

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

진동로봇

진동으로 움직이는 로봇을 만들어 보고 진동이 생기는 원리를 알아봅니다.


실험키트구성

진동로봇 도안, 모터, 전원세트, 커넥터용 전선, 커넥터, 스위치, 엔드캡, 클립, 칼라보드 조각, 이쑤시개, 나사못, 양면 테이프

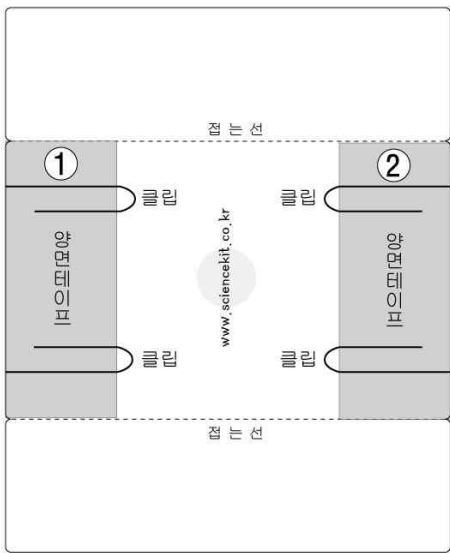
준비물

가위, 꾸미기 도구(색연필, 네임펜 등)

생각해보기

 우웅~ 우웅~, 책상 위의 핸드폰이 진동합니다. 안에 어떤 장치가 들어있어서 떨리는 것일까요?

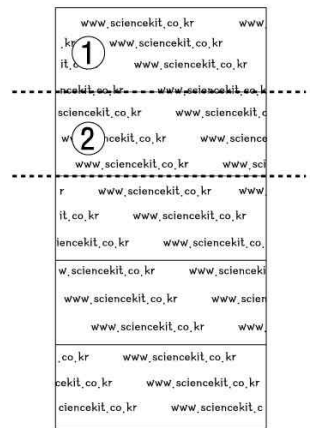
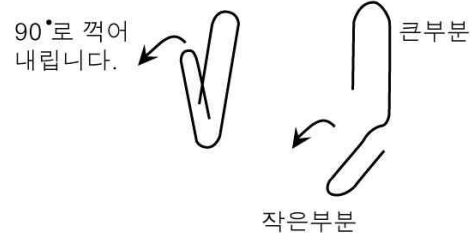
실험방법



진동로봇 몸체

1. 도안의 진동로봇 몸체를 뜯어냅니다.
2. 양면테이프 자리 ①, ②에 양면테이프를 붙입니다.
 ▶ 5cm X 2cm 사이즈의 양면테이프를 두 군데에 붙이세요.

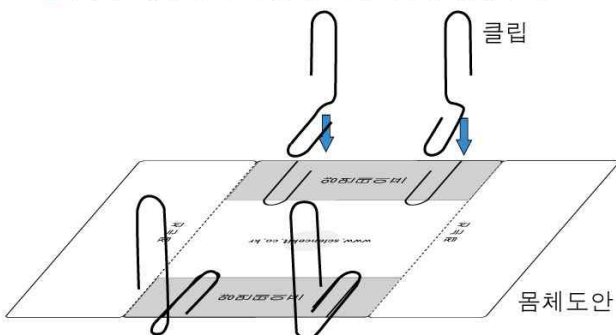
3. 다리로 사용할 클립 4개를 그림과 같이 구부립니다.
 ▶ 클립의 안쪽 철사를 꺾어내려 직각으로 만듭니다.



양면테이프

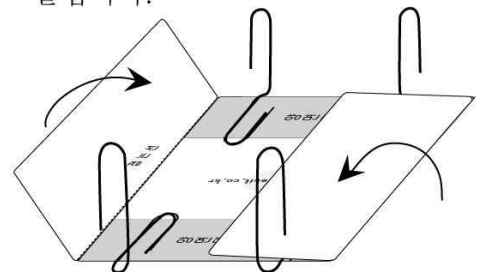
4. 도안의 클립 모양대로 양면 테이프 위에 구부린 클립 네 개를 붙여 놓습니다.

- ▶ 가능하면 도안의 클립모양 대로 붙여야 다리를 꺾은 때 대칭이 됩니다.
- ▶ 구부린 클립의 두 부분 중 작은 부분을 붙입니다.



몸체도안

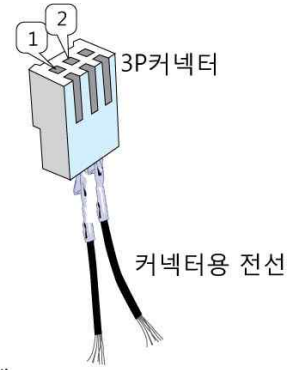
5. 몸체의 양 날개를 접어 꼭꼭 눌러 붙입니다.



