, 그래프에서 A, B의 기울기가 모두 (+)값이므로 A, B의 운동 방향은 (+)방향으로 같다.

ㄴ. $2t$ 일 때, 그래프에서 A의 기울기는 0이고, B의 기울기는 (+)값이다. 따라서 $2t$ 일 때 속력은 A가 B보다 작다.

ㄷ. 0부터 $3t$ 까지 A는 위치가 $5d$ 인 지점까지 갔다가 다시 $4d$ 인 지점까지 되돌아오고, B는 (+)방향으로 $3d$ 인 지점까지 운동한다. 따라서 0부터 $3t$ 까지 A, B의 이동 거리가 각각 $6d$, $3d$ 이므로 평균 속력은 A가 B의 2배이다.

2.

정답 ①

해설

시간에 따른 위치 그래프에서 기울기는 속도를 의미하고, 시간에 따른 속도 그래프에서 기울기는 가속도를 의미하며, 시간에 따른 속도 그래프에서 그래프가 시간 축과 이루는 면적은 변위이다.

ㄱ. (가)에서 시간에 따른 위치 그래프의 기울기는 1m/s 로 일정하므로, A는 1m/s 의 속력으로 등속도 운동을 한다.

ㄴ. (나)에서 시간에 따른 속도 그래프의 기울기는 1m/s^2 의 가속도로 등가속도 운동을 한다.

ㄷ. 0초부터 4초까지 A가 이동한 거리는 4m 이고, B가 이동한 거리는 $4\text{m/s} \times 4\text{s} + \frac{1}{2} \times 1\text{m/s}^2 \times (4\text{s})^2 = 24\text{m}$ 이다.

3.

정답 ⑤

해설

물체의 운동은 물체의 속력 변화와 운동 방향의 변화에 따라 분류할 수 있다. 운동의 종류로는 속력과 운동 방향이 모두 일정한 등속 직선 운동, 속력만 변하는 운동, 운동 방향만 변하는 운동, 속력과 운동 방향이 모두 변하는 운동이 있다.

ㄱ. 일정한 빠르기로 회전하는 선풍기 날개의 운동은 빠르기가 일정하고 운동 방향만 변하는 등속 원운동이므로 A에 해당한다.

ㄴ. 그네를 타고 왕복 운동하는 사람의 운동은 운동 방향과 빠르기가 계속 변하므로 B에 해당한다.

ㄷ. 연직 위로 던진 공의 최고점까지의 운동은 운동 방향이 일정하고 공에 작용하는 중력에 의해 빠르기가 감소하므로 C에 해당한다.

4.

정답 ⑤

해설

A는 지구로부터 일정한 거리를 유지하며, 같은 시간 동안 같은 거리만큼 이동하므로 속력은 일정하고 운동 방향만 변하는 운동을 한다. B에는 운동 방향과 나란한 방향으로 힘이 작용하며, B는 속력과 운동 방향이 모두 변하는 운동을 한다. C에 작용하는 중력의 방향은 C의 운동 방향과 나란하지 않으므로 속력과 운동 방향이 모두 변하는 운동을 한다.

ㄱ. A는 속력이 일정하고 운동 방향만 변하는 운동을 한다. 즉, A는 등속 원운동을 한다.

ㄴ. B는 연직 위아래로 왕복 운동을 하므로 속력과 운동 방향이 모두 변하는 운동을 하고, C의 운동 방향과 C에 작용하는 중력의 방향이 나란하지 않으므로 속력과 운동 방향이 모두 변하는 운동을 한다.

ㄷ. A는 속력은 일정하지만 운동 방향이 변하므로 속도가 변하는 가속도 운동을 하며, B가 C는 속력과 운동 방향이 모두 변하므로 가속도 운동을 한다.

5.

정답 ①

해설

빗면에 가만히 놓인 수레의 위치가 시간의 제곱에 비례하며 증가하고 있으므로 수레는 빗면 위에서 등가속도 직선 운동을 하고 있다. 등가속도 직선 운동을 하는 물체의 t_1 부터 t_2 까지 평균 속

력은 $\frac{t_1+t_2}{2}$ 일 때의 순간 속력과 같다.

ㄱ. 물체의 변위의 크기는 시간의 제곱에 비례하므로 0.6초일 때 수레의 위치는 0.9m이다.

