

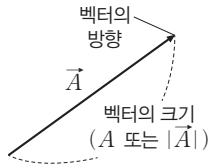
**The true beauty of science is in finding a
simple theory that can explain diverse phenomena.**

Murray Gell-Mann

① 힘의 합성과 분해

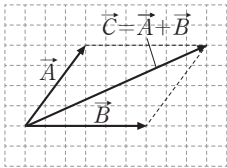
(1) 스칼라량과 벡터량

- ① 스칼라(scalar)량: 길이, 질량, 속도, 에너지 등과 같이 크기만으로 표현할 수 있는 물리량이다.
- ② 벡터(vector)량: 위치, 변위, 속도, 가속도, 힘, 운동량 등과 같이 크기와 방향을 함께 갖는 물리량이다.
 - 벡터량의 표현: 일반적으로 $\vec{A}$ 와 같이 문자 위에 화살표를 붙여 나타낸다.

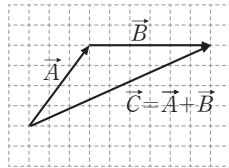


(2) 벡터의 합성

- ① 평행사변형법: 두 벡터 $\vec{A}$ 와 $\vec{B}$ 를 이웃한 두 변으로 하는 평행사변형을 그리면 평행사변형의 대각선 $\vec{C}$ 가 벡터의 합이 된다.
- ② 삼각형법: $\vec{B}$ 의 시작점을 $\vec{A}$ 의 끝점으로 평행 이동시키면 $\vec{A}$ 의 시작점과 $\vec{B}$ 의 끝점을 연결한 벡터 $\vec{C}$ 가 벡터의 합이 된다.

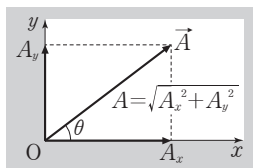


▲ 평행사변형법



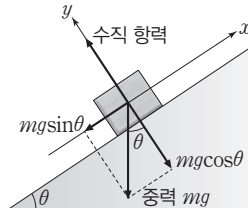
▲ 삼각형법

- (3) 벡터의 분해: 벡터의 합성과는 반대로 하나의 벡터를 두 개 이상의 벡터로 나누는 것을 말한다. 일반적으로 직교 좌표를 이용하여 $\vec{A}$ 를 서로 수직인 벡터 $\vec{A}_x$ 와 $\vec{A}_y$ 로 분해한다.



$$A_x = A \cos \theta, A_y = A \sin \theta$$

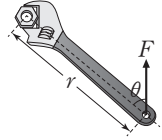
▲ 벡터의 분해



▲ 빗면에서 힘의 분해

② 돌림힘

- (1) 돌림힘: 물체의 회전 운동을 변화시키는 원인을 돌림힘 또는 토크(τ)라고 한다.
- (2) 돌림힘의 크기: 회전 팔의 길이를 r , 회전 팔에 수직으로 작용하는 힘의 크기를 $F \sin \theta$ 라고 하면, 돌림힘의 크기는 다음과 같다. (θ : F 와 r 가 이루는 각)



$$\tau = r F \sin \theta \quad (\text{단위: N} \cdot \text{m})$$

- 지레와 축바퀴

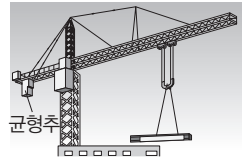
구분	지레	축바퀴
돌림힘의 적용	질량을 무시할 수 있는 막대가 수평으로 평형을 유지하고 있는 동안 막대에 작용하는 돌림힘의 합은 0이다. $l_1 mg - l_2 F = 0 \Rightarrow F = \frac{l_1}{l_2} mg$	추가 정지해 있는 동안 축바퀴에 작용하는 돌림힘의 합은 0이다. $a mg - b F = 0 \Rightarrow F = \frac{a}{b} mg$

③ 물체의 평형

- (1) 평형 상태: 물체의 운동 상태가 변하지 않는 안정한 상태
- (2) 평형 상태의 조건: 다음 두 가지 평형이 모두 이루어져야 한다.
 - ① 힘의 평형: 물체에 작용하는 알짜힘이 0이다.
 - ② 돌림힘의 평형: 물체에 작용하는 돌림힘의 합이 0이다.

④ 구조물의 안정성

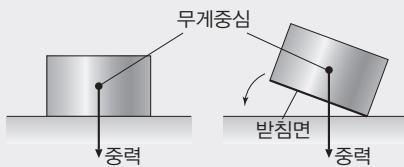
- (1) 무게중심: 물체를 구성하는 입자들의 전체 무게가 한 곳에 작용한다고 볼 수 있는 점이다.
 - ① 무게중심의 위치가 낮을수록 안정한 상태이다.
 - ② 물체의 무게중심에서 지표면에 내린 수선이 물체의 밑면의 범위 안에 들어 있는 경우에는 물체가 안정된 상태를 유지할 수 있다.
- (2) 구조물의 안정성: 들어 올리는 물체의 무게에 의한 돌림힘으로 기중기가 쓰러지는 것을 방지하기 위해 균형추를 둔다.



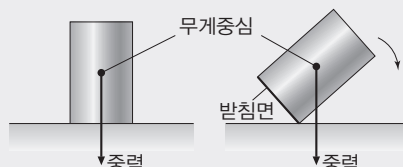
더 알기

무게중심의 위치와 안정성

(가)와 같이 무게중심이 낮고 바닥이 넓은 물체는 어느 정도 기울어져도 무게중심으로부터 수평면에 내린 수선이 받침면 범위 안에 있으므로, 중력에 의한 돌림힘이 작용하여 원래의 안정한 상태로 되돌아간다. 반면에 (나)와 같이 무게중심이 높고 바닥이 좁은 물체는 기울었을 때 무게중심으로부터 수평면에 내린 수선이 받침면 범위를 쉽게 벗어나 중력에 의한 돌림힘이 작용하여 쓰러진다.

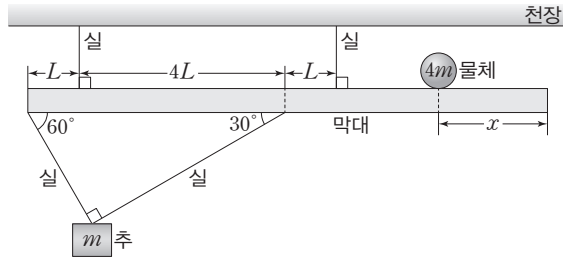


(가)



(나)

그림과 같이 길이가 $10L$ 인 막대가 천장에 연결된 실에 매달려 수평을 이루며 정지해 있다. 막대의 오른쪽 끝에서 x 만큼 떨어진 위치에 질량이 $4m$ 인 물체가 놓여 있고, 막대에 연결된 실에 질량이 m 인 추가 매달려 정지해 있다. 막대가 수평으로 평형을 유지할 수 있는 x 의 최솟값은 L 이다.



막대의 질량은? (단, 막대의 밀도는 균일하고, 막대의 두께와 폭, 추와 물체의 크기, 실의 질량은 무시한다.)

