

물리 1 및 실험 보고서

[결과보고서]

힘의 평형 실험

소속	학번	이름	실험 조
AI 융합학부	20243265	김수현	6
실험날짜	2024.03.21. 목요일	제출날짜	2024.03.28. 목요일
담당교수	이동재	담당조교	-

1. 실험제목

힘의 평형 실험

2. 실험목적

힘의 합성대를 이용하여 물체에 동시에 작용하는 힘들의 합성을 이해하고 그 물체가 평형 상태에 있는 조건을 탐구하고 분석한다.

3. 실험이론

물체가 평형상태에 있다는 것은 그 물체가 현재 운동상태를 유지하고 있다는 것을 의미한다. 물체가 힘의 평형 상태에 있을 때, 병진운동 상태일 경우 물체는 정지 또는 등속 직선 운동상태이고, 회전운동 상태일 경우 물체는 일정한 각속도로 회전하고 있는 상태이다. 동시에 여러 힘을 받고있는 물체가 평형 상태이기 위해서는 모든 외력의 합이 0인 동시에, 모든 토크의 합이 0이어야 한다. 이번 실험에서는 회전운동 상태가 아닌 병진운동 상태에서의 평형을 실험하기 때문에, 모든 외력의 합이 0임을 검사한다.

힘은 대표적인 벡터량이므로 모든 외력의 합을 구하기 위해서는 벡터의 합성을 이용해야 한다. 벡터는 크기와 방향을 갖고 있어 이를 표현할 때는 화살표의 길이와 방향으로 나타낸다. 두 벡터를 합성하는 방법으로는 대표적으로 두 가지가 있는데, 작도법과 해석법이다. 먼저 작도법은 두 벡터의 시작점을 이동시켜 일치시키고, 두 벡터를 한 쌍의 변으로 하는 평행사변형을 그린 후, 평행사변형의 대각선을 그어서 구하는 방법이다. 해석법은 두 벡터의 크기와 벡터 사이의 각도를 알 때 삼각함수를 활용하여 합성 벡터의 크기를 구하는 방법이다. 만약에 벡터가 3개 이상이 되더라도, 먼저 두 개의 벡터를 우선 합성한 후, 합성 벡터와 나머지 벡터를 다시 합성하는 방법으로 모든 벡터의 합을 구할 수 있다.

이번 실험에서 이용한 힘의 합성대는 서로 다른 방향으로 향해있는 도르래에 한쪽 끝이 실험도구 가운데 가락지에 묶여있는 실을 걸고, 실에 추걸이를 묶은 후 추걸이를 통해 추를 걸면서 한 지점에 여러 크기의 힘을 여러 방향에서 작용시킨다. 이때, 중앙의 실에 묶인 가락지를 이용하여 힘의 평형상태인지 확인할 수 있다.

4. 관찰 및 결과

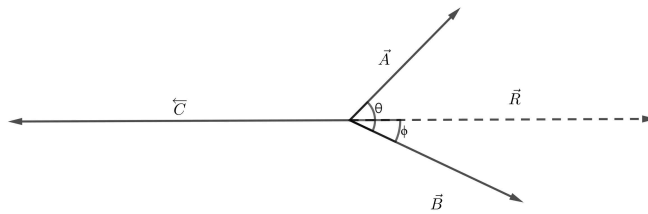
1) 추와 추걸이를 합한 질량과 각도 측정

<표 1> 질량과 각도의 측정값

실험	m_A	m_B	m_C	θ_A	θ_B	θ_C
1	0.055kg	0.055kg	0.055kg	120°	120°	120°
2	0.055kg	0.055kg	0.082kg	137°	137°	86°
3	0.179kg	0.089kg	0.155kg	90°	150°	120°
4	0.160kg	0.120kg	0.060kg	60°	140°	160°

5. 분석 및 토의

1) 아래 <그림 1>을 참고하여 세 힘의 크기와 사이 각도의 계산



<그림 1> 힘의 평형도

<표 2> 힘의 크기 및 사이 각의 실험치

실험	$ \vec{A} $	$ \vec{B} $	$ \vec{C} $	$\theta_{\text{실험}}$	$\Phi_{\text{실험}}$
1	0.59N	0.59N	0.59N	120°	60°
2	0.59N	0.59N	0.80N	86°	43°
3	1.76N	0.87N	1.52N	120°	90°
4	1.57N	1.18N	0.59N	60°	120°