ㄴ. 0.3초일 때 수레의 속력은 0.2초부터 0.4초까지 수레의 평균 속력과 같다. 따라서 0.3초일 때 수레의 속력은

$$v = \frac{0.4m - 0.1m}{0.4s - 0.2s} = 1.5m/s \text{ 이다.}$$

ㄷ. 수레의 변위 크기가 시간의 제곱에 비례하므로 0초일 때 수레는 정지한 상태이고, 0.3일 때 수레의 속력이 1.5m/s 이므로 등가속도 운동을 하는 수레의 가속도 $a = \frac{1.5m/s}{0.3s} = 5m/s^2$ 이다.

6.

정답 ④

해설

A, B가 P에 도달하는 시간차는 2초이고, A의 현재 속력과 위치는 2초 후 B의 속력, 위치와 같다. B가 P점을 통과한 후 1초 동안 5m를 이동하므로 이 동안 B의 평균 속력은 5m/s이고, P로부터 거리가 5m인 지점을 지날 때 B의 속력은 6m/s이다.

ㄱ. B가 P를 통과한 순간부터 P로부터 거리가 5m인 지점을 지날 때까지 B의 속도 증가량의 크기는 2m/s이고, 이 동안 걸린 시간이 1초이므로 B의 가속도 크기는 2m/s²이고, 이 동안 걸린 시간이 1초이므로 B의 가속도 크기는 $a = \frac{2m/s}{1s} = 2m/s^2$ 이다.

ㄴ. A의 속력이 v일 때는 A가 P를 통과한 순간부터 3초가 지났을 때이고 A의 가속도 크기가 2m/s²이므로 $v = 4m/s + (2m/s^2 \times 3s) = 10m/s$ 이다.

ㄷ. A가 P를 통과한 순간부터 3초 동안 A의 평균 속력은 $\frac{(4+10)m/s}{2} = 7m/s$ 이므로 이 동안 A의 이동 거리는 $(5+d)m = 7m/s \times 3s = 21m$ 이다. 따라서 $d = 21 - 5 = 16(m)$ 이다.

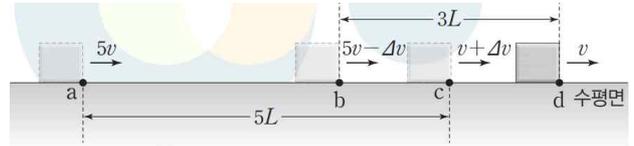
7.

정답 ④

해설

a에서 물체의 속력보다 d에서 물체의 속력이 작으므로 물체의 운동 방향과 가속도의 방향은 반대이다. 물체는 등가속도 직선 운동을 하므로 같은 시간 동안 속도 변화량은 일정하다.

④ 물체가 a에서 b까지 이동하는 데 걸린 시간과 c에서 d까지 이동하는 데 걸린 시간이 같으므로 속도 변화량도 같다. a에서 b까지 이동하는 동안 속도 감소량을 Δv 라고 하면, b에서 물체의 속력은 $5v - \Delta v$ 이다. c에서 d까지 이동하는 동안 속도 감소량도 Δv 이므로 c에서 물체의 속력은 $v + \Delta v$ 이다.



a에서 c까지 이동하는 데 걸린 시간을 t라 하면, b에서 d까지 이동하는 데 걸린 시간도 t이다. a에서 c까지 이동하는 동안 평균 속력은 $\frac{1}{2}(5v + v + \Delta v)$ 이므로 $5L = \frac{1}{2}(6v + \Delta v)t \dots ①$ 이고,

b에서 d까지 이동하는 동안 평균 속력은 $\frac{1}{2}(5v - \Delta v + v)$ 이므로 $3L = \frac{1}{2}(6v - \Delta v)t \dots ②$ 이다. 따라서 ①과 ②를 연립하여 정리하면 $\Delta v = \frac{3}{2}v$ 이다. b, c에서 물체의 속력은 각각 $\frac{7}{2}v$,

$\frac{5}{2}v$ 이므로 b에서 c까지 이동하는 동안 평균 속력은 $3v$ 이다. a에서 c까지 이동하는 데 걸린 시간은 t이고, 속도 감소량은 $\frac{5}{2}v$ 이다. b에서 c까지 이동하는 데 걸린 시간은 $\frac{2}{5}t$ 이다. ①에서

$t = \frac{4L}{3v}$ 이다. 따라서 b에서 c까지 평균 속력은 $3v$ 이고 걸린 시간은 $\frac{2}{5}t$ 이므로 b와 c 사이의 거리는 $3v \times \frac{2}{5}t = \frac{6v}{5} \times \frac{4L}{3v} = \frac{8}{5}L$ 이다.