- ① $\frac{25}{4}m$ ② $\frac{27}{4}m$ ③ $\frac{29}{4}m$ ④ $\frac{31}{4}m$ ⑤ $\frac{33}{4}m$

접근 전략

$x=L$ 일 때, 막대와 천장을 연결한 왼쪽 실이 막대에 작용하는 힘은 0이다.

간략 풀이

막대의 질량을 M , 중력 가속도를 g , 추에 연결된 왼쪽 실과 오른쪽 실에 작용하는 힘의 크기를 각각 T_1 , T_2 라 하면, 힘의 평형에 의해 $T_1 \cos 60^\circ = T_2 \cos 30^\circ$, $T_1 \sin 60^\circ + T_2 \sin 30^\circ = mg$ 가 성립하므로 $T_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$, $T_2 = \frac{1}{2}mg$ 이다. 또한 막대와 천장을 연결한 오른쪽 실이 매달린 지점을 회전축으로 하여 막대에 작용하는 돌림힘의 평형을 적용하면 $\frac{3}{4}mg \times 6L + \frac{1}{4}mg \times L + Mg \times L = 4mg(4L - x)$ 가 성립하고 x 의 최솟값인 L 을 대입하여 정리하면, 막대의 질량 $M = \frac{29}{4}m$ 이다.

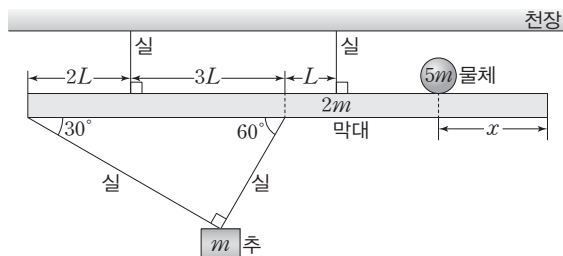
정답 | ③

많은 풀 문제로 유형 익히기

정답과 해설 2쪽

▶ 26070-0001

그림과 같이 길이가 $10L$ 이고, 질량이 $2m$ 인 막대가 천장에 연결된 실에 매달려 수평을 이루며 정지해 있다. 막대의 오른쪽 끝에서 x 만큼 떨어진 위치에 질량이 $5m$ 인 물체가 놓여 있고, 막대에 연결된 실에 질량이 m 인 추가 매달려 정지해 있다.



막대가 수평을 이룰 수 있는 x 의 최댓값과 최솟값의 차는? (단, 막대의 밀도는 균일하고, 막대의 두께와 폭, 추와 물체의 크기, 실의 질량은 무시한다.)

- ① $6L$ ② $\frac{32}{5}L$ ③ $\frac{34}{5}L$ ④ $\frac{36}{5}L$ ⑤ $\frac{38}{5}L$

유사점과 차이점

힘의 평형과 돌림힘의 평형을 적용하는 부분은 유사하지만, 막대가 수평을 이룰 수 있는 물체의 위치의 최댓값과 최솟값을 같이 구해야 하는 부분이 대표 문제와 다르다.

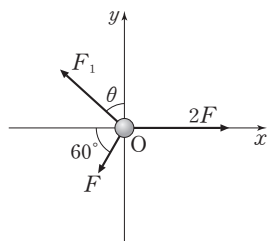
배경 지식

역학적 평형을 이루는 물체는 알짜힘과 돌림힘의 합이 각각 0이다.

01

▶26070-0002

그림은 마찰이 없는 xy 평면상의 원점 O 에 놓인 물체에 크기가 $2F$ 인 힘이 $+x$ 방향으로, 크기가 F 인 힘이 x 축과 60° 의 각을 이루는 방향으로, 크기가 F_1 인 힘이 y 축과 θ 의 각을 이루는 방향으로 각각 작용할 때 물체가 정지해 있는 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 물체에 작용하는 힘은 xy 평면에 나란하게 작용하고, 물체의 크기는 무시한다.)

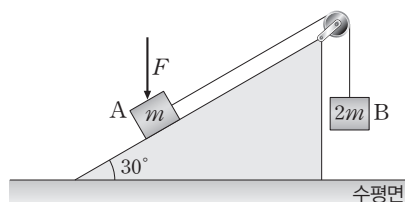
- 보기
- ㄱ. 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.
 - ㄴ. $\theta = 30^\circ$ 이다.
 - ㄷ. $F_1 = \sqrt{3}F$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶26070-0003

그림과 같이 물체 B와 실로 연결되어 있는 물체 A에 연직 방향으로 크기가 F 인 힘을 작용하였을 때, A, B가 정지해 있다. A가 놓여 있는 경사면이 수평면과 이루는 각은 30° 이고, A, B의 질량은 각각 m , $2m$ 이다.



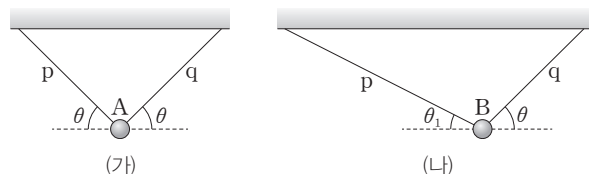
F 는? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

- ① mg ② $2mg$ ③ $3mg$ ④ $4mg$ ⑤ $5mg$

03

▶26070-0004

그림 (가), (나)와 같이 물체 A, B가 실 p, q에 각각 연결되어 정지해 있다. (가)에서 p, q가 수평 방향과 이루는 각은 θ 로 같고, (나)에서 p, q가 수평 방향과 이루는 각은 각각 θ_1 , θ_2 이다. (가), (나)에서 q가 물체를 당기는 힘의 크기는 F 로 같고, $\theta_1 < \theta_2$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 물체의 크기, 실의 질량은 무시한다.)

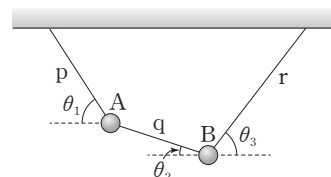
- 보기
- ㄱ. (가)에서 p가 A를 당기는 힘의 크기는 F 이다.
 - ㄴ. p가 물체를 당기는 힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.
 - ㄷ. 물체의 질량은 A가 B보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶26070-0005

그림과 같이 물체 A, B가 실 p, q, r와 연결되어 정지해 있다. p, q, r가 수평 방향과 이루는 각은 각각 θ_1 , θ_2 , θ_3 이고, $\theta_2 < \theta_3 < \theta_1$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 물체의 크기, 실의 질량은 무시한다.)

