

메가 N제

# 평형과 안정성

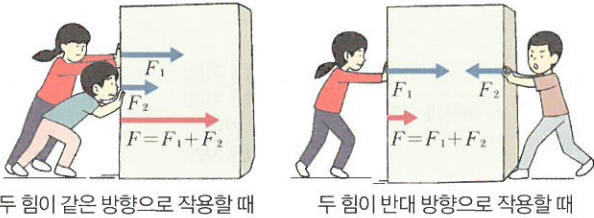
Infinite devotion to the assignment



# 01 평형과 안정성

## 1 알짜힘과 힘의 평형 자료 1

- (1) **힘**: 물체의 모양이나 운동 상태를 변화시키는 원인
- (2) **힘의 단위**: N[뉴턴]을 사용한다. 1 N은 질량이 1 kg인 물체를 1 m/s<sup>2</sup>의 가속도로 가속시키는 힘의 크기이다.  $-1\text{ N} = 1\text{ kg} \times 1\text{ m/s}^2$
- (3) **알짜힘**: 한 물체에 작용한 여러 힘들과 같은 효과를 갖는 하나의 힘
  - ① 두 힘이 같은 방향으로 작용할 때 알짜힘의 크기는 두 힘의 크기를 더한 값과 같고, 알짜힘의 방향은 두 힘의 방향과 같다.
  - ② 두 힘이 반대 방향으로 작용할 때 알짜힘의 크기는 큰 힘에서 작은 힘을 뺀 값과 같고, 알짜힘의 방향은 큰 힘의 방향과 같다.

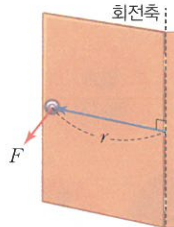


- (4) **힘의 평형**: 물체에 작용하는 알짜힘이 0일 때 물체에 작용하는 힘들이 힘의 평형을 이룬다고 한다.
  - **두 힘의 평형**: 일직선상에서 한 물체에 크기가 같고, 방향이 반대인 두 힘이 작용하면 두 힘은 평형을 이룬다.
    - 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체의 운동 상태는 변하지 않고 그대로 유지된다.

## 2 돌림힘 자료 2

- (1) **돌림힘(토크)**: 물체의 회전 운동을 변화시키는 원인이 되는 물리량
  - ① 문을 열 때 힘의 크기가 클수록 문이 잘 회전한다. 이와 같이 힘의 크기가 클수록 돌림힘의 크기가 크다.
  - ② 문을 열 때 회전축으로부터 먼 지점에 힘을 작용할수록 작은 힘으로 문을 열 수 있다. 회전축에서 힘이 작용하는 지점까지의 거리를 팔의 길이라고 하며, 팔의 길이가 길수록 돌림힘의 크기가 크다.
  - ③ 팔의 길이가  $r$ 인 지점에 크기가  $F$ 인 힘이 수직 방향으로 작용할 때, 돌림힘의 크기  $\tau$ [타우]는 다음과 같다.

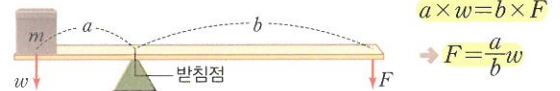
$$\tau = r \times F \text{ [단위: N} \cdot \text{m]}$$



- (2) **돌림힘의 방향**: 동일한 회전축에 대해 시계 방향과 시계 반대 방향으로 나타낼 수 있다.
- (3) **돌림힘의 평형**: 물체에 시계 방향으로 작용하는 돌림힘과 시계 반대 방향으로 작용하는 돌림힘의 크기가 같아 두 돌림힘이 평형을 이루어 물체가 회전하지 않고 정지해 있는 상태를 돌림힘의 평형이라고 한다.

### 돌림힘의 평형

반침점으로부터 중력  $w$ 와 힘  $F$ 가 작용하는 지점까지 팔의 길이가 각각  $a, b$ 이면 다음 관계가 성립한다.



### 탐구 분석 지레의 수평 맞추기

#### 실험 과정

- (가) 그림과 같이 지레 막대를 스탠드에 고정하고 수평을 맞춘다.
- (나) 실험 I, II, III의 순서로 추의 위치와 개수를 변화시키면서 평형을 이루는 조건을 찾는다.