별해) 물체의 가속도의 크기를 a라고 할 때, a에서 c까지의 운동에서 가속도와 변위의 관계식은 $2a(5L) = (5v)^2 - (\frac{5}{2}v)^2 \dots ①$ 이고, b와 c 사이의 거리를 x라고 할 때, b에서 c까지의 운동에서 가속도와 변위의 관계식은 $2ax = (\frac{7}{2}v)^2 - (\frac{5}{2}v)^2 \dots ②$ 이다. 따라서 식 ①, ②를 연립하면 b와 c 사이의 거리는 $x = \frac{8}{5}L$ 이다.

8.

정답 ⑤

해설

두 물체가 충돌하는 순간 속력이 B가 A의 4배이고 이 순간 A, B는 모두 빗면 아래 방향으로 운동한다. 또한 A, B가 각각 p, q를 통과할 때부터 충돌할 때까지 속도 변화량의 크기를 Δv 라고 할 때, A, B의 속력은 각각 $\Delta v - 2v$, $v + \Delta v$ 이다.

ㄱ. A, B가 충돌할 때, 속력이 B가 A의 4배이므로 $v + \Delta v = 4(\Delta v - 2v)$ 에서 $\Delta v = 3v$ 이고, 이때 A, B의 속력은 각각 v , $4v$ 이다.

ㄴ. A, B가 p, q를 통과할 때부터 충돌할 때까지 A와 B 사이 거리는 $3v$ 의 비율로 가까워진다. 따라서 A, B가 p, q를 통과할 때부터 충돌할 때까지 걸린 시간 $t = \frac{L}{3v}$ 이므로, B의 가속도의

크기 $a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{3v}{\frac{L}{3v}} = \frac{9v^2}{L}$ 이다.

8. A가 p를 통과할 때부터 시간 $\frac{2L}{9v}$ 동안은 빗면 위 방향으로 올라가다가 방향을 바꾼 후 시간 $\frac{L}{9v}$ 동안은 빗면 아래 방향으로 내려간다. 빗면 위 방향으로 올라가는 동안과 다시 내려오는 동안의 평균 속도의 크기가 각각 v , $\frac{1}{2}v$ 이므로 올라간 거리는 $L_1 = v \times \frac{2L}{9v} = \frac{2}{9}L$, 다시 내려간 거리는 $L_2 = \frac{1}{2}v \times \frac{L}{9v} = \frac{1}{18}L$ 이므로 A가 p를 통과한 후 B와 충돌할 때까지 이동한 거리는 $L_1 + L_2 = \frac{5}{18}L$ 이다.

9.

정답 ⑤

해설

A는 연직선상에서 운동하므로 A의 가속도의 크기는 g 이다. B는 빗면을 따라 올라가는 동안 운동 방향과 가속도의 방향이 반대이어서 B의 속력은 감소한다.

7. A는 P와 Q에서 운동 방향이 반대 방향이므로 A의 속도 변화량의 크기는 $4v$ 이고, B는 P와 Q에서 운동 방향이 같은 방향이므로 B의 속도 변화량의 크기는 $2v$ 이다. 따라서 같은 시간 동안 속도 변화량의 크기는 A가 B의 2배이므로 가속도의 크기는 $\frac{1}{2}g$ 이다.

8. A가 P에서 최고점에 도달할 때까지 속도 변화량의 크기는 $3v$ 이므로 B의 속도 변화량의 크기는 $\frac{3}{2}v$ 이다. P와 Q의 높이 차는 h 이고, A의 가속도의 크기는 g 이므로 $9v^2 = v^2 + 2gh$ 에서 $v = \frac{\sqrt{gh}}{2}$ 이다. 따라서 A가 최고점에 도달한 순간 B의 속력은

$$\frac{3}{2}v = \frac{3}{4}\sqrt{gh} \text{이다.}$$

9. B가 P에서부터 최고점에 도달할 때까지 속도 변화량의 크기는 $3v$ 이므로 A의 속도 변화량의 크기는 $6v$ 이다. 따라서 B가 최고점에 도달한 순간, A는 P를 연직 아래 방향으로 $3v$ 의 속력으로 통과한다. P에서 A와 B의 속력이 같으므로 A, B가 올라가는 최고점 높이는 $h' = \frac{9v^2}{2g} = \frac{9}{8}h$ 로 같다. B가 최고점에 도달한 순간 A는 P를 통과하므로 A와 B의 높이 차는 $\frac{9}{8}h$ 이다.