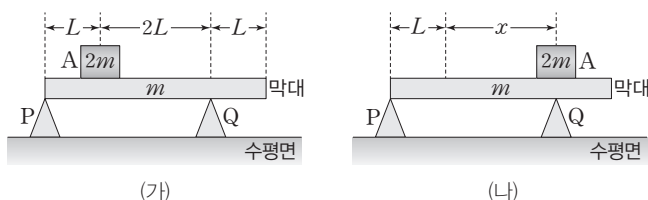
- 보기
- ㄱ. q가 B를 당기는 힘의 크기는 r가 B를 당기는 힘의 크기보다 작다.
 - ㄴ. p가 A를 당기는 힘의 크기는 r가 B를 당기는 힘의 크기보다 크다.
 - ㄷ. p가 A를 당기는 힘의 크기는 A의 무게보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶26070-0006

그림 (가)와 같이 길이가 $4L$ 이고 질량이 m 인 막대가 받침대 P, Q 위에 놓여 수평을 이루며 정지해 있다. P는 막대의 왼쪽 끝에, Q는 막대의 왼쪽 끝으로부터 $3L$ 만큼 떨어져 있고, 막대의 왼쪽 끝으로부터 L 만큼 떨어진 지점에 질량이 $2m$ 인 물체 A가 정지해 있다. 그림 (나)는 (가)에서 A를 오른쪽으로 x 만큼 이동시켰을 때, 막대가 수평을 이루며 정지해 있는 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 막대의 밀도는 균일하며, 막대의 두께와 폭, 물체의 크기는 무시한다.)

[보기]

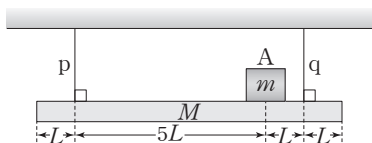
- ㄱ. (가)에서 P, Q가 막대를 떠받치는 힘의 크기의 합은 $3mg$ 이다.
- ㄴ. (가)에서 P가 막대를 떠받치는 힘의 크기는 Q가 막대를 떠받치는 힘의 크기의 $\frac{5}{4}$ 배이다.
- ㄷ. (나)에서 x 의 최댓값은 $\frac{5}{2}L$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶26070-0007

그림과 같이 질량이 M 이고 길이가 $8L$ 인 막대가 실 p, q에 매달려 수평을 이루며 정지해 있다. p, q는 각각 막대의 왼쪽과 오른쪽 끝에서 L 만큼 떨어진 지점에 연결되어 있고, 질량이 m 인 물체 A가 p로부터 오른쪽으로 $5L$ 만큼 떨어진 지점에 정지해 있다. q가 막대를 당기는 힘의 크기는 p가 막대를 당기는 힘의 크기의 2배이다.



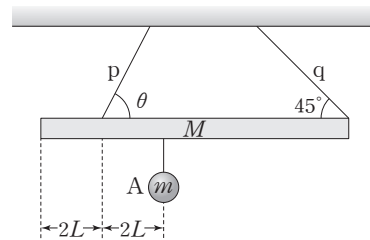
$\frac{M}{m}$ 은? (단, 막대의 밀도는 균일하며, 막대의 두께와 폭, 물체의 크기, 실의 질량은 무시한다.)

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

07

▶26070-0008

그림과 같이 길이가 $10L$ 이고, 질량이 M 인 막대가 실 p, q에 매달려 수평을 이루며 정지해 있다. p는 막대의 왼쪽 끝에서 $2L$ 만큼 떨어진 지점에, q는 막대의 오른쪽 끝에 연결되



어 있고, p, q가 수평 방향과 이루는 각은 각각 θ , 45° 이다. 막대의 왼쪽 끝에서 $4L$ 만큼 떨어진 지점에 질량이 m 인 물체 A가 실에 매달려 있고, $\tan\theta=2$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 막대의 밀도는 균일하며, 막대의 두께와 폭, 실의 질량은 무시한다.)

[보기]

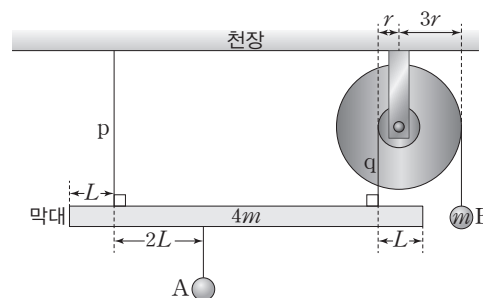
- ㄱ. p가 막대를 당기는 힘의 크기는 q가 막대를 당기는 힘의 크기보다 크다.
- ㄴ. $M=2m$ 이다.
- ㄷ. q가 막대를 당기는 힘의 크기는 $\sqrt{2}mg$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶26070-0009

그림과 같이 길이가 $8L$ 이고, 질량이 $4m$ 인 막대가 천장과 축바퀴에 각각 실 p, q로 연결되어 수평을 이루며 정지해 있다. p는 막대의 왼쪽 끝에서 L 만큼 떨어진 지점에, q는 막대의 오른쪽 끝에서 L 만큼 떨어진 지점에 연결되어 있다. 물체 A는 p에서 오른쪽으로 $2L$ 만큼 떨어진 지점에 매달려 있고, 질량이 m 인 물체 B는 축바퀴의 큰 바퀴에 매달려 있다. 축바퀴의 작은 바퀴와 큰 바퀴의 반지름은 각각 r , $3r$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 막대의 밀도는 균일하며, 막대의 두께와 폭, 축바퀴의 두께, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

[보기]

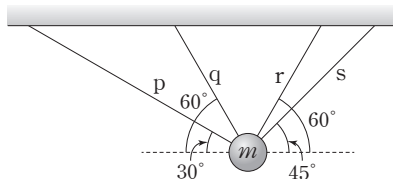
- ㄱ. q가 막대를 당기는 힘의 크기는 $3mg$ 이다.
- ㄴ. A의 질량은 $3m$ 이다.
- ㄷ. p가 막대를 당기는 힘의 크기는 $5mg$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶ 26070-0010

그림과 같이 질량이 m 인 물체가 실 p, q, r, s에 매달려 정지해 있다. p, q, r, s가 수평 방향과 이루는 각은 각각 30° , 60° , 60° , 45° 이다. q와 r가 물체를 당기는 힘의 크기는 $\frac{1}{2}mg$ 로 같고, p, s에 작용하는 힘의 크기는 0이 아니다.



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

보기

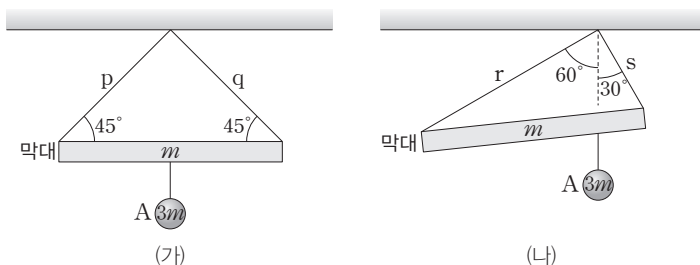
- ㄱ. p가 물체를 당기는 힘의 크기는 s가 물체를 당기는 힘의 크기보다 크다.
- ㄴ. p, q, r, s가 물체를 당기는 힘의 합력의 크기는 mg 이다.
- ㄷ. p가 물체를 당기는 힘의 크기는 $\frac{3\sqrt{3}-5}{2}mg$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶ 26070-0011

그림 (가), (나)와 같이 물체 A가 매달려 있는 막대가 각각 실 p, q와 실 r, s에 연결되어 정지해 있다. (가)에서 p, q가 수평 방향과 이루는 각은 45° 로 같고, (나)에서 r, s가 연직 방향과 이루는 각은 각각 60° , 30° 이다. A와 막대의 질량은 각각 $3m$, m 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 막대의 밀도는 균일하며, 막대의 두께와 폭, 실의 질량은 무시한다.)

