

# 1

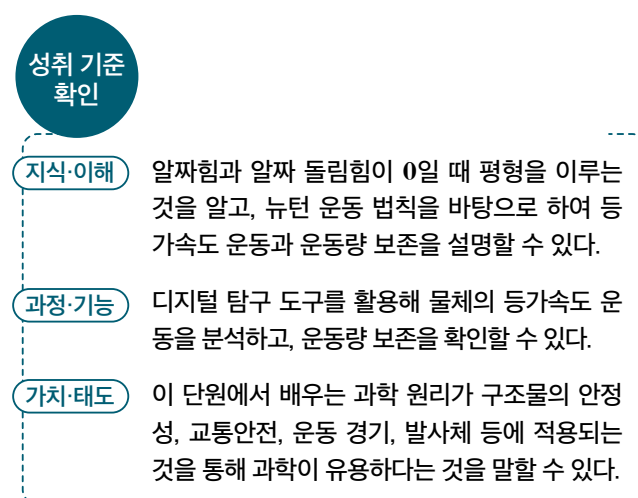
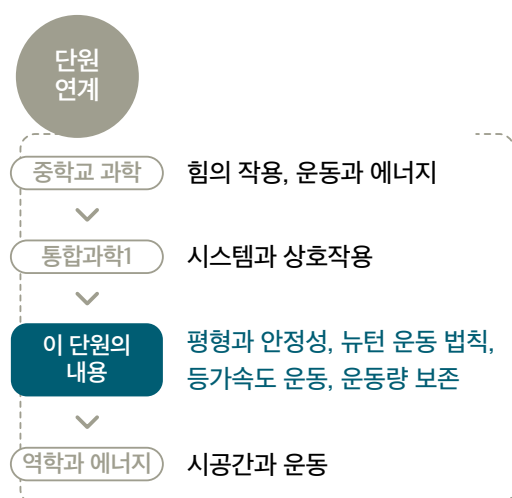
## 힘과 운동

- 01 평형과 구조물의 안정성
- 02 가속도 법칙과 등가속도 운동
- 03 작용 반작용과 운동량 보존

물리학은 물질 사이의 상호작용 및 에너지, 시공간에서의 운동 등에 관한 원리나 법칙을 연구하는 학문이다. 물리학은 뉴턴의 저서 『자연 철학의 수학적 원리』를 통해 이론적 기반이 다져졌다. 뉴턴의 이론은 인공위성을 발사체에 실어 우주로 쏘아 올리는 데에도 중요한 역할을 하는 등 현재에도 다양한 분야에 적용된다. 이 단원을 학습하면서 뉴턴의 운동 법칙을 배우고, 물리학이 오늘날 인류 문명의 발달과 인간의 삶에 어떤 영향을 주었는지 생각해 보자.



📌 학습할 내용을 알아보고,  
스스로 학습 계획을 세워 봅시다.



**스스로 계획**

알고 있는 것에 ✓표를 해 보고, 더 알고 싶은 내용을 써 보자.

|                                    |                                 |                                  |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 알짜힘       | <input type="checkbox"/> 관성 법칙  | <input type="checkbox"/> 돌림힘     |
| <input type="checkbox"/> 속도        | <input type="checkbox"/> 가속도 법칙 | <input type="checkbox"/> 등가속도 운동 |
| <input type="checkbox"/> 작용 반작용 법칙 | <input type="checkbox"/> 운동량    | <input type="checkbox"/> 운동량 보존  |

나는 \_\_\_\_\_ 을/를 더 알고 싶다.