10. A가 p를 통과한 후 B와 충돌할 때까지 이동한 거리는 $L_1 + L_2 = \frac{5}{18}L$ 이다.

10.

정답 ②

해설

물체가 정지한 상태에서 등가속도 직선 운동을 하여 이동한 거리는 가속도 크기와 시간의 제곱에 비례한다($s = \frac{1}{2}at^2$). 따라서 각 빗면에서 A, B의 가속도의 크기 비는 o와 q 사이의 거리와 p와 s 사이의 거리의 비와 같다.

7. B가 빗면에서 등가속도 운동을 하여 이동한 거리는 시간의 제곱에 비례하고, B가 p에서 r까지 운동하는 데 걸린 시간이 p에서 s까지 운동하는 데 걸린 시간의 $\frac{1}{3}$ 배이므로, p에서 r까지

이동한 거리를 x 라고 할 때 $\frac{x}{x+d} = \frac{1}{9}$ 이므로 $x = \frac{1}{8}d$ 이다.

8. A, B가 각각 q, s에 도달할 때의 속력은 각 빗면에서 A, B의 가속도 크기에 비례하고, 각 빗면에 놓인 이후 같은 시간 동안 A, B가 운동한 거리에 비례한다. A, B를 각각 d , $\frac{9}{8}d$ 이므로 수평면에 도달할 때의 속력도 B가 A의 $\frac{9}{8}$ 배이다. 따라서

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{9}{8} \text{이다.}$$

9. A, B를 각각 o, p에 놓은 순간부터 A, B가 수평면에 도달할 때까지 A, B의 역학적 에너지는 보존된다. 따라서 o, p의 높이를 각각 h_o , h_p 라고 할 때, $v_A = \sqrt{2gh_o}$, $v_B = \sqrt{2gh_p}$ 이고

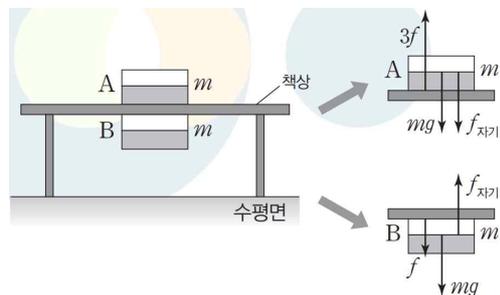
$\frac{v_A}{v_B} = \frac{9}{8}$ 이므로, $\frac{h_o}{h_p} = \frac{81}{64}$ 이다. 따라서 수평면으로부터의 높이는 p가 o의 $\frac{81}{64}$ 배이다.

11.

정답 ①

해설

A, B가 서로 당기는 자기력의 크기를 $f_{자기}$, 책상면이 A, B에 작용하는 힘의 크기를 각각 $3f$, f 라고 할 때, A, B에 작용하는 힘을 표시하면 그림과 같다.



따라서 A, B에 힘의 평형 관계식을 적용하면 A의 경우는 $3f = mg + f_{자기}$ 이고, B의 경우는 $f_{자기} = mg + f$ 이므로

$f_{자기} = 2mg, f = mg$ 이다.

- ㄱ. 정지해 있는 A에 작용하는 중력, 자기력, 책상면이 떠받치는 힘은 평형을 이루고 있으므로, A에 작용하는 알짜힘은 0이다.
- ㄴ. A가 B에 작용하는 자기력과 B가 A에 작용하는 자기력은 작용 반작용 관계이고 그 크기는 $2mg$ 이다.
- ㄷ. 책상면이 B에 작용하는 힘의 크기 $f = mg$ 이므로 그 반작용인 B가 책상면에 작용하는 힘의 크기는 mg 이다.

12.