보기

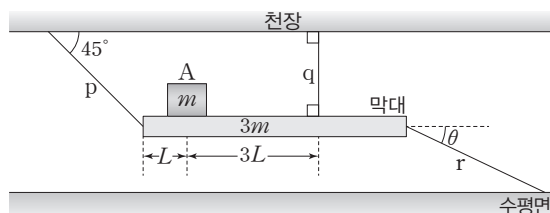
- ㄱ. (가)에서 p가 막대를 당기는 힘의 크기와 q가 막대를 당기는 힘의 크기는 같다.
- ㄴ. p가 막대를 당기는 힘의 크기는 r가 막대를 당기는 힘의 크기의 $\sqrt{2}$ 배이다.
- ㄷ. (나)에서 s가 막대를 당기는 힘의 크기는 $2\sqrt{3}mg$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶ 26070-0012

그림과 같이 질량이 $3m$ 이고, 길이가 $6L$ 인 막대가 실 p, q, r 에 연결되어 수평을 이루며 정지해 있다. p, r 는 각각 막대의 왼쪽과 오른쪽 끝에 연결되어 있고, q 는 막대의 왼쪽 끝에서 $4L$ 만큼 떨어진 지점에 연결되어 있으며, 막대의 왼쪽 끝에서 L 만큼 떨어진 지점에 질량이 m 인 물체 A 가 정지해 있다. p, q 가 천장과 이루는 각은 각각 $45^\circ, 90^\circ$ 이고, r 가 수평 방향과 이루는 각은 θ 이다. q 가 막대를 당기는 힘의 크기는 p 가 막대를 당기는 힘의 크기의 $\sqrt{2}$ 배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 막대의 밀도는 균일하며, 막대의 두께와 폭, 실의 질량, 물체의 크기는 무시한다.)

[보기]

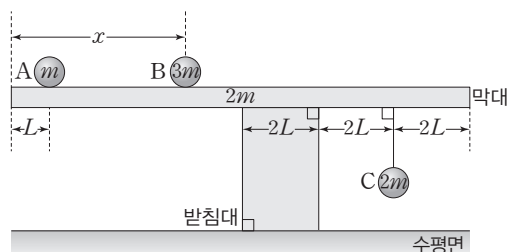
- ㄱ. $\tan\theta = \frac{1}{7}$ 이다.
 ㄴ. p 가 막대를 당기는 힘의 크기는 r 가 막대를 당기는 힘의 크기의 $\frac{7}{5}$ 배이다.
 ㄷ. q 가 막대를 당기는 힘의 크기는 $\frac{14}{5}mg$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶ 26070-0013

그림과 같이 길이가 $12L$ 인 막대가 폭이 $2L$ 인 받침대 위에 놓여 수평을 이루며 정지해 있다. 물체 A, B 가 막대의 왼쪽 끝으로부터 각각 L, x 만큼 떨어진 지점에 놓여 있으며, 물체 C 는 막대의 오른쪽 끝으로부터 $2L$ 만큼 떨어진 위치에 실에 매달려 있다. A, B, C 의 질량은 각각 $m, 3m, 2m$ 이고, 막대의 질량은 $2m$ 이다.



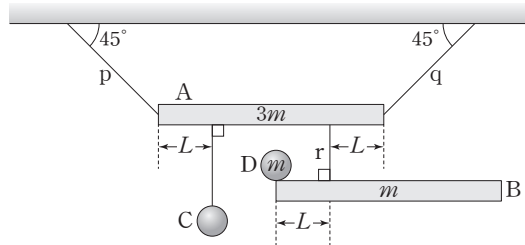
막대가 수평으로 평형을 유지할 수 있는 x 의 최댓값과 최솟값의 차는? (단, 막대의 밀도는 균일하며, 막대의 두께와 폭, 실의 질량, 물체의 크기는 무시한다.)

- ① $5L$ ② $\frac{16}{3}L$ ③ $\frac{17}{3}L$ ④ $6L$ ⑤ $\frac{19}{3}L$

05

▶26070-0014

그림과 같이 길이가 $4L$ 로 같고, 질량이 각각 $3m$, m 인 막대 A, B가 수평을 이루며 정지해 있다. A의 왼쪽 끝과 오른쪽 끝에는 실 p, q가 각각 연직 방향과 45° 를 이루며 연결되어 있다. A의 왼쪽 끝에서 L 만큼 떨어진 지점에는 물체 C가 실에 매달려 있고, B의 왼쪽 끝에는 질량이 m 인 물체 D가 놓여 있다. A의 오른쪽 끝에서 L 만큼 떨어진 지점과 B의 왼쪽 끝에서 L 만큼 떨어진 지점이 실 r로 연결되어 있다.



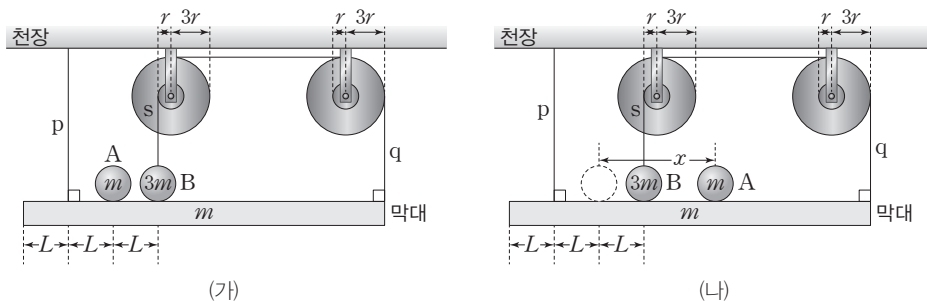
C의 질량은? (단, 막대의 밀도는 균일하며, 막대의 두께와 폭, 물체의 크기, 실의 질량은 무시한다.)

- ① m ② $2m$ ③ $3m$ ④ $4m$ ⑤ $5m$

06

▶26070-0015

그림 (가)와 같이 길이가 $8L$, 질량이 m 인 막대가 실 p, q에 연결되어 수평을 이루며 정지해 있다. p는 막대의 왼쪽 끝에서 L 만큼 떨어진 지점에 연결되어 있고, q는 막대의 오른쪽 끝에서 축바퀴의 큰 바퀴와 연결되어 있다. 물체 A, B는 막대의 왼쪽 끝으로부터 각각 $2L$, $3L$ 만큼 떨어진 지점에 놓여 있으며, B는 축바퀴의 작은 바퀴와 실 s로 연결되어 있다. A, B의 질량은 각각 m , $3m$ 이고, 축바퀴의 작은 바퀴와 큰 바퀴의 반지름은 각각 r , $3r$ 이다. 그림 (나)는 (가)에서 A를 오른쪽으로 막대가 수평을 유지할 수 있는 최대 거리인 x 만큼 옮겼을 때 막대가 수평을 이루며 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 막대의 밀도는 균일하며 막대의 두께와 폭, 축바퀴의 두께, 실의 질량, A, B의 크기, 모든 마찰은 무시한다.)

