

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

2. 힘의 평형



일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

실험 목표

힘의 합성대를 이용하여 몇 개의 힘이 평형이 되는 조건을 연구하고, 이를 도식법과 해석법으로 비교 분석한다. 일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

기본 이론

물체의 평형상태라 함은 물체가 원래의 상태를 변함없이 계속 유지하고 있는 것을 의미 하며, 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 1평형 조건 : 선형적인 평형상태, 즉 정지 또는 등속직선 운동상태를 유지하기 위해서는 모든 외력의 합이 0이 되어야 한다. 이를 수식으로 나타내면

$$\vec{\Sigma F} = 0 \quad (1) \text{ 이 된다.}$$

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

$$\vec{\Sigma \tau} = 0 \quad (2) \text{ 이 된다.}$$

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

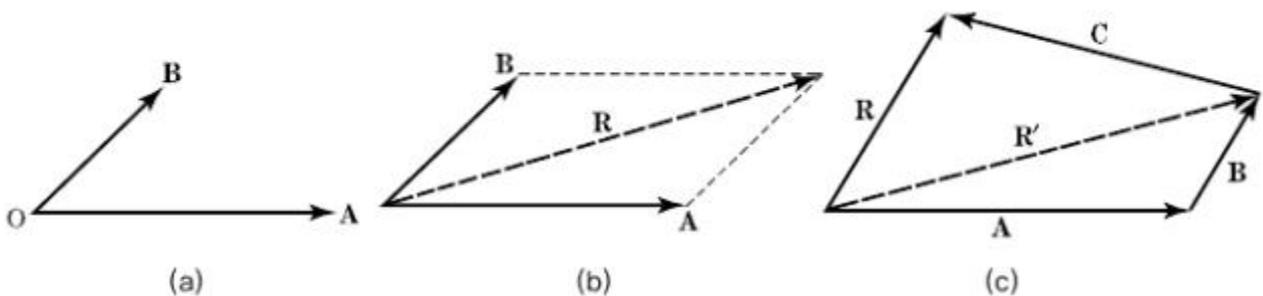


그림 1 벡터 합

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

1) 도식법에 의한 벡터 합성

그림 1(a)와 같은 \vec{OA} 와 \vec{OB} 의 합을 구해보자. 이들의 벡터합 또는 합력 \vec{R} 은 b와 같이 두 벡터를 한 쌍의 변으로 하는 평행 사변형을 그려서 두 벡터가 만나는 점으로부터 평행 사변형의 대각선을 그림으로써 구한다. 이 대각선 벡터 \vec{R} 은 두 벡터의 합으로서 합력의 크기와 방향을 나타낸다.

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

두 개 이상의 벡터들의 합력을 구할 때는 다각형법을 이용하는데, 이것을 그림 1(c) 에서 보여주고 있다. 처음에 벡터 \vec{C} 를 그렸을 때 벡터 \vec{A} 의 시작점으로부터 벡터 \vec{B} 의 끝을 연결한 벡터 \vec{R} 는 벡터 \vec{A} 와 \vec{B} 의 합 벡터가 되고 \vec{A} 벡터의 시작점으로부터 벡터 \vec{C} 의 끝을 연결한 벡터 \vec{R} 는 벡터 $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$ 의 합이 된다. 같은 방법으로 여러 개의 합을 구할 수 있다.

2) 해석법에 의한 벡터 합성

두 벡터의 합은 sine과 cosine의 삼각함수를 이용하여 해석적으로 구할 수 있다. 그림 2와 같은 두 벡터 \vec{A}, \vec{B} 를 생각하자. 이 그림에서 합력 \vec{R} 의 크기는 다음과 같은 식으로 구해진다.

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

이 때, 각 ϕ 는

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

가 된다.

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

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

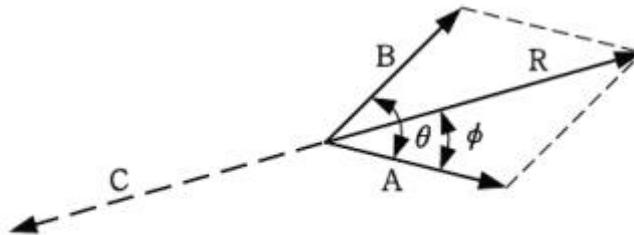


그림 2

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

실험 방법

- 1) 수준기를 사용해서 합성대가 수평이 되도록 조절나사를 사용해서 수평을 맞춘다.
 일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지
- 2) 먼저 임의의 질량을 추걸이 1에 올려놓고 나머지 추걸이 2, 3에 적당한 질량의 추를 달고 각도를 조절하여 평형상태(고정 핀이 포스 링의 중심에 놓이게 된 상태)가 되도록 한다.
- 3) 평형이 이루어졌으면 이를 확인하기 위해서 중앙의 포스 링을 흔들어도 다시 중앙에 정지되는지 확인하고, 그때의 추걸이 1, 2, 3에 놓인 질량 m_1, m_2, m_3 와 각각의 각도 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ 를 기록한다.

※ 작도법

1. $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ 의 크기(추걸이의 질량을 포함해 매달린 추의 질량값 m_1, m_2, m_3 로 계산)를 기록하고 그래프 용지(모눈종이)에 화살표의 길이를 세 힘 중 두 힘인 \vec{F}_1, \vec{F}_2 의 크기에 비례하여 그리고 \vec{F}_1 과 \vec{F}_2 의 사잇각을 실제 측정치와 같게 그린다.
2. \vec{F}_1 과 \vec{F}_2 의 합력을 평행사변형법을 이용하여 작도하여 구한다.
3. 평행사변형법을 이용하여 구한 \vec{F}_1 과 \vec{F}_2 의 합력과 실제 측정값인 \vec{F}_3 의 길이와 사잇각들을 비교하여 정확히 평형을 이루는지 확인하여 본다.

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지