정답 ②

해설

(가)에서 A와 C에 작용하는 중력의 차이에 의해 A, B, C가 등가속도 직선 운동을 하고, (나)에서는 A와 B에 작용하는 중력의 차이에 의해 A, B, C가 등가속도 직선 운동을 한다.

ㄱ. (가), (나)에서 B가 정지 상태에서 L 만큼 등가속도 직선 운동을 하였을 때 속력이 각각 $2v, v$ 이므로 $a_{(가)} = \frac{(2v)^2}{2L}$,

$a_{(나)} = \frac{v^2}{2L}$ 이다. 따라서 B의 가속도의 크기는 (가)에서 (나)

에서의 4배이다.

ㄴ. (가), (나)에서 A, B, C에 뉴턴 운동 법칙을 적용하면 다음과 같다.

(가): $(M - m)g = (m + 2m + M)a_{(가)} \dots ①$

(나): $(2m - m)g = (m + 2m + M)a_{(나)} \dots ②$

따라서 식 ①, ②에서 $a_{(가)}$ 가 $a_{(나)}$ 의 4배이므로 $M = 5m$ 이다.

ㄷ. $M = 5m$ 을 식 ①에 대입하면 $a_{(가)} = \frac{1}{2}g$ 이다. 따라서 $a_{(가)}$

$= \frac{1}{2}g = \frac{(2v)^2}{2L}$ 이므로 $L = \frac{4v^2}{g}$ 이다.

13.

정답 ①

해설

A, B, C가 정지해 있을 때 A, B, C에 작용하는 알짜힘은 0이고, 시간에 따른 속도 그래프에서 그래프의 기울기는 가속도의 크기이다.

ㄱ. A를 놓은 순간부터 A, B, C가 등가속도 운동을 한다. 이때 A의 가속도의 크기는 $\frac{10m/s}{2s} = 5m/s^2$ 이다. C의 질량을 m 이라 하면, $20N + m \times 10m/s^2 - 10N = (1kg + 2kg + m) \times 5m/s^2$ 에서 C의 질량은 $m = 1kg$ 이다.

ㄴ. A, B, C가 정지해 있을 때, A에 연직 아래 방향으로 작용하는 힘의 크기와 상자 안에 있는 B와 C의 무게의 합은 같으므로 $F + 10N = 20N + 10N$ 에서 $F = 20N$ 이다.

ㄷ. 2초일 때 B와 C는 연직 아래 방향으로 가속도의 크기가

$5m/s^2$ 이므로 B, C에 작용하는 알짜힘의 방향은 연직 아래 방향이고, 알짜힘의 크기는 각각 10N, 5N이다. C에 작용하는 알짜힘의 방향은 연직 아래 방향이고 크기가 5N이므로 B가 C에 작용하는 힘의 크기는 5N이다.

14.

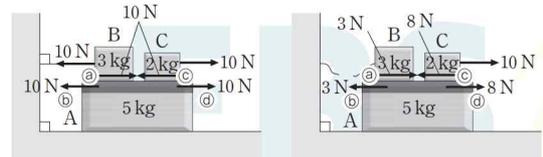
정답 ③

해설

(가)에서 A, B, C는 정지해 있으므로 A, B, C에 작용하는 알짜힘은 0이고, (나)에서 A, B, C는 함께 운동하므로 가속도가 같다.

ㄱ. (가)에서 A, B, C는 모두 힘의 평형을 이루고 있으므로 A, B, C를 한 물체처럼 생각하면 C에 오른쪽 방향으로 10N의 힘이 작용하므로 실이 B에 작용하는 힘의 크기는 10N이다.

ㄴ. (나)에서 A, B, C는 함께 등가속도 운동을 하므로 가속도의 크기는 $a = \frac{10N}{10kg} = 1m/s^2$ 이다. (가)와 (나)에서 A, B, C에 수평 방향으로 작용하는 힘을 화살표로 나타내면 그림과 같다.



㉑: A가 B에 수평 방향으로 작용하는 힘 ㉒: B가 A에 수평 방향으로 작용하는 힘
 ㉓: A가 C에 수평 방향으로 작용하는 힘 ㉔: C가 A에 수평 방향으로 작용하는 힘
 (가) (나)

C에 작용하는 알짜힘의 방향은 오른쪽이고 크기는 $2kg \times 1m/s^2 = 2N$ 이므로 A가 C에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기는 8N이다. 따라서 C가 A에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기는 8N이다.