보기

- ㄱ. (가)에서 p가 막대를 당기는 힘의 크기는 q가 막대를 당기는 힘의 크기의 2배이다.
 ㄴ. q가 막대를 당기는 힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 작다.
 ㄷ. $x=3L$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



01 힘과 평형

짧은 풀 문제로 유형 익히기

본문 5쪽

정답 ②

x 가 최솟값일 때는 막대와 천장을 연결한 왼쪽 실이 막대에 작용하는 힘이 0이고, x 가 최댓값일 때는 막대와 천장을 연결한 오른쪽 실이 막대에 작용하는 힘이 0이다.

② 중력 가속도를 g , 추에 연결된 왼쪽 실과 오른쪽 실에 작용하는 힘의 크기를 각각 T_1 , T_2 라 하면, 힘의 평형에 의해 $T_1 \cos 30^\circ = T_2 \cos 60^\circ$, $T_1 \sin 30^\circ + T_2 \sin 60^\circ = mg$ 가 성립하므로

$T_1 = \frac{1}{2}mg$, $T_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$ 이다. x 가 최솟값일 때 막대와 천장을 연결한 오른쪽 실이 매달린 지점을 회전축으로 하여 돌림힘의 평형을 적용하면, $\frac{1}{4}mg \times 6L + \frac{3}{4}mg \times L + 2mg \times L = 5mg(4L - x)$ 가 성립하므로 x 의 최솟값은 $\frac{63}{20}L$ 이다. 또한 x 가 최댓값일 때는 물체가 막대와 천장을 연결한 왼쪽 실의 왼쪽에 위치하므로 막대와 천장을 연결한 왼쪽 실로부터 물체까지의 거리를 x_1 이라 하고, 왼쪽 실이 매달린 지점을 회전축으로 하여 돌림힘의 평형을 적용하면

$\frac{1}{4}mg \times 2L + 5mg \times x_1 = \frac{3}{4}mg \times 3L + 2mg \times 3L$ 이다. 따라서 $x_1 = \frac{31}{20}L$ 이고, x 의 최댓값은 $x_1 + 8L = \frac{191}{20}L$ 이므로 x 의 최댓값과 최솟값의 차는 $\frac{191}{20}L - \frac{63}{20}L = \frac{32}{5}L$ 이다.

수능 2점 테스트

본문 6~7쪽

01 ③ 02 ③ 03 ⑤ 04 ⑤ 05 ⑤
06 ① 07 ⑤ 08 ③

01 힘의 평형

물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 정지해 있던 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 등속도 운동을 한다.

㉠ 물체가 정지해 있으므로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.

✕ 물체에 작용하는 알짜힘이 0이므로 x 축, y 축과 나란한 방향으로 작용하는 알짜힘은 각각 0이다. 크기가 F_1 인 힘의 x 축, y 축과 나란한 성분의 크기를 각각 F_x , F_y 라 하면, $2F = F \cos 60^\circ + F_x$,

$F \sin 60^\circ = F_y$ 이다. 이를 정리하면 $F_x = \frac{3}{2}F$,

$F_y = \frac{\sqrt{3}}{2}F$ 이고, $\tan \theta = \frac{F_y}{F_x} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 이므로 $\theta = 60^\circ$ 이다.

㉡ $F_1 = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{\frac{9}{4}F^2 + \frac{3}{4}F^2} = \sqrt{3}F$ 이다.

02 힘의 분해와 힘의 평형

A, B가 정지해 있으므로 A의 중력이 경사면과 나란하게 아래 방향으로 작용하는 힘의 크기와 A에 작용하는 크기가 F 인 힘이 경사면과 나란하게 아래 방향으로 작용하는 힘의 크기의 합은 B의 중력의 크기와 같다.

㉢ A의 중력이 경사면과 나란하게 아래 방향으로 작용하는 힘의 크기는 $mg \sin 30^\circ = \frac{1}{2}mg$ 이고, A에 작용하는 크기가 F 인 힘이 경사면에 나란하게 아래 방향으로 작용하는 힘의 크기는 $F \sin 30^\circ = \frac{1}{2}F$ 이다. 따라서 힘의 평형에 의해 $\frac{1}{2}mg + \frac{1}{2}F = 2mg$ 가 성립하므로 $F = 3mg$ 이다.

03 힘의 평형

q가 수평 방향에 대해 이루는 각과 q가 물체를 당기는 힘의 크기가 (가)에서와 (나)에서가 같으므로 q가 물체에 수평 방향 및 연직 방향으로 작용하는 힘은 (가)에서와 (나)에서가 같다.

㉠ (가)에서 A가 정지해 있으므로 A에 작용하는 알짜힘은 0이다. A에 수평 방향으로 작용하는 알짜힘도 0이므로 (가)에서 p가 A를 당기는 힘의 크기를 p_1 이라 하면,

$p_1 \cos \theta = F \cos \theta$ 가 성립한다. 따라서 $p_1 = F$ 이므로 (가)에서 p가 A를 당기는 힘의 크기는 F 이다.

㉡ (나)에서 p가 B를 당기는 힘의 크기를 p_2 라 하면, B에 수평 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 $p_2 \cos \theta_1 = F \cos \theta$ 가 성립한다.

$p_1 \cos \theta = p_2 \cos \theta_1$ 이고, $\theta > \theta_1$ 이므로 $p_1 > p_2$ 이다. 따라서 p가 물체를 당기는 힘의 크기는 (가)에서와 (나)에서보다 크다.

㉢ p, q가 물체에 작용하는 연직 방향의 힘의 합력은 물체의 무게와 같다. p가 물체를 당기는 힘의 크기는 (가)에서와 (나)에서보다 크고, $\theta_1 < \theta$ 이므로 물체의 무게는 A가 B보다 크다. 따라서 물체의 질량은 A가 B보다 크다.

04 힘의 분해와 힘의 평형

A, B가 정지해 있으므로 A, B에 각각 작용하는 알짜힘은 0이다. 따라서 A, B에 각각 수평 방향 및 연직 방향으로 작용하는 알짜힘은 0이다.

㉠ q, r가 B를 당기는 힘의 크기를 각각 T_q , T_r 라 하면, B에 수평 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 $T_q \cos \theta_2 = T_r \cos \theta_3$ 이 성립한다. 따라서 $\theta_2 < \theta_3$ 에서 $\cos \theta_2 > \cos \theta_3$ 이므로 q가 B를 당기는 힘의 크기는 r가 B를 당기는 힘의 크기보다 작다.

