

## 1. 목 적

힘의 합성대를 이용하여 몇 개의 힘이 평형이 되는 조건을 연구하고 이를 도식법과 해석법으로 비교 분석한다.

## 2. 원 리

물체의 평형상태라 함은 물체가 원래의 상태를 변함없이 계속 유지하고 있는 것을 의미하며, 정지상태, 등속직선 운동상태, 등속회전 운동상태 등의 모든 경우를 뜻한다.

따라서, 여러 힘을 받고 있는 물체가 평형상태에 있으려면 다음과 같은 두 가지 조건이 필요하다.

(1) 제 1 평형조건: 선형적인 평형상태, 즉 정지 또는 등속직선 운동상태를 유지하기 위해서는 모든 외력의 합이 0이 되어야 한다. 이를 수식으로 나타내면

$$\sum F = 0 \quad (1)$$

이 된다.

(2) 제 2 평형조건: 회전적인 평형상태, 즉 정지 또는 등속회전 운동상태를 유지하기 위해서는 임의의 축에 관한 모든 힘의 모멘트, 즉 토크의 합이 0이 되어야 한다. 이를 수식으로 나타내면

$$\sum \tau = 0 \quad (2)$$

이 된다.

이 실험에서는 질점의 평형상태를 다루므로, 제 1 평형조건만 만족하면 된다. 그리고 문제를 간단히 하기 위해서 모든 힘이 한 평면상에서 작용하도록 하였다. 한편, 벡터 합을 구하는 데는 도식법(또는, 작도법)과 해석법이 있다.

## (1) 도식법에 의한 벡터 합성

그림 1과 같은  $OA$ 와  $OB$ 의 합을 구해보자. 이들의 벡터합 또는 합력  $R$ 은 그림 2

와 같이 두 벡터를 한 쌍의 변으로 하는 평행사변형을 그려서 두 벡터가 만나는 점으로부터 평행사변형의 대각선을 그림으로써 구한다. 이 대각선 벡터  $R$ 은 두 벡터의 합으로서 합력의 크기와 방향을 나타낸다.

두 개 이상의 벡터들의 합력을 구할 때는 다각형법을 이용하는데, 이것을 그림 3에서 보여주고 있다. 처음에 벡터  $A$ 의 화살표 끝에서 벡터  $B$ 를 그린다. 그리고  $B$ 의 화살표 끝에서 다시 벡터  $C$ 를 그렸을 때 벡터  $A$ 의 시작점으로부터 벡터  $B$ 의 끝을 연결한 벡터  $R'$ 는 벡터  $A$ 와  $B$ 의 합 벡터가 되고  $A$  벡터의 시작점으로부터 벡터  $C$ 의 끝을 연결한 벡터  $R'$ 는 벡터  $A, B, C$ 의 합이 된다. 같은 방법으로 여러 개의 합을 구할 수 있다.

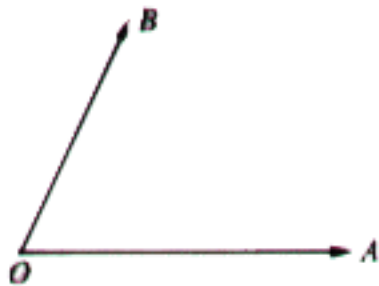


그림 1

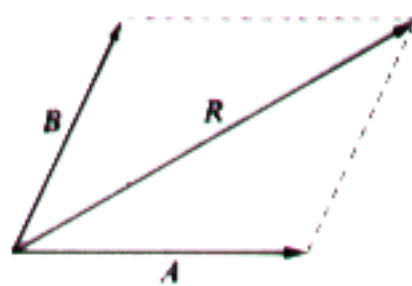


그림 2

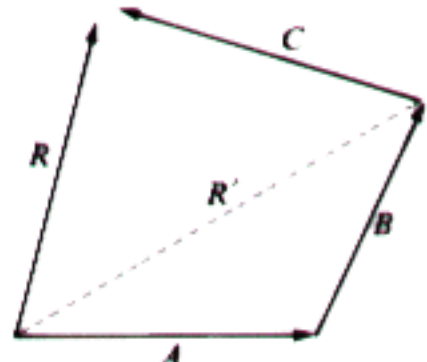


그림 3

### (2) 해석법에 의한 합성방법

두 벡터의 합은 sine와 cosine의 삼각법칙을 이용하여 해석적으로 구할 수 있다. 그림 4와 같은 두 벡터  $A, B$ 를 생각하자. 이 그림에서 합력  $R$ 의 크기는 다음과 같은 식으로 구해진다.

$$|R| = \sqrt{|A|^2 + |B|^2 + 2|A||B|\cos\theta}$$

이때, 각  $\psi$ 는

$$\tan \psi = \frac{|B| \sin \theta}{|A| + |B| \cos \theta}$$

가 된다.

힘  $A, B$ 와 또 하나의 힘  $C$ 가 평형을 이루기 위해서는 힘  $A, B$ 의 합력  $R$ 과 크기가 같고 방향이 반대인 힘  $C$ 를 작용시키면 된다.

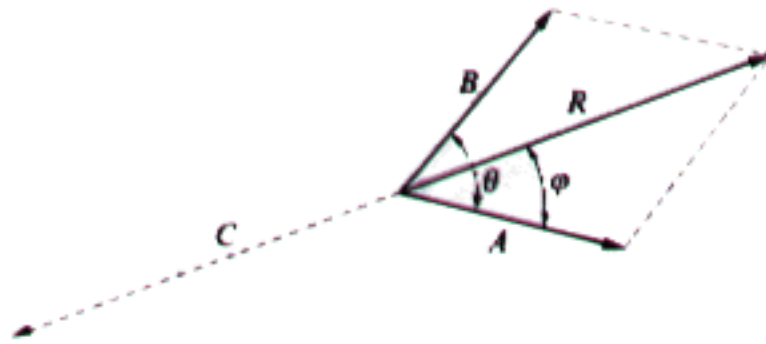


그림 4

### 3. 기구 및 장치

- (1) 힘의 합성대
- (2) 추
- (3) 수준기
- (4) 그래프 용지

### 4. 실험 방법

#### 세 힘의 평형

- (1) 합성대의 수평확인: 수준기를 사용해서 합성대가 수평이 되도록 조절나사 S를 사용해서 맞춘다.
- (2) 먼저 임의의 질량을 추걸이 A에 올려놓고 나머지 추걸이 B, C에 적당한 추를 달고 각도를 조절하여 평형상태가 되도록 맞춘다.
- (3) 평형이 이루어졌으면 이를 확인하기 위해서 중앙의 가락지를 흔들어도 다시 중앙에 정지되는지 확인하고, 추 ABC의 질량  $m_A, m_B, m_C$ 와 각각의 각도  $\theta_A, \theta_B, \theta_C$ 를 기록한다.
- (4) 같은 실험을 추의 질량을 바꾸어 가며 5회 실시한다.
- (5) 이상의 결과를 작도법과 해석법으로 구하여 실측치와 비교한다.