ㄷ. (가)에서 실이 B에 작용하는 힘의 크기가 10N이므로 A가 B에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기는 10N이다. (나)에서 B의 알짜힘의 크기는 3N이므로 A가 B에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기는 3N이다.

15.

정답 ⑤

해설

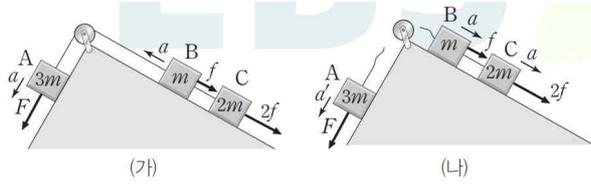
가속도의 크기는 작용하는 알짜힘의 크기에 비례하고, 질량에 반비례한다. (가)에서 A, B, C는 실로 연결되어 함께 운동하므로 가속도의 크기가 같다.

ㄱ. (가)에서 B와 C의 가속도의 방향은 빗면과 나란하게 위 방향이므로 p가 A에 작용하는 힘의 크기는 q가 C에 작용하는 힘의 크기보다 크다.

ㄴ. (나)에서 B와 C는 같은 가속도로 운동하므로 q가 C에 작용하는 힘과 q가 B에 작용하는 힘은 0이다.

ㄷ. A에 빗면과 나란하게 아래 방향으로 작용하는 힘의 크기를

F , B에 빗면과 나란하게 아래 방향으로 작용하는 힘의 크기를 f 라 하면, (가), (나)에서 A, B, C에 작용하는 힘을 화살표로 표시하면 그림과 같다.



(가)에서 B의 가속도의 크기를 a 라 하면 $F - 3f = 6ma \dots ①$ 이고, (나)에서 B의 가속도의 크기는 a 이므로 $f = ma \dots ②$ 이다. 따라서 $F = 9ma$ 이므로 (나)에서 A의 가속도의 크기는 $9ma = 3ma'$ 에서 $a' = 3a$ 이다. 그러므로 A의 가속도의 크기는 (나)에서가 (가)에서의 3배이다.

16.

정답 ⑤

해설

(가)와 (나)에서 B의 가속도의 방향은 서로 반대이다. 따라서 중력 가속도를 g , B에 빗면 아래 방향으로 작용하는 힘의 크기를 f 라고 할 때, (가), (나)에 뉴턴 운동 법칙을 적용하면 다음과 같다.

$$(가): 3mg - f - mg = 6ma_{(가)} \dots ①$$

$$(나): mg + f = 3ma_{(나)} \dots ②$$

또한 (가)에서 B가 p에서 q까지 운동하는 데 걸리는 시간과 (나)에서 B가 q에서 다시 q로 되돌아올 때까지 걸린 시간이 같고, B의 속도 변화량의 크기는 (나)에서가 (가)에서의 2배이므로, $a_{(나)}$ 는 $a_{(가)}$ 의 2배가 되어 $2a_{(가)} = a_{(나)} \dots ③$ 이다.

⑤ 식 ①, ②, ③을 연립하면 $f = \frac{1}{2}mg$, $a_{(가)} = \frac{1}{4}g$, $a_{(나)} = \frac{1}{2}g$ 이다. (가)에서 B가 d_1 만큼 이동하는 데 걸리는 시간을 t 라고 할 때, B는 정지 상태에서 크기가 $\frac{1}{4}g$ 인 가속도로 t 동안 등

가속도 직선 운동을 하여 d_1 만큼 이동하였으므로 $d_1 = \frac{1}{2}(\frac{1}{4}g)t^2 = \frac{1}{8}gt^2$ 이다. 또한 (나)에서 C가 d_2 만큼 이동하는 데 걸리는 시간도 t 이고, 이 동안 C는 가속도가 g 인 등가속도 직선 운동을 하므로 C의 속력이 $\frac{1}{4}gt$ 에서 $\frac{5}{4}gt$ 로 증가한다. 따라서

이 동안 C의 평균 속도의 크기는 $\frac{3}{4}gt$ 이고 C가 이동한 거리 $d_2 = \frac{3}{4}gt^2$ 이 되어 $\frac{d_2}{d_1} = 6$ 이다.

17.