㉡ q가 A를 당기는 힘의 크기는 T_q 이므로 p가 A를 당기는 힘의 크기를 T_p 라 하면, A에 수평 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 $T_p \cos \theta_1 = T_q \cos \theta_2 = T_r \cos \theta_3$ 이 성립한다. $\theta_1 > \theta_3$ 에서 $\cos \theta_1 < \cos \theta_3$ 이므로 p가 A를 당기는 힘의 크기는 r가 B를 당기는 힘의 크기보다 크다.

㉢ A에 연직 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 A의 무게를 W_A 라 하면, $T_p \sin \theta_1 = T_q \sin \theta_2 + W_A$ 가 성립한다. 따라서 p가 A를 당기는 힘의 크기는 A의 무게보다 크다.

05 돌림힘과 물체의 평형

(나)에서 x 가 최대일 때, P가 막대를 떠받치는 힘은 0이다.

㉠. (가)에서 막대에 작용하는 알짜힘이 0이므로 P, Q가 막대를 떠받치는 힘의 크기의 합은 A와 막대의 중력의 합인 $3mg$ 이다.

㉡. (가)에서 P, Q가 막대를 떠받치는 힘의 크기를 각각 T_P , T_Q 라 하고, 막대가 수평을 이루며 정지해 있으므로 막대의 왼쪽 끝을 회전축으로 돌림힘의 평형을 적용하면, $2mg \times L + mg \times 2L = T_Q \times 3L$ 이 성립한다. 따라서 $T_Q = \frac{4}{3}mg$ 이고, $T_P = \frac{5}{3}mg$ 이므로 (가)에서 P가 막대를 떠받치는 힘의 크기는 Q가 막대를 떠받치는 힘의 크기의 $\frac{5}{4}$ 배이다.

㉢. (나)에서 x 가 최대일 때, Q가 막대를 떠받치는 힘의 크기는 $3mg$ 이므로 막대의 왼쪽 끝을 회전축으로 돌림힘의 평형을 적용하면, $2mg \times (x+L) + mg \times 2L = 3mg \times 3L$ 이 성립한다. 따라서 x 의 최댓값은 $\frac{5}{2}L$ 이다.

06 돌림힘과 물체의 평형

p가 막대를 당기는 힘의 크기를 T 라 하면, q가 막대를 당기는 힘의 크기는 $2T$ 이다.

㉠ 중력 가속도를 g 라 하면 막대에 작용하는 알짜힘이 0이므로 $mg + Mg = 3T \cdots ①$ 이 성립한다. 또한 막대가 수평을 이루며 정지해 있으므로 막대가 p에 매달린 지점을 회전축으로 돌림힘의 평형을 적용하면, $Mg \times 3L + mg \times 5L = 2T \times 6L \cdots ②$ 가 성립한다. 따라서 ①과 ②를 연립하면 $4mg + 4Mg = 5mg + 3Mg$ 이므로 $\frac{M}{m} = 1$ 이다.

07 돌림힘과 물체의 평형

$\tan \theta = 2$ 이므로 p가 막대에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기를 T 라 하면, p가 막대에 연직 방향으로 작용하는 힘의 크기는 $2T$ 이다.

㉠. 막대에 수평 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 q가 막대에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기는 T 이다. 따라서 p가 막대를 당기는 힘의 크기는 $\sqrt{T^2 + (2T)^2} = \sqrt{5}T$ 이고, q가 막대를 당기는 힘의 크기는 $\sqrt{2}T$ 이므로 p가 막대를 당기는 힘의 크기는 q가 막대를 당기는 힘의 크기보다 크다.

㉡. 막대에 연직 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 $mg + Mg = 3T \cdots ①$ 이 성립하고, 막대가 수평을 이루며 정지해 있으므로 막대가 p에 매달린 지점을 회전축으로 돌림힘의 평형을 적용하면, $mg \times 2L + Mg \times 3L = T \times 8L \cdots ②$ 가 성립한다. 따라서 ①과 ②를 연립하면 $M = 2m$ 이다.

㉢. $M = 2m$ 을 ①에 대입하여 정리하면 $T = mg$ 이다. 따라서 q가 막대를 당기는 힘의 크기는 $\sqrt{2}T = \sqrt{2}mg$ 이다.

08 물체의 평형과 축바퀴

축바퀴의 작은 바퀴와 큰 바퀴의 반지름이 각각 r , $3r$ 이므로 q가 막대를 당기는 힘의 크기를 T_q 라 하면, $T_q \times r = mg \times 3r$ 가 성립한다.

㉠. $T_q \times r = mg \times 3r$ 이므로 q가 막대를 당기는 힘의 크기는 $3mg$ 이다.

㉡. A의 질량을 m_A 라 하고, 막대가 수평을 이루며 정지해 있으므로 막대가 p에 매달린 지점을 회전축으로 돌림힘의 평형을 적용하면, $m_A g \times 2L + 4mg \times 3L = 3mg \times 6L$ 이 성립한다. 따라서 A의 질량은 $3m$ 이다.

㉢. p가 막대를 당기는 힘의 크기를 T_p 라 하면, 막대에 작용하는 알짜힘이 0이므로 $T_p + 3mg = m_A g + 4mg$ 가 성립한다. 따라서 $m_A = 3m$ 이므로 p가 막대를 당기는 힘의 크기는 $4mg$ 이다.

수능 3점 테스트

본문 8~10쪽

01 ④

02 ⑤

03 ⑤

04 ②

05 ②

06 ④

01 힘의 평형

p, q, r, s가 물체를 당기는 힘의 합력의 크기는 물체에 작용하는 중력의 크기와 같다.

㉠. 물체가 정지해 있으므로 물체에 수평 방향으로 작용하는 알짜힘은 0이다. q, r가 물체에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기는 같고, 방향은 서로 반대 방향이므로 p, s가 물체를 당기는 힘의 크기를 각각 T_p , T_s 라 하면, $T_p \cos 30^\circ = T_s \cos 45^\circ$ 가 성립한다. 따라서 $T_p = \sqrt{\frac{2}{3}} T_s$ 이므로 p가 물체를 당기는 힘의 크기는 s가 물체를 당기는 힘의 크기보다 작다.

㉡. 물체에 작용하는 알짜힘은 0이므로 p, q, r, s가 물체를 당기는 힘의 합력의 크기는 물체에 작용하는 중력의 크기인 mg 와 같다.

㉢. 물체에 연직 방향으로 작용하는 알짜힘은 0이므로 $T_p \sin 30^\circ + T_s \sin 45^\circ + 2 \times \frac{1}{2} mg \times \sin 60^\circ = mg$ 가 성립한다. 따라서 $T_s = \sqrt{\frac{3}{2}} T_p$ 를 대입하여 정리하면 $(1 + \sqrt{3}) T_p = (2 - \sqrt{3}) mg$ 이므로 p가 물체를 당기는 힘의 크기는 $\frac{3\sqrt{3}-5}{2} mg$ 이다.