2) 실험 결과와 해석법을 통한 계산의 비교

<표 3> 실험과 해석법 계산의 비교

실험	$ \vec{R} $	$ \vec{C} $	크기 오차율	$\Phi_{\text{이론}}$	$\Phi_{\text{실험}}$	방향 오차율
1	0.59	0.59	0.00%	60.00°	60°	0.00%
2	0.87	0.80	7.35%	43.00°	43°	0.00%
3	1.52	1.52	0.01%	90.18°	90°	0.21%
4	0.61	0.59	4.12%	119.01°	120°	0.82%

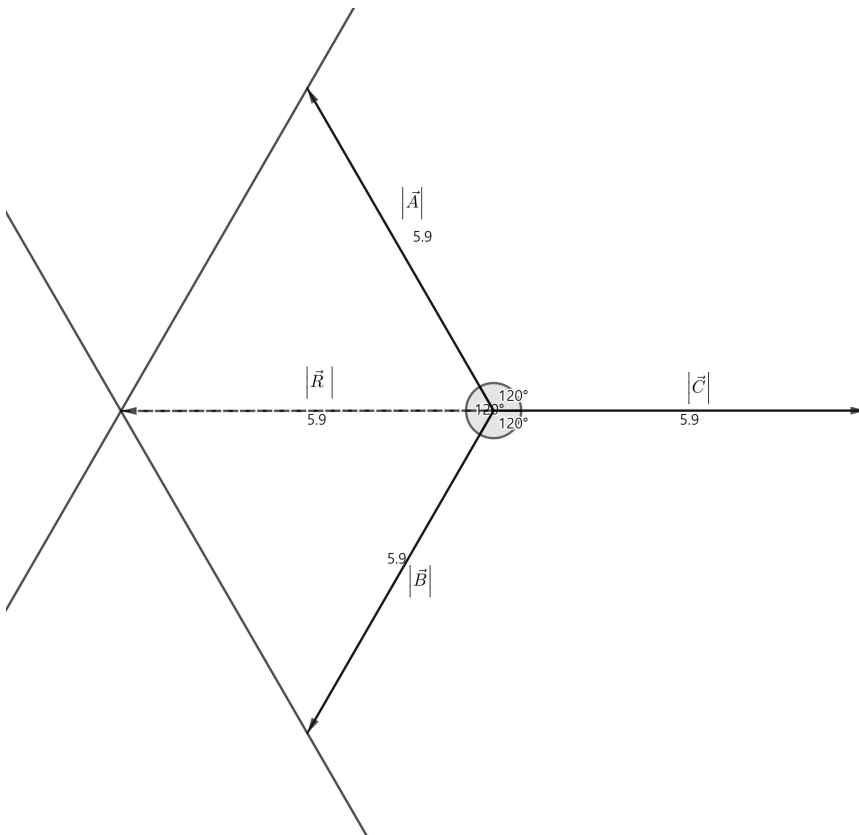
(계산은 기존 숫자를 그대로 이용하였지만 모든 계산 후에 소수점 특정 자리에서 반올림하였기 때문에 힘이나 각의 크기와 오차율 사이의 관계가 부정확해 보일 수 있다.)

실험 2와 4에서 크기 오차율이 꽤 크게 나타났다. 이에 대한 원인으로 추측되는 것이 세 가지 정도 있는데, 첫 번째는 힘의 합성대의 도르래 높이를 균일하게 맞추지 못한 것이다. 실험을 진행하는 과정에서 평평한 물건을 활용하여 최대한 높이를 맞추려고 하였으나, 지상에 고정된 평평한 책상과 같은 물건을 이용한 것은 아니기 때문에 완벽히 수평을 맞추지 못한 것이 원인이 되었을 수 있다. 또한 추를 추가하고 제거하는 과정에서 도르래가 힘을 받아 높이가 달라졌을 가능성도 있다. 두 번째는 가락지를 흔들어서 확인하는 과정을 매번 정확히 수행하지 못한 것이다. 무게추를 수시로 바꾸고 확인하는 과정에서 가락지를 흔들어 정지할 때까지 매번 기다리지 못하고 작은 진동이 남아있을 때 실험 결과를 확인하여 오차가 발생한다거나, 흔드는 과정에서 너무 힘이 많이 들어가 힘의 합성대의 각 추걸이에 영향을 끼쳤을 수 있다. 마지막으로 추나 추걸이가 마찰로 마모되었을 수 있다. 여러 사람이 이용하는 실험도구이고, 매우 작은 단위를 다루는 실험이기 때문에 마찰로 인해 무게가 감소하여 실험 결과에 영향을 주었을 수 있다.