정답 ⑤

해설

충돌 전 A의 운동량의 크기가 C의 운동량의 크기의 10배이므로 질량은 A가 C의 5배이다. A의 질량을 $5m$ 이라고 할 때 A와 B가 충돌한 후 B의 운동량 크기는 각각 $5mv$, $3mv$ 이다. 또한 충돌 후 운동량의 크기는 B가 C의 $\frac{5}{3}$ 배이고, 속력은 C가 B의 $\frac{6}{5}$ 배이므로 질량은 B가 C의 2배이다.

ㄱ, 질량은 A가 C의 5배이고, B가 C의 2배이므로 A, B, C의 질량비 $m_A : m_B : m_C = 5 : 2 : 1$ 이다. 따라서 질량은 A가 B의 $\frac{5}{2}$ 배이다.

ㄴ, A, B, C의 질량을 각각 $5m$, $2m$, m , 충돌 후 B, C의 속력을 각각 $v_B = 5v'$, $v_C = 6v'$ 이라고 할 때, 충돌 전과 후 A, B, C의 운동량의 합은 보존되므로 $5m(4v) + m(-2v) = 5m(2v) + 2m(5v') + m(6v')$ 에서 $v' = \frac{1}{2}v$ 이다. 따라서 충돌 후 B, C

의 속력은 각각 $v_B = \frac{5}{2}v$, $v_C = 3v$ 이다.

ㄷ, B와 C의 충돌 과정에서 B의 운동 에너지의 감소량 $|\Delta E_{kB}| = \left| \frac{1}{2}(2m) \left[\left(\frac{5}{2}v \right)^2 - (5v)^2 \right] \right| = \frac{75}{4}mv^2$ 이고, C의 운동 에너지의 증가량 $\Delta E_{kC} = \frac{1}{2}m[(3v)^2 - (2v)^2] = \frac{5}{2}mv^2$ 이다. 따

라서 $\frac{|\Delta E_{kB}|}{\Delta E_{kC}} = \frac{15}{2}$ 이므로, B와 C의 충돌 과정에서 B의 운동 에너지의 감소량은 C의 운동 에너지의 증가량의 $\frac{15}{2}$ 배이다.

18.

정답 ⑤

해설

운동량은 질량과 속도의 곱이다. 두 물체가 충돌할 때, 각각의 물체가 받는 충격량의 크기는 같고 충격량의 방향은 반대이므로 두 물체의 운동량의 합은 일정하다.

ㄱ, (가)에서 충돌 전 A와 B의 운동량의 크기는 같고, 질량은 A가 B의 2배이므로 속력은 B가 A의 2배이다.

ㄴ, (가)에서 충돌 전 A와 B의 운동량의 합은 0이므로 충돌 후 A와 B의 운동량의 합도 0이어야 한다. 충돌 후 A의 운동 방향은 왼쪽이고 A의 운동량의 크기가 $\frac{1}{2}p$ 이다. 따라서 A의 운동량

변화량의 크기는 $\frac{3}{2}p$ 이므로 B가 받은 충격량의 크기는 $\frac{3}{2}p$ 이다. (나)에서 충돌 전 A와 C의 운동량의 합은 p 이고, 운동량의 방향은 왼쪽이다. 충돌 후 A의 운동 방향은 왼쪽이고 A의 운동

량의 크기가 $\frac{2}{5}p$ 이다. 따라서 A의 운동량 변화량의 크기는 $\frac{7}{5}p$ 이므로 C가 받은 충격량의 크기는 $\frac{7}{5}p$ 이다. 그러므로 A로부터 받은 충격량의 크기는 B가 C보다 크다.

㉔. (나)에서 충돌 후 A의 운동량의 크기는 $\frac{3}{5}p$ 이다. A와 C는 왼쪽으로 운동하며, 질량은 C가 A의 $\frac{3}{2}$ 배이고 운동량의 크기도 C가 A의 $\frac{3}{2}$ 배이므로 A와 C의 속력은 같다.

19.

정답 ⑤

해설

충돌 전 A와 B의 운동량의 합과 충돌 후 A와 B의 운동량의 합은 같다.

㉔. 0초부터 1초까지 A와 B 사이의 거리는 3m만큼 감소하여 충돌하게 된다. 1초 동안 A가 이동한 거리는 1m이므로 B가 이동한 거리는 2m이다. 따라서 충돌 전 B의 속력은 $v_0 = 2\text{m/s}$ 이다.