02 힘의 분해와 힘의 평형

(가)와 (나)에서 각각 실이 물체를 당기는 힘의 합력의 크기는 $4mg$ 이다.

㉠. (가)에서 p, q가 수평 방향으로 작용하는 알짜힘은 0이고, p, q가 수평 방향과 이루는 각은 45° 로 같다. 따라서 (가)에서 p가 막대를 당기는 힘의 크기와 q가 막대를 당기는 힘의 크기는 같다.

㉡. (가)에서 p가 막대를 당기는 힘의 크기를 T_p 라 하면, $2 \times T_p \times \sin 45^\circ = 4mg$ 가 성립한다. 따라서 $T_p = 2\sqrt{2}mg$ 이다.

(나)에서 r, s가 막대를 당기는 힘의 크기를 각각 T_r , T_s 라 하면, $T_r \sin 60^\circ = T_s \sin 30^\circ$ 에서 $\sqrt{3} T_r = T_s$ 이고, $T_r \cos 60^\circ + T_s \cos 30^\circ = 4mg$ 에 대입하면 $T_r = 2mg$ 이다. 따라서 p가 막대를 당기는 힘의 크기는 r가 막대를 당기는 힘의 크기의 $\sqrt{2}$ 배이다.

㉢. (나)에서 $\sqrt{3} T_r = T_s$ 이므로 (나)에서 s가 막대를 당기는 힘의 크기는 $\sqrt{3} T_r = 2\sqrt{3}mg$ 이다.

03 돌림힘과 물체의 평형

p가 막대를 당기는 힘의 크기를 $\sqrt{2}T$ 라 하면, q가 막대를 당기는 힘의 크기는 $2T$ 이다.

㉠ r가 수평 방향, 연직 방향으로 막대를 당기는 힘의 크기를 각각 T_x , T_y 라 하면, 막대에 작용하는 알짜힘이 0이므로 $T=T_x \cdots$ ①, $4mg+T_y=3T \cdots$ ②가 성립한다. 또한 막대의 왼쪽 끝을 회전축으로 돌림힘의 평형을 적용하면 $mg \times L + 3mg \times 3L + T_y \times 6L = 2T \times 4L \cdots$ ③이 성립한다. 따라서 ②와 ③을 연립하면 $T_y = \frac{1}{7}T$ 이므로 $\tan\theta = \frac{T_y}{T_x} = \frac{1}{7}$ 이다.

㉡ p가 막대를 당기는 힘의 크기는 $\sqrt{2}T$ 이고, r가 막대를 당기는 힘의 크기는 $\sqrt{T_x^2 + T_y^2} = \sqrt{T^2 + \left(\frac{1}{7}T\right)^2} = \frac{5\sqrt{2}}{7}T$ 이다. 따라서 p가 막대를 당기는 힘의 크기는 r가 막대를 당기는 힘의 크기의 $\frac{7}{5}$ 배이다.

㉢ $4mg + T_y = 3T$ 에 $T_y = \frac{1}{7}T$ 를 대입하여 정리하면 $T = \frac{7}{5}mg$ 이다. 따라서 q가 막대를 당기는 힘의 크기는 $2T = \frac{14}{5}mg$ 이다.

04 돌림힘과 물체의 평형

x가 최솟값일 때는 받침대의 왼쪽 끝에서만 막대에 힘을 작용하고, x가 최댓값일 때는 받침대의 오른쪽 끝에서만 막대에 힘을 작용한다.

㉡ x의 최솟값을 x_1 , 중력 가속도를 g 라 하고 받침대의 왼쪽 끝과 막대가 만나는 지점을 기준으로 돌림힘의 평형을 적용하면 $mg \times 5L + 3mg \times (6L - x_1) = 2mg \times 4L$ 이 성립하므로 $x_1 = 5L$ 이다. 또한 x의 최댓값을 x_2 라 하고, 받침대의 오른쪽 끝과 막대가 만나는 지점을 기준으로 돌림힘의 평형을 적용하면 $mg \times 7L + 2mg \times 2L = 3mg \times (x_2 - 8L) + 2mg \times 2L$ 이 성립하므로 $x_2 = \frac{31}{3}L$ 이다. 따라서 x의 최댓값과 최솟값의 차는 $\frac{16}{3}L$ 이다.

05 돌림힘과 물체의 평형

A에 수평 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 p가 A에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기를 T 라 하면, q가 A에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기도 T 이다. 따라서 p, q가 A에 연직 방향으로 작용하는 힘의 크기는 각각 T 이다.

㉡ 중력 가속도를 g 라 하면, B에 연직 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 r가 B를 당기는 힘의 크기는 $2mg$ 이고, r가 A를 당기는 힘의 크기도 $2mg$ 이다. 또한 A에 연직 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 C의 질량을 m_C 라 하면, $m_Cg + 5mg = 2T \cdots$ ①이 성립한다. A의 왼쪽 끝을 기준으로 돌림힘의 평형을 적용하면, $m_Cg \times L + 3mg \times 2L + 2mg \times 3L = T \times 4L \cdots$ ②가 성립한다. 따라서 ①과 ②를 연립하면 $m_C = 2m$ 이므로 C의 질량은 $2m$ 이다.

06 축바퀴와 물체의 평형

축바퀴의 작은 바퀴와 큰 바퀴의 반지름이 각각 r , $3r$ 이므로 s가 B를 당기는 힘의 크기는 q가 막대를 당기는 힘의 크기의 3배이다.

✕ 중력 가속도를 g , (가)에서 p, q가 막대를 당기는 힘의 크기를 각각 T_{pg} , T_{qg} 라 하면, 막대에 연직 방향으로 작용하는 알짜힘이 0이므로 $5mg = T_{pg} + 4T_{qg}$ 가 성립하고, 막대가 p에 매달린 지점을 회전축으로 돌림힘의 평형을 적용하면, $mgL + 6mgL + 3mgL = 6T_{qg}L + 7T_{pg}L$ 가 성립한다. 따라서 $T_{qg} = \frac{10}{13}mg$ 이고, $T_{pg} = \frac{25}{13}mg$ 이므로 (가)에서 p가 막대를 당기는 힘의 크기는 q가 막대를 당기는 힘의 크기의 $\frac{5}{2}$ 배이다.

㉠ (나)에서 막대가 수평을 유지하기 위해서는 A, B에 작용하는 알짜힘과 돌림힘의 합이 각각 0이어야 하므로 q가 막대를 당기는 힘의 크기를 T_{qn} , 막대가 B에 작용하는 힘의 크기를 N 이라고 하면, $3T_{qn} + N = 3mg$ 가 성립한다. (나)에서 A를 오른쪽으로 최대 거리만큼 옮기면 T_{qn} 는 최댓값을 가지므로 $3T_{qn} = 3mg$ 에서 $T_{qn} = mg$ 이다. 따라서 q가 막대를 당기는 힘의 크기는 (가)에서보다 작다.