# 01

## 평형과 구조물의 안정성

**학습 목표** 물체에 작용하는 알짜힘과 알짜 돌림힘이 0일 때 평형을 이루고, 구조물의 안정성을 분석할 수 있다.

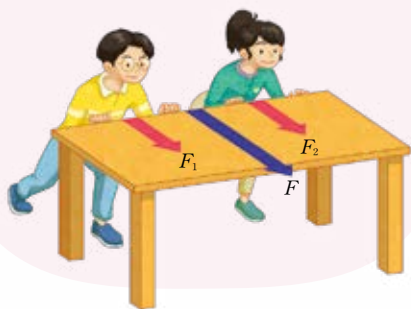
여러 가지 물체를 매달아 모빌을 만들려고 한다. 한쪽으로 많이 기울지 않는 안정적인 모빌을 만들려면 어떻게 해야 할까?



### 알짜힘과 힘의 평형

한 물체에 여러 힘이 동시에 작용할 때 이 힘들과 같은 효과를 내는 하나의 힘을 **알짜힘**이라고 한다. 그림 I-1의 (가)와 같이 두 힘이 같은 방향으로 작용할 때 알짜힘의 크기는 두 힘의 크기를 더한 값과 같고 알짜힘의 방향은 두 힘의 방향과 같다. 그리고 그림 (나)와 같이 두 힘이 반대 방향으로 작용할 때 알짜힘의 크기는 큰 힘에서 작은 힘을 뺀 값과 같고 알짜힘의 방향은 더 큰 힘의 방향과 같다.

(가) 두 힘  $F_1, F_2$ 가 같은 방향으로 작용하므로 알짜힘  $F$ 의 크기는  $F_1 + F_2$ 이다.



(나) 두 힘  $F_1, F_2$ 가 반대 방향으로 작용하므로 알짜힘  $F$ 의 크기는  $F_2 - F_1$ 이다.

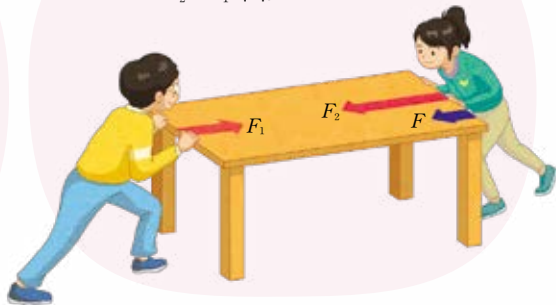


그림 I-1 두 힘이 작용할 때 알짜힘의 크기

만약 그림 I-1의 (나)에서  $F_1$ 과  $F_2$ 의 크기가 같다면 책상에 작용하는 알짜힘은 0이다. 이렇게 물체에 작용하는 알짜힘이 0인 상태를 **힘의 평형**이라고 한다. 힘의 평형일 때 운동하던 물체는 속도가 일정한 운동을 계속하고, 정지해 있던 물체는 계속 정지해 있다. 이를 **관성 법칙** 또는 **뉴턴 제1법칙**이라고 한다.

### 돌림힘

그림 I-2와 같이 두 사람이 정지해 있는 책상에 크기가 같고 방향이 반대인 힘  $F_1, F_2$ 를 다른 직선상에서 작용하고 있다. 이때 책상에 작용하는 알짜힘은 0이지만 책상은 회전한다. 이렇게 회전축에서 일정한 거리만큼 떨어진 지점에 힘을 가해 물체의 회전 운동을 변화시키는 물리량을 **돌림힘**이라고 한다.

그림 I-3과 같이 여닫이문을 밀면 문이 회전축을 중심으로 돌아가는 회전 운동을 한다. 이때 문을 미는 위치가 회전축에 가까울수록 더 큰 힘으로 밀어야 문을 열 수 있다. 즉, 같은 크기의 돌림힘을 작용하려면 \* 팔 길이가 짧을수록 미는 힘이 커야 한다.

