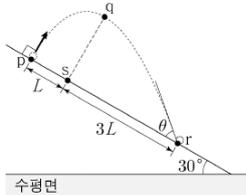


17. 그림과 같이 수평면과 이루는 각이 30° 인 빗면 위의 점 p에서 빗면에 수직인 방향으로 던져진 물체가 포물선 운동을 하여 빗면으로부터 가장 멀리 떨어진 점 q를 지나 빗면 위의 점 r에 빗면과 θ 의 각을 이루며 도달한다. p와 r를 잇는 직선 위의 점 s에서 p까지의 거리와 r까지의 거리는 각각 L , $3L$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. 물체가 p에서 q까지 이동하는 데 걸린 시간과 q에서 r까지 이동하는 데 걸린 시간은 같다.

ㄴ. q에서 s까지의 거리는 $\sqrt{3}L$ 이다.

ㄷ. $\tan\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$ 이다.

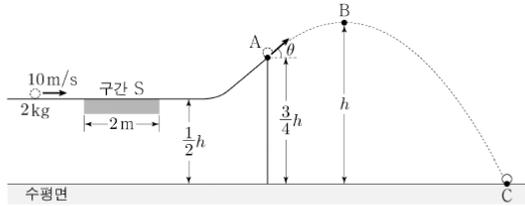
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

물체의 운동을 빗면 방향(x')과 빗면에 수직인 방향(y')으로 나누어 생각해봅시다.

- ㄱ. 물체가 p에서 r까지 이동하는 동안 변위의 y' 성분은 0이고 물체의 가속도의 y' 성분은 일정하므로 평균 속도와 순간 속도가 같아지는 순간 물체의 속도의 y' 성분은 0이고, 이때 빗면과 물체 사이의 거리는 최대가 됩니다. 빗면으로부터 가장 멀리 떨어진 점은 q이므로 q에서 물체의 순간 속도와 평균 속도는 서로 같으므로 q는 p에서 r까지 움직이는 시간상의 중점이 됩니다.
- ㄴ. q에서 물체의 속력을 v 라 합시다. 중력 가속도의 x' 성분과 y' 성분의 크기는 각각 $\frac{1}{2}g$, $\frac{\sqrt{3}}{2}g$ 이므로 p에서 물체의 속력은 $\sqrt{3}v$ 가 되고 q에서 s까지의 거리는 $\sqrt{3}L$ 이 됩니다.
- ㄷ. r에서 속도의 x' 성분은 $2v$, y' 성분은 $\sqrt{3}v$ 이므로 $\tan\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$ 입니다.

따라서 답은 ⑤번입니다.

18. 그림과 같이 높이 $\frac{1}{2}h$ 인 평면에서 10m/s 의 속력으로 등속도 운동하던 질량 2kg 인 물체가 구간 S를 지난 후, 점 A에서부터 포물선 운동을 하여 최고점 B를 지나 수평면 위의 점 C에 도달한다. 물체는 길이가 2m 인 S를 지나는 동안 운동 방향과 반대 방향으로 크기가 일정한 힘 F를 받는다. A, B의 높이는 각각 $\frac{3}{4}h, h$ 이고, A에서 물체의 운동 방향이 수평 방향과 이루는 각은 θ 이다. B, C에서 물체의 운동 에너지는 각각 $40\text{J}, 120\text{J}$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 중력 가속도는 10m/s^2 이고, 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시하며, 물체는 동일 연직면상에서 운동한다.) [3점]

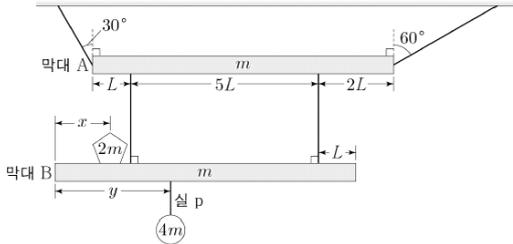
- <보 기>
- ㄱ. F의 크기는 5N 이다.
 - ㄴ. $h = 4\text{m}$ 이다.
 - ㄷ. $\tan\theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- ㄱ. B, C에서 물체의 운동 에너지의 차는 80J 이므로 역학적 에너지 보존에 의해 높이 h 만큼의 물체의 중력 퍼텐셜 에너지는 80J 이 됩니다. 따라서 구간 S를 빠져나온 물체의 운동 에너지는 B에서 물체의 운동 에너지와 $\frac{1}{2}h$ 만큼의 물체의 중력 퍼텐셜 에너지의 합과 같고 80J 이 됩니다. S를 지나기 전 물체의 운동 에너지가 100J 이므로 F의 크기는 10N 이 됩니다.
- ㄴ. 높이 h 만큼의 물체의 중력 퍼텐셜 에너지는 80J 이므로 $80\text{J} = mgh = (2\text{kg})(10\text{m/s}^2)h$ 에서 $h = 4\text{m}$ 입니다.
- ㄷ. A에서 물체의 운동 에너지는 B에서 물체의 운동 에너지와 $\frac{1}{4}h$ 만큼의 물체의 중력 퍼텐셜 에너지의 합과 같고 60J 이 됩니다. 이 때 증가한 운동 에너지는 모두 속도의 수직 성분에 의한 것이므로 A의 속도의 수평 성분은 수직 성분의 $\sqrt{2}$ 배이고 $\tan\theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 입니다.

따라서 답은 ④번입니다.