㉡ (나)에서 막대가 수평을 이루며 정지해 있으므로 막대가 p에 매달린 지점을 회전축으로 돌림힘의 평형을 적용하면, $mg(x+L) + 3mgL = 7T_{qn}L$ 이 성립한다. 여기에 $T_{qn} = mg$ 를 대입하여 정리하면 $x = 3L$ 이다.

02

물체의 운동(1)

짧은 풀 문제로 유형 익히기

본문 13쪽

정답 ⑤

같은 속력으로 던진 두 물체의 수평 도달 거리가 같을 때, 두 물체가 각각 수평면과 이루는 각의 합은 90° 이다. 따라서 A가 수평면과 이루는 각을 $45^\circ + \theta$ 라 하면, B가 수평면과 이루는 각은 $45^\circ - \theta$ 이다.

㉠ 수평면으로부터 최고점까지의 높이는 물체가 p에서 최고점까지 도달하는 데 걸린 시간의 제곱에 비례한다. 따라서 수평면으로부터 최고점까지의 높이는 A가 B의 4배이므로 $t_A = 2t_B$ 이다.

㉡ p에서 A의 수평 방향, 연직 방향 속력을 각각 v_x, v_y 라 하면, p에서 B의 수평 방향, 연직 방향 속력은 각각 v_y, v_x 이다. 물체의 수평 도달 거리가 같으므로 $v_x t_A = v_y t_B = 12R$ 가 성립하고, A의 수평면으로부터 최고점까지의 높이를 h 라 하면, $h = \frac{v_y}{2} \times \frac{t_A}{2} = \frac{1}{2} v_y t_B$ 이므로 $h = 6R$ 이다.

㉢ $v_x t_A = v_y t_B$ 와 $t_A = 2t_B$ 를 연립하면 $v_y = 2v_x$ 이므로 p에서 B의 수평 방향, 연직 방향 속력은 각각 $2v_x, v_x$ 이다. 따라서 $v^2 = 4v_x^2 + v_x^2$ 이므로 p에서 B의 수평 방향 속력은 $2v_x = \frac{2\sqrt{5}}{5}v$ 이다.

수능 2점 테스트

본문 14~16쪽

01 ④	02 ④	03 ⑤	04 ⑤	05 ④
06 ①	07 ③	08 ⑤	09 ③	10 ④
11 ②	12 ①			

01 속도와 가속도

포물선 운동을 하는 물체의 가속도는 일정하다.

✕ 야구공의 운동 방향이 변하므로 야구공은 가속도 운동을 한다.

㉠ 야구공이 포물선 운동을 하는 동안 야구공에 작용하는 중력은 일정하므로 야구공의 가속도의 방향은 일정하다.

㉡ 야구공이 p에서 q까지 운동하는 동안의 변위의 크기는 이동 거리보다 작으므로 평균 속도의 크기는 평균 속력보다 작다.

02 포물선 운동

물체는 수평 방향으로 등속도 운동을 하고, 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다.

✕ 물체는 수평 방향으로 등속도 운동을 하므로 최고점인 q에서도 수평 방향의 속력이 존재한다. 따라서 q에서 물체의 속도의 크기는 0이 아니다.

㉠ 물체는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 연직 방향 이동 거리가 클수록 운동하는 데 걸린 시간도 크다. 따라서 연직 방향 이동 거리는 p에서 q까지가 q에서 r까지보다 작으므로 물체가 운동하는 데 걸린 시간은 p에서 q까지가 q에서 r까지보다 작다.

㉡ 물체는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 연직 방향의 속도 변화량의 크기는 물체의 운동 시간에 비례한다. 따라서 물체의 속도 변화량의 크기는 p에서 q까지가 q에서 r까지보다 작다.

03 평면에서 등가속도 운동

물체의 가속도가 일정하면 물체는 등가속도 운동을 한다.

㉠ 0초부터 4초까지 물체의 변위의 크기의 x성분은 16 m이고, y성분은 8 m이다. 따라서 0초부터 4초까지 물체의 변위의 크기는 $\sqrt{16^2 + 8^2} = 8\sqrt{5}$ (m)이다.

㉡ 물체의 가속도의 x성분의 크기는 2 m/s^2 이고, y성분의 크기는 1 m/s^2 이다. 따라서 4초일 때, 물체의 가속도의 크기는 $\sqrt{5} \text{ m/s}^2$ 이다.

㉢ $t=0$ 일 때 물체는 정지해 있고, 물체의 가속도가 일정하므로 물체는 직선 경로를 따라 운동한다.

04 포물선 운동

물체는 수평 방향으로 등속도 운동을 하고, 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다.

㉠ 물체의 수평 방향의 속력을 v_0 이라 하면, p에서 물체의 연직 방향의 속력은 v_0 이고, $\tan \theta = \frac{1}{2}$ 이므로 q에서 물체의 연직 방향의 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 이다. 따라서 물체의 운동 시간은 물체의 연직 방향의 속도 변화량의 크기에 비례하므로 물체가 p에서 최고점까지 운동하는 데 걸린 시간은 최고점에서 q까지 운동하는 데 걸린 시간의 2배이다.

㉡ 최고점에서 물체의 연직 방향 속력이 0이고, 물체는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 최고점에서부터 물체의 연직 방향 이동 거리는 물체의 운동 시간의 제곱에 비례한다. 따라서 p에서 최고점까지의 높이가 h 이므로 q의 높이는 $h - \frac{1}{4}h = \frac{3}{4}h$ 이다.

㉢ 물체가 p에서 최고점까지 운동하는 동안 물체의 연직 방향 평균 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 이므로 이때의 운동 시간을 t_0 이라 하면, $h = \frac{1}{2}v_0 t_0$ 이 성립한다. 물체는 수평 방향으로 v_0 의 속력으로 등속도 운동을 하고, 물체의 운동 시간은 $2t_0$ 이므로 물체의 수평 도달 거리는 $2v_0 t_0 = 4h$ 이다.

05 포물선 운동

물체는 수평 방향으로 등속도 운동을 하고, 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다.

✕ A와 B의 수평 방향 이동 거리가 같고, 물체가 p에서 q까지 운동하는 데 걸린 시간이 A가 B의 2배이므로 물체의 수평 방향 속력은 B가 A의 2배이다. 따라서 $v_B = 2v_0$ 이다.

㉠ A, B는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 A가 운동하는 데 걸린 시간을 $2t_0$, 중력 가속도를 g 라 하면, $2v_0 t_0 - \frac{1}{2}g(2t_0)^2 = -h \cdots$ ①과 $\frac{1}{2}gt_0^2 = h \cdots$ ②가 성립한다. 따라서 이를 연립하면 $2v_0 t_0 = 3h \cdots$ ③이므로 p에서 q까지 수평 거리는 $2v_0 t_0 = 3h$ 이다.

㉡ 최고점에서 A의 연직 방향 속도는 0이므로 p에서 최고점까지의 높이를 x 라 하면, $v_0^2 = 2gx$ 가 성립한다. 또한 ②와 ③을 연립하여 정