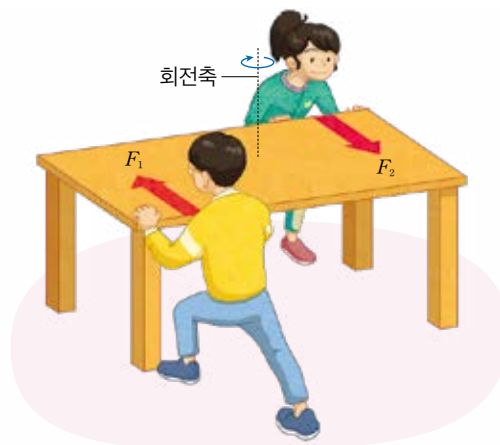


그림 I-2 힘의 평형과 회전 운동

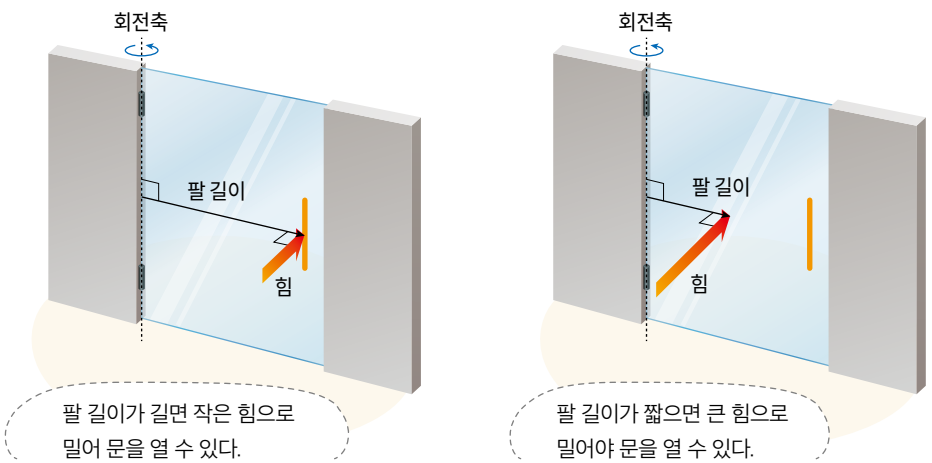


그림 I-3 돌림힘의 크기

그림 I-4와 같이 회전축에서 크기가  $F$ 인 힘의 연장선까지의 거리, 즉 팔 길이가  $r$ 일 때 돌림힘의 크기  $\tau$ (타우)는 다음과 같다.

$$\tau = rF \quad [\text{단위: N} \cdot \text{m}]$$

돌림힘은 방향이 있는 물리량이다. 보통 그림 I-4와 같이 돌림힘이 물체를 반시계 방향으로 회전시킬 때 (+)로 나타낸다. 반대로 돌림힘이 물체를 시계방향으로 회전시킬 때 (-)로 나타낸다.

\* 팔 길이  
회전축에서 힘의 연장선에 내린 수선의 발까지의 거리이다.

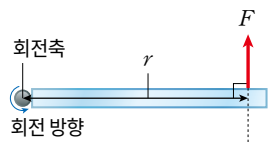
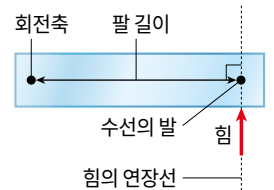


그림 I-4 돌림힘의 크기

### 스스로 확인

- 한 물체에 10 N, 8 N의 힘을 서로 반대 방향으로 작용할 때 알짜힘의 크기는 몇 N인가?
- 물체의 회전 운동을 변화시키는 물리량을 ( )이라고 한다.

## 돌림힘의 평형

한 물체에 여러 돌림힘이 작용할 때 물체가 회전하지 않는 경우가 있다. 이때 물체에 작용하는 돌림힘들은 어떤 관계일지 다음 활동을 하면서 알아보자.

