

## LECTURE 06

일상에서는 마찰력, 항력, 구심력과 같은 여러 가지 힘들이 존재한다. 이들은 물체의 상태에 따라 그 크기와 방향이 결정된다. 이 단원에서는 여러 가지 예제들을 사용하여 이런 힘들을 이해한다.

## 6 힘과 운동—II

## 6.1 마찰

## 6.2 항력과 종단속력

## 6.3 등속 원운동

## 6.1 마찰

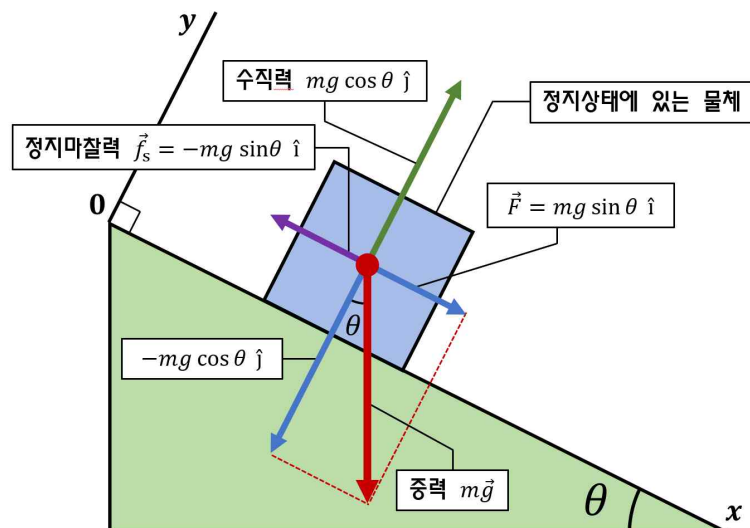
## 학습목표

- ☞ 정지상태와 운동상태에서의 마찰을 구별하여 이해한다.

## 정지마찰력

- 물체가 어떤 표면 위에 정지해 있을 때 물체에 작용하는 마찰력을 **정지마찰력**  $\vec{f}_s$ 이라 한다.
- 표면에 수평인 방향으로 힘  $\vec{F}$ 이 가해지더라도 물체가 정지해 있으면 정지마찰력의 크기는 그 힘의 크기와 같다.

$$\vec{f}_s = -\vec{F}$$



## 운동마찰력

- 물체가 어떤 표면 위에서 정지해 있지 않을 때 물체의 운동을 방해하는 마찰력  $\vec{f}_k$ 을 **운동마찰력**이라 한다.

- 일반적으로 운동 중에 작용하는 운동마찰력의 크기는 정지상태에 작용하는 최대 정지마찰력의 크기보다 작다.
- 일단 물체가 움직인 이후에는 물체를 일정한 속력으로 움직이는데 필요한 힘이 줄어든다.

### 마찰계수

- 정지마찰력의 최대 크기  $f_{s,\max}$ 는 물체에 작용하는 수직력의 크기  $F_N$ 에 비례한다.

$$f_{s,\max} = \mu_s F_N$$

- $\mu_s$ 을 **정지마찰계수**라 한다.
- 표면에 평행한 힘의 크기가  $f_{s,\max}$ 를 넘어설 때 물체는 표면을 따라 미끄러지기 시작한다.
- 일단 물체가 움직이기 시작하면 마찰력의 크기는 바로 감소한다.
- 운동마찰력의 크기  $f_k$ 는 물체에 작용하는 수직력의 크기  $F_N$ 에 비례한다.

$$f_k = \mu_k F_N$$

- $\mu_k$ 을 **운동마찰계수**라 한다.

## 6.2 항력과 종단속력

### 학습목표

- ☞ 공기 중에 움직이거나 떨어지는 물체에 어떠한 힘이 작용하는지를 알아본다.

### 항력

- 흐를 수 있는 물질인 **유체** 내에 물체가 운동할 때 유체가 흐르는 방향으로 물체에 작용하는 저항력을 **항력**  $\vec{D}$ 이라 한다.
- 유체에 대한 물체의 상대속력이  $v$ 일 때 항력  $\vec{D}$ 의 크기  $D$ 는  $v$ 의 제곱에 비례한다.

$$D = \frac{1}{2} C \rho A v^2$$

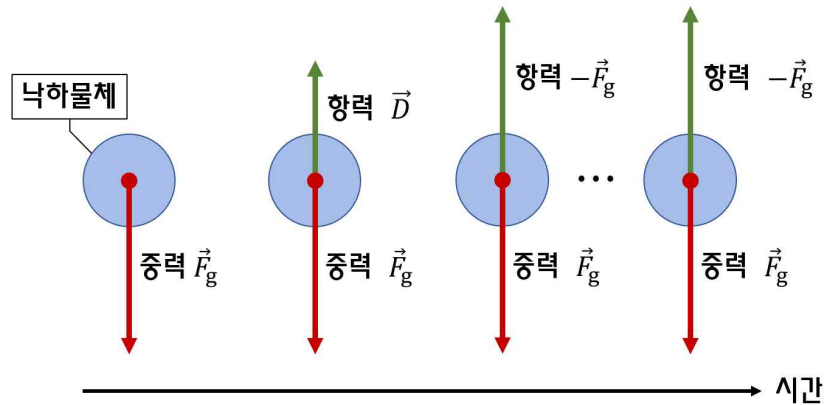
- $C$ 는 **항력계수**라고 하며 실험으로 결정된다.
- $\rho$ 는 유체의 밀도이다.
- $A$ 는 물체의 **유효단면적**(상대속도  $\vec{v}$ 에 수직한 단면적)이다.

### 종단속력

- 질량이  $m$ 인 물체가 정지상태에서 낙하할 때 항력  $\vec{D}$ 의 크기  $D$ 는 물체의 속력  $v$ 이 증가함에 따라 0부터 증가한다.

- 이때 물체의 일정한 속력을 **종단속력**  $v_t$ 이라 한다.

$$\frac{1}{2} C \rho A v_t^2 = D = F_g \Rightarrow \therefore v_t = \sqrt{\frac{2mg}{C \rho A}}$$



- 항력  $\vec{D}$ 의 방향은 중력  $\vec{F}_g$ 과 반대 방향으로 작용한다.

$$(D - F_g) \hat{j} = \vec{D} + \vec{F}_g = m\vec{a} = -ma \hat{j}$$

- 물체가 충분히 긴 거리를 낙하한다면 항력의 크기  $D$ 와 중력의 크기  $F_g$ 가 같아져  $y$ 축의 힘은 평형을 이룬다.
- 즉, 물체는 등속운동( $a = 0$ )을 한다.

### 6.3 등속 원운동

#### 학습목표

- ☞ 등속 원운동을 하는 물체에 어떤 힘이 작용하는지를 알아본다.

#### 구심력

- 물체가 반지름이  $R$ 인 원을 따라 일정한 속력  $v$ 로 운동할 때 물체의 가속도는 원의 중심 방향을 향하고 그 크기  $a$ 는 다음과 같다.

$$a = \frac{v^2}{R}$$

- 이때 물체에 작용하는 힘을 **구심력**이라 한다.
- 구심력의 방향은 원의 중심을 향한다.
- 물체의 질량이  $m$ 일 때 구심력의 크기  $F$ 는 다음과 같다.

$$F = \frac{mv^2}{R}$$