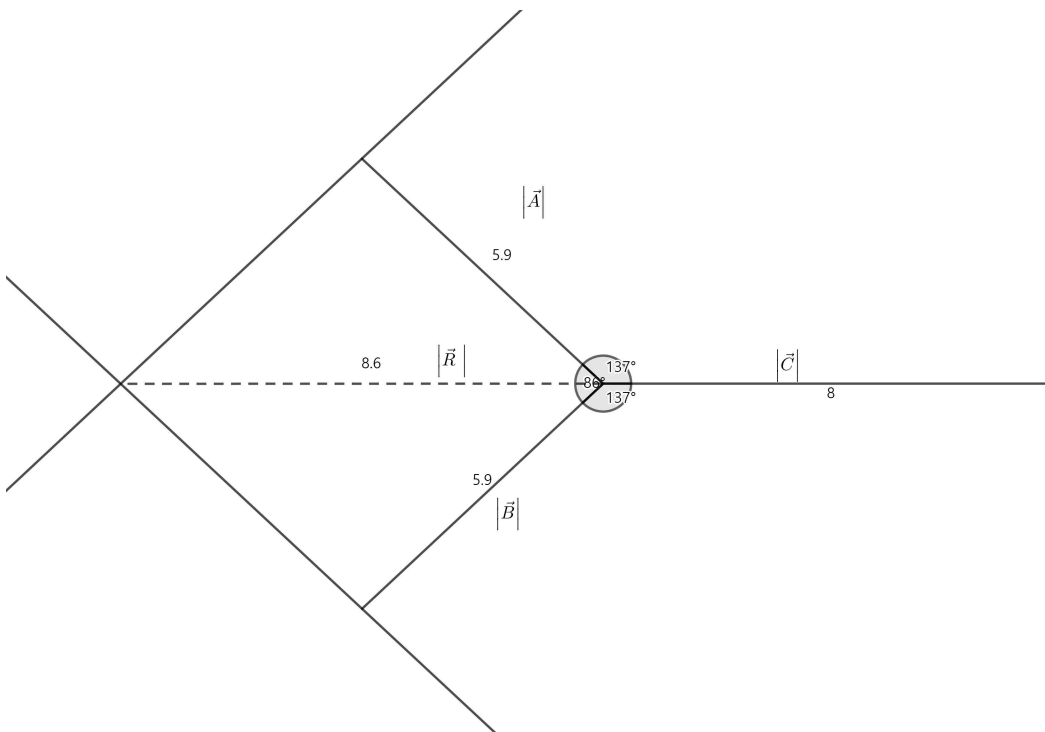
[질문 1] 작도법을 써서 실험 결과를 분석하라.

GeoGebra 웹사이트를 이용하여 작도법을 사용하였다. (기존 값에 10을 곱하여 작도하였다.)

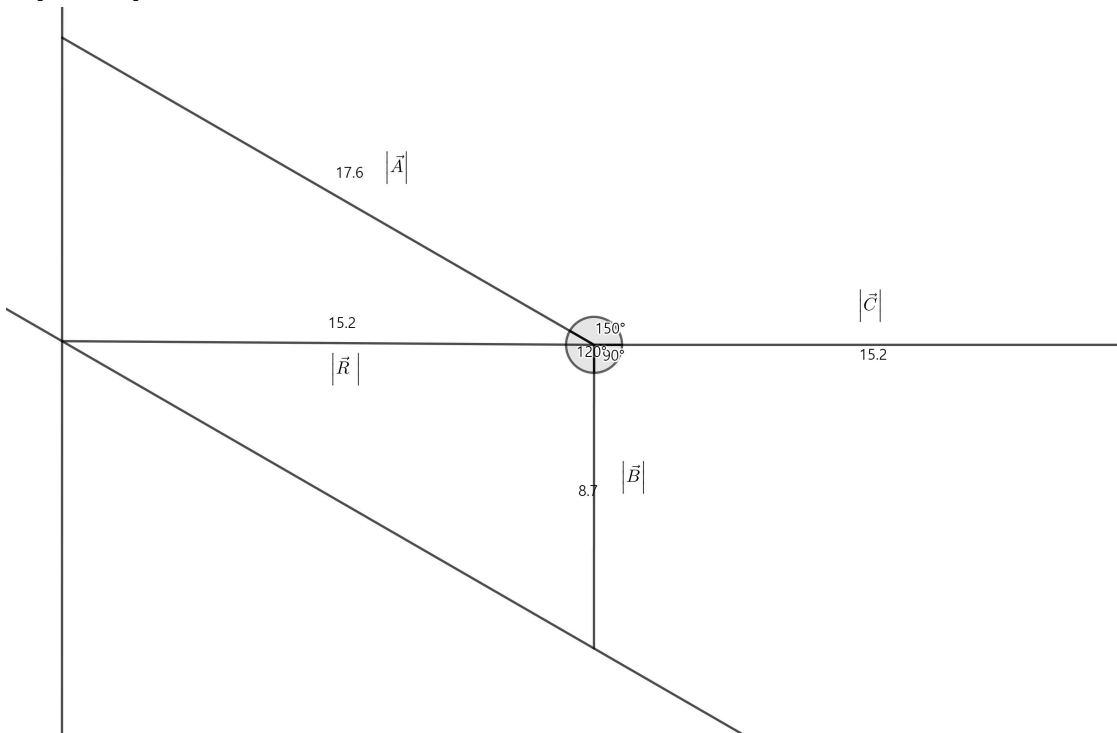
[실험 1]