#### 실험 결과

실험	지레의 왼쪽	지레의 오른쪽
I	눈금 1 - 추 1개	눈금 1 - 추 1개
II	눈금 2 - 추 2개	눈금 1 - 추 4개
III	눈금 1 - 추 3개	눈금 3 - 추 1개

- 지레가 수평을 이룰 조건: (왼쪽 추의 무게  $\times$  회전축으로부터의 거리)가 (오른쪽 추의 무게  $\times$  회전축으로부터의 거리)와 같아야 한다.
- 왼쪽 추 무게에 의한 돌림힘 = 오른쪽 추 무게에 의한 돌림힘

### (4) 돌림힘의 이용

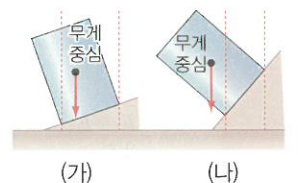


## 3 평형과 안정성

- (1) **평형**: 역학적 평형 상태를 유지하려면 다음 조건을 만족해야 한다.
  - ① **힘의 평형**: 알짜힘이 0이어야 한다. 자료 3
  - ② **돌림힘의 평형**: 돌림힘의 총합이 0이어야 한다.

### (2) 구조물의 안정성 자료 4

- ① **무게 중심**: 물체를 구성하는 입자들의 평균적인 위치
- ② 물체가 넘어지지 않고 평형을 유지하려면 (가)와 같이 무게 중심이 물체 양 끝에서 그은 연직선 사이에 있어야 한다. (나)와 같이 무게 중심이 연직선 사이



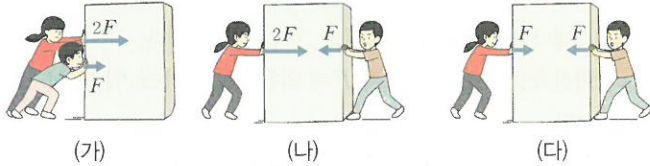
를 벗어나면 물체는 중력에 의한 돌림힘에 의해 넘어지게 된다.

다음 자료에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

자료 1 알짜힘과 힘의 평형

동아, 미래엔, 비상

그림 (가), (나)는 수평면 위의 물체에 크기가 각각  $2F$ ,  $F$ 인 힘을 각각 같은 방향과 반대 방향으로 작용하는 것을, (다)는 크기가  $F$ 인 힘을 서로 반대 방향으로 작용하는 것을 나타낸 것이다. 모든 힘의 방향은 수평면에 나란하고, 물체에 작용하는 마찰은 무시한다.

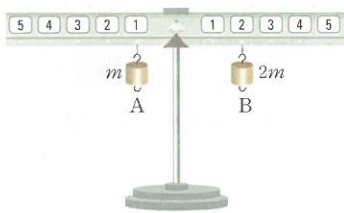


- 001 (가)에서 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는  $3F$ 이다. ○/×
- 002 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서의 2배이다. ○/×
- 003 (가)와 (나)에서 물체의 운동 방향은 같다. ○/×
- 004 (다)에서 물체는 힘의 평형 상태에 있다. ○/×
- 005 (다)에서 물체의 운동 상태는 변한다. ○/×

자료 2 돌림힘

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림과 같이 스탠드에 지레 막대를 수평으로 고정하고, 눈금 1과 2에 질량이 각각  $m$ ,  $2m$ 인 물체를 매달고 가만히 놓는다. 눈금 사이의 간격은  $r$ 로 일정하고, 중력 가속도는  $g$ 이며, 모든 마찰은 무시한다.

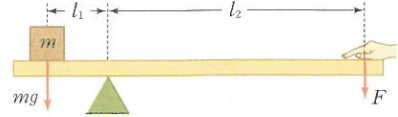


- 006 회전축을 기준으로 할 때, A에 작용하는 중력에 의한 돌림힘의 크기는  $mgr$ 이다. ○/×
- 007 회전축을 기준으로 할 때, B의 무게에 의한 돌림힘의 크기는 A의 무게에 의한 돌림힘의 크기의 2배이다. ○/×
- 008 지레 막대는 시계 방향으로 회전한다. ○/×
- 009 A와 B의 위치를 서로 바꾸면 지레 막대는 수평 상태를 유지한다. ○/×

자료 3 물체의 평형

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 막대의 한쪽에 무게가  $mg$ 인 물체를 놓고, 반대쪽에 크기가  $F$ 인 힘을 막대에 수직 방향으로 작용할 때, 막대가 수평을 유지하는 것을 나타낸 것이다. 받침점에서 물체와  $F$ 가 작용하는 지점까지의 거리는 각각  $l_1$ ,  $l_2$ 이다. 막대의 질량, 물체의 크기는 무시한다.