㉕. 충돌 후 A와 B 사이의 거리가 0이므로 A와 B는 같은 속력으로 같은 방향으로 운동한다. 충돌 전 A와 B의 운동량의 합의 방향은 B의 운동 방향과 같으므로 B의 운동 방향은 충돌 전과 후가 같다.

㉖. 충돌 전 A와 B의 운동량의 합의 크기는 $|1\text{kg} \cdot \text{m/s} - 4\text{kg} \cdot \text{m/s}| = 3\text{kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 충돌 후 A와 B는 함께 운동하므로 $3\text{kg} \cdot \text{m/s} = (1\text{kg} + 2\text{kg}) \times v$ 에서 충돌 후 A의 속력은 $v = 1\text{m/s}$ 이다. 따라서 2초일 때 A의 운동량의 크기는 $1\text{kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.

20.

정답 ⑤

해설

충돌 과정에서 운동량이 보존되므로 충돌 전후 A, B, C의 운동량의 합은 일정하다. 시간 t_0 일 때 A와 B가 충돌하고, $3t_0$ 일 때 A와 C가 충돌한다.

⑤ B의 질량을 m_B , A와 B가 충돌한 직후 A, B의 속력을 각각 v_A, v_B 라 하자. t_0 일 때 A와 B가 충돌하므로 $v_0 = \frac{L}{t_0}$ 이다. A와

B의 충돌에서 운동량 보존 법칙을 적용하면 $mv_0 = -mv_A + m_B v_B \dots$ ①이다. A가 B와 충돌 직후부터 C와 충돌할 때까지 걸린

시간은 $2t_0$ 이고, $v_0 = \frac{L}{t_0}$ 을 대입하면 $v_A + v_B = \frac{5}{6}v_0 \dots$ ②이

다. A와 C가 충돌한 후 A와 B 사이의 거리는 일정하므로 C와 충돌한 후 A의 속력은 v_B 이다. 충돌 후 C의 속력을 v_C 라 하고

운동량 보존 법칙을 적용하면 $-mv_A = -6mv_C + mv_B$ 이다. A로부터 받은 충격량의 크기는 B가 C의 $\frac{9}{5}$ 배이므로 $mv_0 + mv_A = \frac{9}{5}(mv_A + mv_B)$ 에서 $4v_A + 9v_B = 5v_0 \dots$ ③이다. ②와 ③을 연립하면 $v_A = \frac{1}{2}v_0, v_B = \frac{1}{3}v_0$ 이다.

따라서 ①에 $v_A = \frac{1}{2}v_0, v_B = \frac{1}{3}v_0$ 을 대입하면 B의 질량은 $m_B = \frac{9}{2}m$ 이다.

21.

정답 ③

해설

물체가 받은 충격량은 힘과 힘을 받은 시간의 곱이고, 물체가 받은 충격량과 물체의 운동량 변화량은 같다.

㉔. 운동량은 질량과 속도의 곱이다. 충돌 전 A의 운동량의 크기가 $2p_0$ 이고, 충돌 후 A의 운동량의 크기가 p_0 이므로 A의 속력은 충돌 전이 충돌 후의 2배이다.

㉕. A의 운동량 변화량의 크기는 $|-p_0 - 2p_0| = 3p_0$ 이므로 A가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $3p_0$ 이다.

㉖. A가 벽으로부터 받은 충격량의 크기가 $3p_0$ 이고, 벽과 접촉한 시간은 t_0 이므로 A가 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{3p_0}{t_0}$ 이다.

22.

정답 ②

해설

에어 매트는 소방관이 정지할 때까지 걸린 시간을 길어지게 하여 소방관이 받는 평균 힘의 크기를 줄여 준다.

A. 낙하하는 소방관에게는 연직 아래 방향으로 중력이 작용하므로 소방관의 운동량의 크기는 증가한다.

B. 에어 매트는 소방관이 에어 매트에 닿아 정지할 때까지 걸린 시간을 길어지게 하므로 소방관에게 작용하는 평균 힘의 크기를 줄여 주는 역할을 한다.

C. 에어 매트는 소방관이 에어 매트에 닿아 정지할 때까지 걸린 시간을 길어지게 한다.