실험 영상



준비물

- ☒ 양팔저울
- ☒ 힘 센서
- ☒ 추(100 g)

활동 길잡이

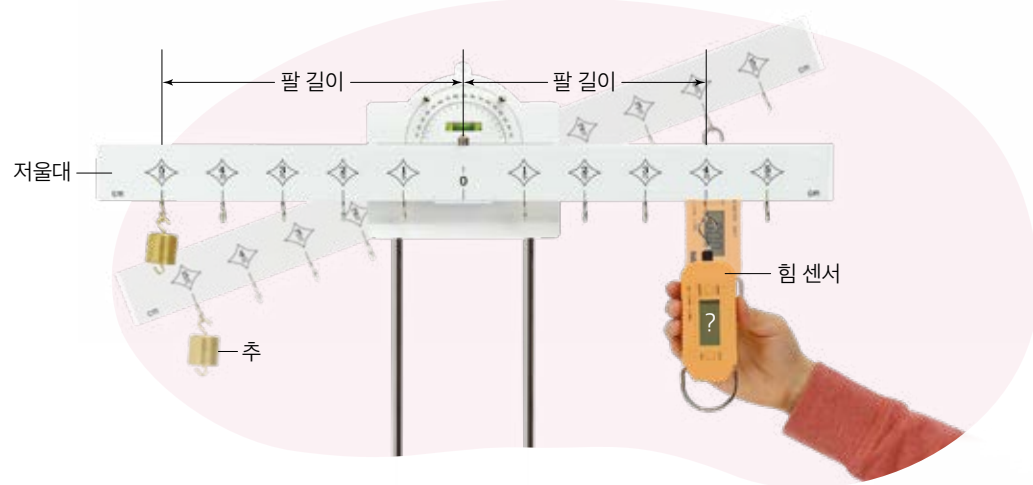
힘 센서의 무게가 실험 결과에 영향을 미치지 않도록 힘 센서의 가운데 부분을 잡고 당긴다.

디지털  
해보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

### 물체가 회전하지 않을 때 돌림힘들의 관계 알아보기

- 저울대의 수평을 맞춘 뒤, 저울대가 반시계방향으로 기울도록 한 지점에 추를 매단다.
- 저울대의 추를 매단 반대쪽 한 지점에 힘 센서를 걸어 저울대가 시계방향으로 회전하도록 서서히 당긴다. 저울대가 수평일 때 힘 센서가 나타내는 값을 아래 표에 기록한다.
- 추와 힘 센서를 각각 다른 지점에 걸고 실험을 반복한다.



- 2, 3에서 저울대에 반시계방향, 시계방향으로 작용하는 돌림힘의 크기를 각각 구해 보자.

| 반시계방향  |      |         | 시계방향    |      |         |
|--------|------|---------|---------|------|---------|
| 추의 무게  | 팔 길이 | 돌림힘의 크기 | 힘 센서의 값 | 팔 길이 | 돌림힘의 크기 |
| 0.98 N |      |         |         |      |         |
|        |      |         |         |      |         |
|        |      |         |         |      |         |

- 저울대가 수평을 유지할 때 저울대에 작용하는 돌림힘들은 어떤 관계인지 토의해 보자.



한 물체에 여러 돌림힘이 동시에 작용할 때 이 돌림힘들과 같은 효과를 내는 하나의 돌림힘을 **알짜 돌림힘**이라고 한다. 물체에 작용하는 알짜 돌림힘이 0이면 물체의 회전 운동 상태는 변하지 않는다. 이러한 상태를 **돌림힘의 평형**이라고 한다.

## 물체의 평형 조건

그림 I-5의 (가)에서 막대는 수평을 유지하지만, (나)에서는 한쪽으로 기울다. 이러한 상황은 무게 중심을 이용하면 편리하게 분석할 수 있다. **무게 중심**이란 물체를 이루는 모든 입자의 전체 무게가 한 점에 있는 것으로 볼 수 있는 가상의 점이다.

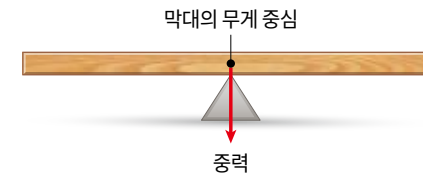


그림 I-5 (가) 수평을 유지하는 막대 막대의 무게 중심이 회전축 위에 있어서 팔 길이가 0이므로 알짜 돌림힘이 0이다.