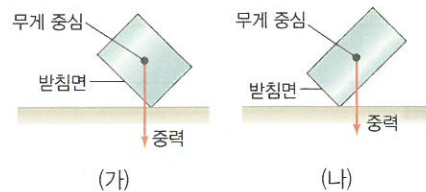


- 010 막대는 평형 상태에 있다. ○/×
- 011 막대에 작용하는 돌림힘의 총합은 0이다. ○/×
- 012 받침점을 기준으로 할 때 물체의 무게에 의한 돌림힘의 크기는  $mgl_1$ 이다. ○/×
- 013  $F = \frac{mgl_2}{l_1}$ 이다. ○/×
- 014 받침점이 막대에 작용하는 힘의 크기는  $mg + F$ 이다. ○/×

자료 4 평형과 안전성

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림 (가), (나)와 같이 원통형 물체를 기울여 가만히 놓는다.



- 015 (가)에서 물체는 시계 방향으로 회전한다. ○/×
- 016 (나)에서 물체는 쓰러진다. ○/×
- 017 받침면이 넓을수록 구조물이 안정적이다. ○/×
- 018 무게 중심이 높을수록 구조물이 안정적이다. ○/×

1 알짜힘과 힘의 평형

019

그림과 같이 저울에 올려놓은 질량이  $m$ 인 사과가 정지해 있다.  
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $g$ 이다.)



보기

- ㄱ. 사과에 작용하는 알짜힘은 0이다.
- ㄴ. 저울이 사과를 받치는 힘의 크기는  $mg$ 이다.
- ㄷ. 사과에 작용하는 중력과 저울이 사과를 받치는 힘은 평형을 이룬다.

- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ                ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

020 **서술형**

그림과 같이 한 물체에 6 N과 3 N의 힘이 반대 방향으로 작용할 때 알짜힘의 크기와 방향을 풀이 과정과 함께 구하시오.

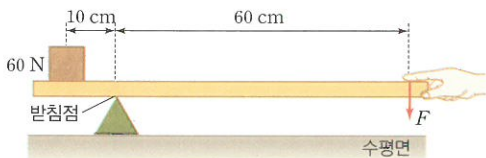


2 돌림힘

학교기출

021

그림과 같이 막대에 무게가 60 N인 물체를 올려놓고, 막대에 수직 방향으로 크기가  $F$ 인 힘을 작용하였더니 막대가 수평을 유지하고 있다. 받침점으로부터 물체의 무게 중심과  $F$ 를 작용하는 지점까지의 수평 거리는 각각 10 cm, 60 cm이다.



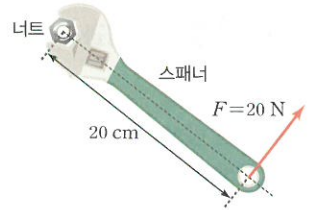
$F$ 는? (단, 막대의 질량은 무시한다.)

- ① 10 N    ② 15 N    ③ 20 N    ④ 25 N    ⑤ 30 N

학교기출

022

그림과 같이 회전축으로부터의 길이가 20 cm인 스패너에 수직 방향으로 크기가 20 N인 힘  $F$ 를 작용하여 반지름이 1 cm인 너트를 푼다.  
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?



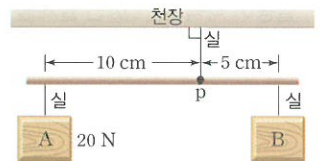
보기

- ㄱ. 스패너에 작용하는 알짜힘의 크기는 20 N이다.
- ㄴ. 회전축을 기준으로 할 때  $F$ 에 의한 돌림힘의 크기는 4 N·m이다.
- ㄷ. 스패너를 사용하지 않고 너트를 풀 때, 너트에 회전 방향으로 작용해야 하는 힘의 크기는 400 N이다.

- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ                ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

023 **서술형**

그림은 물체 A, B를 매단 막대가 천장에 매달려 수평을 유지하는 것을 나타낸 것이다. 실과 막대가 만나는 점 p로부터 A, B까지 떨어진 수평 거리는 각각 10 cm, 5 cm이고, A의 무게는 20 N이다. 막대와 실의 무게 및 A, B의 크기는 무시한다.



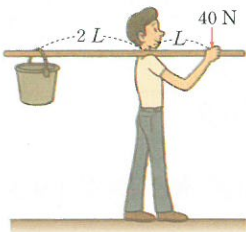
(1) p를 기준으로 할 때, A의 무게에 의해 막대에 작용하는 돌림힘의 크기를 풀이 과정과 함께 구하시오.

(2) B의 무게를 풀이 과정과 함께 구하시오.

3 평형과 안정성

024

그림과 같이 학생이 물통이 매달린 막대를 어깨에 걸치고 손으로 막대에 연직 아래 방향으로 크기가 40 N인 힘을 작용하였더니, 막대가 수평을 유지하고 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 막대의 질량은 무시한다.)

보기

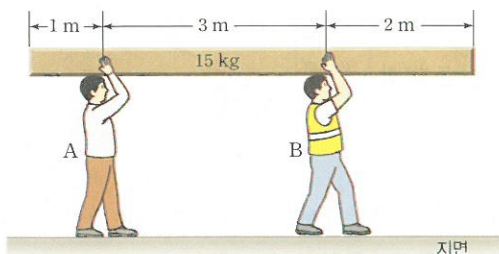
- ㄱ. 물통의 무게는 20 N이다.
- ㄴ. 막대에 작용하는 알짜힘은 0이다.
- ㄷ. 어깨가 막대를 떠받치는 힘의 크기는 20 N이다.

- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ                ⑤ ㄴ, ㄷ

✔최다오답

025

그림과 같이 학생 A와 B가 질량이 15 kg인 직육면체 막대를 수평으로 정지해 있도록 떠받치고 있다.



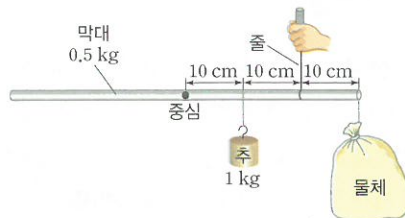
A, B가 각각 막대를 떠받치는 힘의 크기  $F_A, F_B$ 로 옳은 것은? (단, 중력 가속도는  $10 \text{ m/s}^2$ 이고, 막대의 밀도는 균일하며, 막대의 두께와 폭은 무시한다.)

- |   | $F_A(\text{N})$ | $F_B(\text{N})$ |   | $F_A(\text{N})$ | $F_B(\text{N})$ |
|---|-----------------|-----------------|---|-----------------|-----------------|
| ① | 50              | 50              | ② | 50              | 100             |
| ③ | 75              | 75              | ④ | 100             | 50              |
| ⑤ | 100             | 100             |   |                 |                 |

026

난이도 상

그림은 물체의 무게를 측정하는 손저울이 수평을 유지하는 모습을 나타낸 것이다. 저울의 막대는 길이가 60 cm이고 질량이 0.5 kg이며, 추의 질량은 1 kg이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10 \text{ m/s}^2$ 이고, 막대의 밀도는 균일하며, 막대의 두께와 폭은 무시한다.)

보기

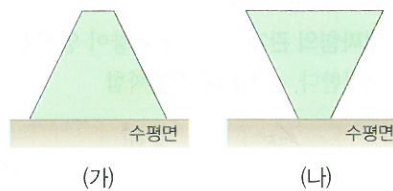
- ㄱ. 줄과 막대의 교점을 기준으로 할 때, 물체에 의한 돌림힘의 크기와 추에 의한 돌림힘의 크기는 같다.
- ㄴ. 물체의 질량은 2 kg이다.
- ㄷ. 줄이 막대를 당기는 힘의 크기는 30 N이다.

- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ                ⑤ ㄴ, ㄷ

027

서술형

그림 (가), (나)는 밀도가 균일한 원뿔대 모양의 물체를 수평면에 가만히 놓은 것을 나타낸 것이다.



(1) (가), (나)에서 수평면으로부터 물체의 무게 중심까지의 높이를 비교하십시오.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(2) (가), (나) 중에서 물체의 상태가 더 안정적인 것을 쓰고, 그 이유를 두 가지를 서술하십시오.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_