19. 그림과 같이 길이가 $8L$ 이고 질량이 m 인 막대 A, B가 실에 매달려 수평을 이루며 정지해 있다. B의 왼쪽 끝으로부터 x 만큼 떨어진 지점에는 질량이 $2m$ 인 물체가 고정되어 있고, y 만큼 떨어진 지점에는 질량이 $4m$ 인 물체가 실 p에 매달려 있다. p가 끊어졌을 때에도 A, B는 수평을 이루며 정지해 있다.



$x + y$ 는? (단, 막대의 밀도는 균일하고, 막대의 두께와 폭, 물체의 크기, 실의 질량은 무시한다.) [3점]

- ① $\frac{17}{4}L$ ② $\frac{9}{2}L$ ③ $\frac{19}{4}L$ ④ $5L$ ⑤ $\frac{21}{4}L$

중력 가속도를 g 라 하고, A의 왼쪽 끝과 오른쪽 끝에 연결된 실을 각각 q , r 이라 합시다. q 와 r 이 막대를 당기는 힘의 수평 성분은 서로 같으므로 $\sqrt{3}T$ 로 두면 q 와 r 이 A를 당기는 힘의 수직 성분은 각각 $3T$, T 가 됩니다. 두 힘의 무게 중심은 A의 왼쪽 끝에서 $2L$ 만큼 떨어진 지점이 됩니다.

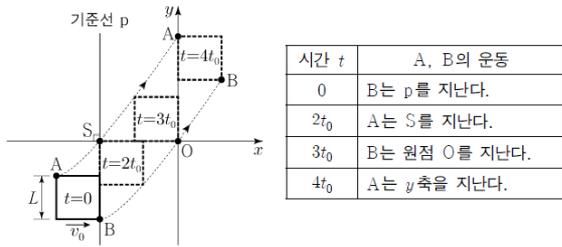
p가 끊어진 후, q 와 r 이 막대를 당기는 힘의 수평 성분은 서로 같으므로 $\sqrt{3}F$ 로 두면 q 와 r 이 A를 당기는 힘의 수직 성분은 각각 $3F$, F 가 되고, 두 힘의 무게 중심은 A의 왼쪽 끝에서 $2L$ 만큼 떨어진 지점으로 변하지 않습니다.

즉, 질량이 $4m$ 인 물체는 두 힘의 무게 중심과 같은 위치에 존재하고, 따라서 $y = 3L$ 이 됩니다.

p가 끊어진 후 A, B, 질량이 $2m$ 인 물체의 무게 중심은 A의 왼쪽 끝에서 $2L$ 만큼 떨어진 지점에 위치하고 $\frac{2mx + 4mL + 5mL}{4m} = 3L$ 에서 $x = \frac{3}{2}L$ 이 됩니다.

따라서 $x + y = \frac{9}{2}L$ 이고 답은 ④번입니다.

20. 그림은 xy 평면에서 한 변의 길이가 L 인 정사각형 고리의 꼭짓점 A, B가 등가속도 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 시간 $t=0$ 일 때 고리의 한 변은 기준선 p 를 지나고, 이때 고리의 속력은 v_0 이고 운동 방향은 $+x$ 방향이다. 점 S는 p 와 x 축이 만나는 점이다. 표는 A, B의 운동에 대한 자료이다.



$t=3t_0$ 일 때, B의 속력은?

- ① $3v_0$
- ② $\frac{7}{2}v_0$
- ③ $4v_0$
- ④ $\frac{9}{2}v_0$
- ⑤ $5v_0$

정보가 상당히 흩어져 있습니다.

$t=2t_0$ 부터 $t=3t_0$ 까지 B는 y 방향으로 L 만큼 운동하므로 평균 속도의 y 성분을 $v = \frac{L}{t_0}$ 이라 하면 등가속도 운동하는 물체의 순간 속도는 운동 시간상의 중점을 지날 때 같아지므로 $t = \frac{5}{2}t_0$ 일 때 B의 속도의 y 성분은 v 가 되고, $t=0$ 일 때 B는 $+x$ 방향으로 운동하므로 $t=3t_0$ 일 때 B의 속도의 y 성분은 $\frac{6}{5}v$ 가 됩니다.

$t=0$ 부터 $t=2t_0$ 까지 B는 x 방향으로 L 만큼 운동하므로 평균 속도의 x 성분은 $\frac{v}{2}$ 가 됩니다. $t=3t_0$ 부터 $t=4t_0$ 까지 B는 x 방향으로 L 만큼 운동하므로 평균 속도의 x 성분은 v 가 됩니다. 등가속도 운동하는 물체의 순간 속도는 운동 시간상의 중점을 지날 때 같아지므로 $t=t_0$ 일 때와 $t = \frac{7}{2}t_0$ 일 때 B의 속도의 x 성분은 각각 $\frac{v}{2}$, v 이고 가속도의 x 성분의 크기를 a 라 하면 $\frac{5}{2}at_0 = \frac{1}{2}v$, $at_0 = \frac{1}{5}v$ 가 됩니다. 따라서 $v_0 = \frac{1}{2}v - at_0 = \frac{3}{10}v$ 이고 $t=3t_0$ 일 때 B의 속도의 x 성분은 $v_0 + 3at_0 = \frac{9}{10}v$ 가 됩니다.

$t=3t_0$ 일 때 B의 속도의 x 성분과 y 성분은 $\frac{9}{10}v$, $\frac{12}{10}v$ 이고 이는 $3v_0$, $4v_0$ 이므로 $t=3t_0$ 일 때 B의 속력은 $5v_0$ 입니다.

따라서 답은 ⑤번입니다.