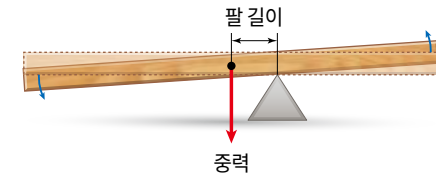


그림 I-5 (나) 기울어지는 막대 막대의 무게 중심과 회전축 사이의 거리가 0이 아니므로 막대에 반시계방향의 돌림힘이 작용한다.

밀도와 모양이 균일한 물체의 무게 중심

밀도가 균일하면서 직육면체나 원기둥처럼 모양이 균일한 물체는 무게 중심이 기하학적 중심에 있다.

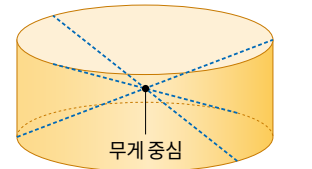
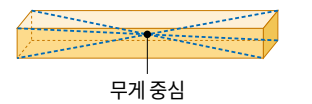
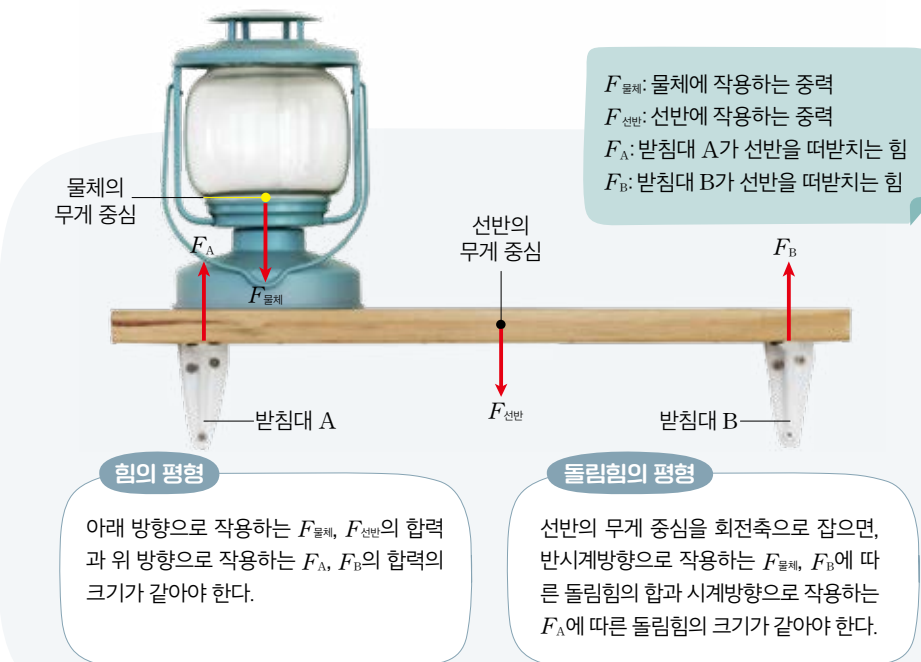


그림 I-6과 같이 물체를 올려 둔 선반은 이동하지도, 회전하지도 않고 정지해 있는 **평형 상태**를 유지한다. 이러한 평형 상태를 유지하려면 힘의 평형과 돌림힘의 평형을 동시에 만족해야 한다.



평형 상태일 때 회전축

평형 상태일 때는 물체의 회전 운동 상태가 변하지 않으므로, 물체의 어느 지점을 회전축으로 잡더라도 모든 돌림힘의 합이 0이다.

그림 I-6 물체가 놓인 선반의 평형 상태

스스로 확인

- 물체를 이루는 모든 입자의 전체 무게가 한 점에 있는 것으로 볼 수 있는 가상의 점을 무게 중심이라고 한다. (○, ×)
- 물체가 평형 상태이기 위해서는 ( )와/과 ( )을/를 모두 만족해야 한다.