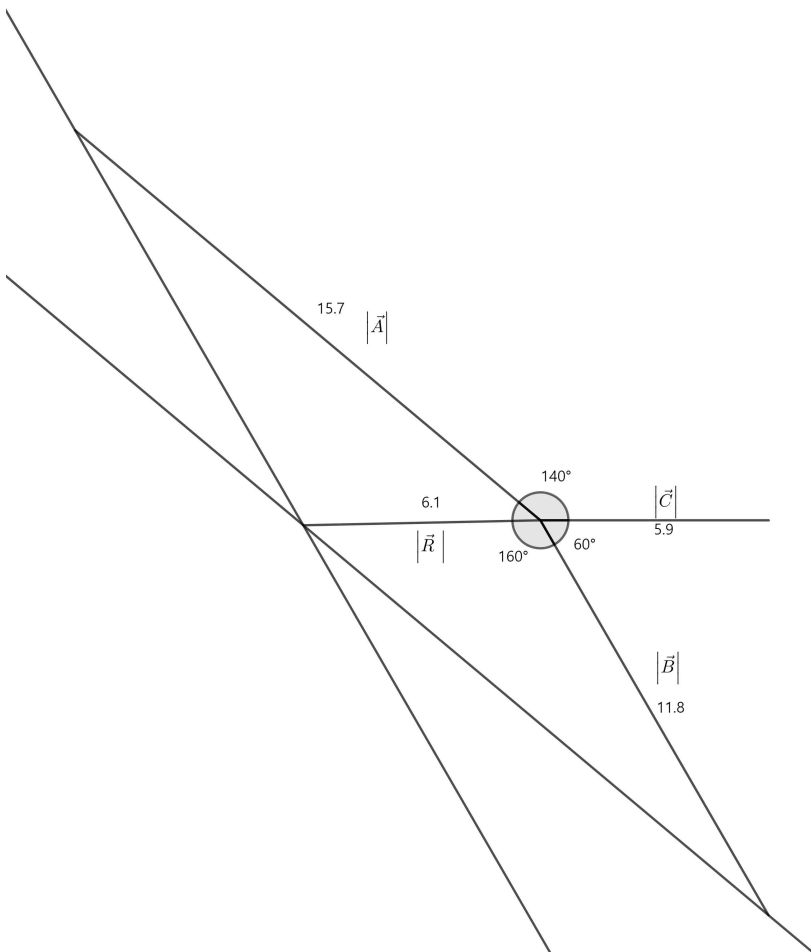
[실험 2]



[실험 3]



[실험 4]



작도법을 이용하여 확인해보니 해석법과 마찬가지로 실험의 오차를 확인할 수 있었고, 벡터의 합성을 한눈에 알아볼 수 있었다.

6. 결론

힘의 평형 실험을 통해 두 개 이상의 힘의 합성 방법을 익히고, 한 물체에 동시에 작용하는 힘의 합성에 대해 이해하였다. 또한 힘 벡터들의 방향이 180도 이내에 몰려있거나, 두 힘 벡터의 크기를 더해도 나머지 한 힘 벡터의 크기보다 작다면 한 물체가 평형 상태를 이룰 수 없는 등, 힘의 평형을 이루기 위한 필수 조건들에 대해서도 알게 되었다. 이번 실험을 진행하면서 특정 실험에서 오차율이 꽤나 크게 발생하였는데, 오차율 발생의 원인을 파악하고 실험 방법을 개선한다면 더 정확한 실험을 진행할 수 있을 것이다.

7. 참고문헌

김창배 외 8명, (2022), 대학물리학실험, 북스힐.

Raymond A. Serway 외 1명, (2017), 이재희 외 1명 편역(9판), 북스힐.

Eric LAB, (2010), 힘의 평형과 토크, (<https://ericlab.tistory.com/47>)