## 구조물의 안정성

그림 I-7과 같이 구조물이 기울어 무게 중심이 바닥면의 끝부분에 그은 수직선을 벗어나면 중력에 따른 돌림힘 때문에 넘어진다. 따라서 구조물의 규모가 비슷하면 그림 I-8과 같이 바닥이 넓고 무게 중심이 낮을수록 많이 기울어져야 넘어진다. 즉, 구조물은 바닥이 넓고 무게 중심이 낮을수록 안정적이다.

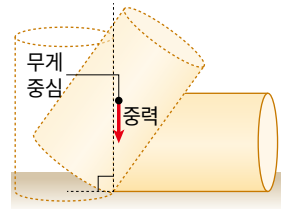


그림 I-7 넘어지는 구조물

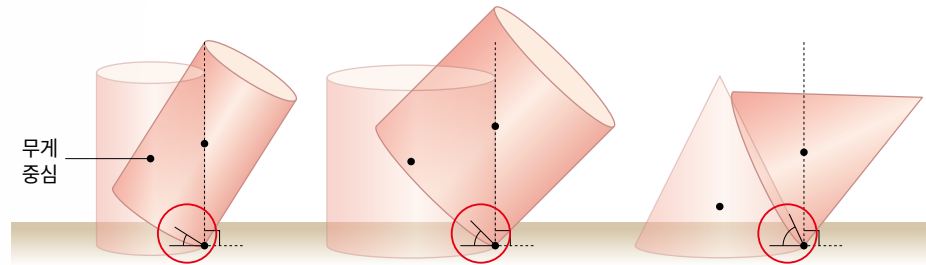


그림 I-8 구조물의 안정성 넘어뜨리기 위해 기울여야 하는 각도가 클수록 안정적이다.

따라서 그림 I-9와 같이 구조물의 안정성을 높이기 위해 바닥을 넓게 하거나 무게 중심을 낮춘다. 이렇게 함으로써 구조물이 평형 상태를 잘 유지하게 한다.

### 초고층 건물

안정성을 높이기 위해 바닥으로 갈수록 넓어지는 구조로 짓는다.

### 입간판

안정성을 높이기 위해 바닥을 무겁게 만들어 무게 중심을 낮춘다.

### 사다리차

사다리를 길게 퍼면 팔 길이가 길어져 돌림힘이 커진다. 이때 안정성을 높이기 위해 지지대를 펼쳐 세워 바닥이 넓어지는 효과를 낸다.

그림 I-9 구조물의 안정성을 높인 예



이 밖에 우리 주변에서 구조물의 안정성을 높이는 예에는 어떤 것이 있을까? 다음 활동을 하면서 사례를 조사하고 분석해 보자.

## 디지털 해보기

탐구 능력 | 의사 결정 능력

### 우리 주변 구조물의 안정성 분석하기

1. 모듈별로 토의하여 주변 구조물 중 하나를 고르고, 그 구조물의 사진을 찍거나 인터넷에서 검색한다.
2. 구조물이 어떤 원리로 평형 상태를 안정적으로 유지하는지 설명하는 자료를 만든다.

준비물  
스마트 기기



- 공유 만든 자료를 공유 플랫폼에 공유하고, 다른 모듈에서 공유한 사례를 살펴보자.

### 스스로 확인

- 1 구조물이 기울어 무게 중심이 바닥면의 끝부분에 그은 수직선을 벗어나면 구조물은 넘어지지 않는다. (○, ×)
- 2 구조물 바닥의 면적이 (좁을, 넓을)수록, 무게 중심이 (낮을, 높을)수록 안정적인 구조물이다.

### 스스로 정리

공유 심미적 가치가 높으면서 평형 상태를 잘 유지하는 안정적인 구조물의 사진을 찾고, 이를 공유 플랫폼에 공유해 보자.