[회로의 연결]

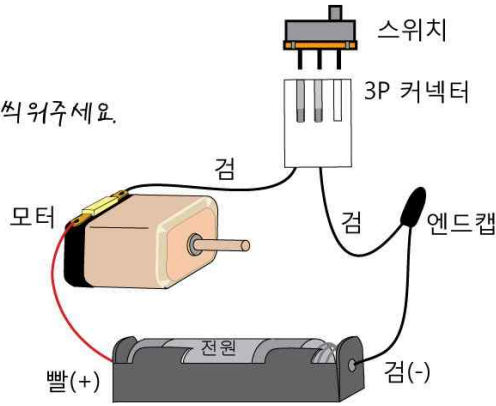
5. 3P커넥터에 커넥터용 전선 2개를 ‘딸깍’ 소리가 날 때까지 꽂습니다.

▶ 커넥터의 구멍은 3개이지만 전선은 첫번째, 두번째 구멍에 꽂습니다.



6. 그림과 같이 회로를 연결합니다.

▶ 전선을 꼬아 연결한 다음 접어서 엔드캡을 씌워주세요.

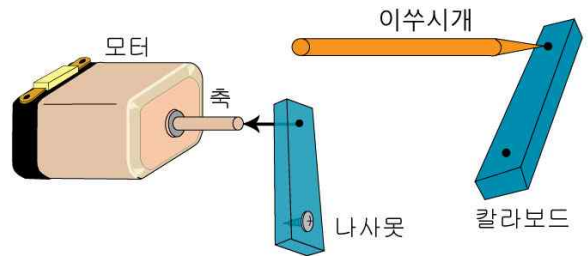


7. 스위치를 눌러보고
모터가 잘 회전하는지 확인합니다.

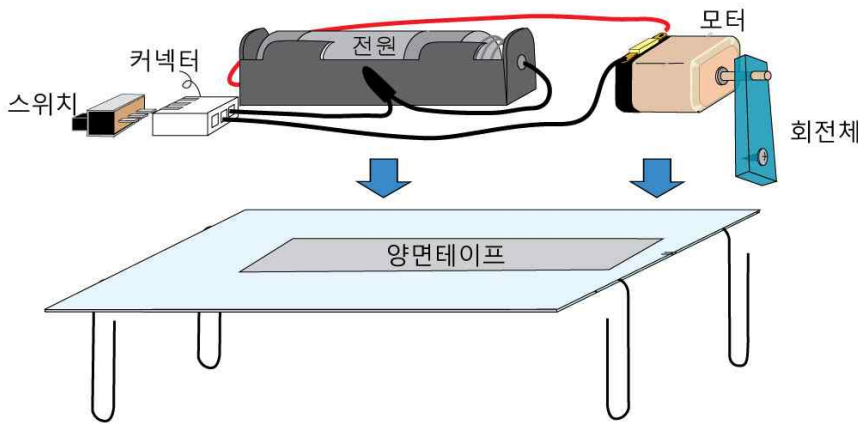
[회전체 만들기]

8. 그림과 같이 칼라보드 조각의 양쪽 끝 0.5cm 지점에 각각 구멍을 뚫습니다.

9. 한쪽 구멍에는 나사못을, 다른 한쪽은 모터의 축에 끼웁니다.



11. 몸체 위에 전지, 모터를 비롯한 회로를 올려 자리를 잡고 양면 테이프로 고정시킵니다.



▶ 회전체가 회전할 때 진동로봇의 몸체에 닿아 방해를 받지 않도록 모터의 위치를 약간 바깥쪽으로 조절하세요.

12. 벌레 장식물 중 마음에 드는 것을 골라 예쁘게 색칠하고
오려내어 진동로봇 위에 양면테이프로 붙입니다.

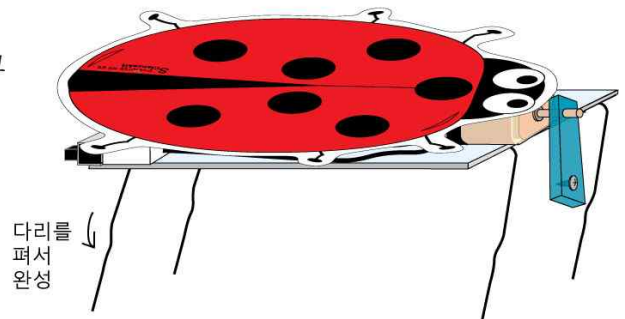
▶ 눈알도 예쁘게 장식하세요.

13. 클립으로 만든 다리를 펴서 방향을 잘 잡아줍니다.

▶ 저학년의 경우 생략해도 좋습니다.

13. 완성된 진동로봇을 작동시켜 봅시다.
스위치를 켜면 어떻게 움직이나요?

▶ 진동로봇의 다리로 쓰인 클립을 일정하게 각도를 주어 방향을 조절할 수도 있습니다.
그림과 같이 클립을 뒤쪽으로 기울이면 어떤 방향으로 나아갈까요?



실험시 주의사항

1. 회전체가 모터에 너무 밀착되면 서로 닿아서 회전하지 않을 수 있습니다.
회전체가 회전할 때 모터의 몸체나 장식물에 닿아 방해받지 않도록 조절하세요.
2. 만약 모터가 회전하지 않거나 전지에서 열이 많이 난다면 전기 회로를 다시 한 번 살펴 확인하세요.

확인학습

1. 내가 만든 진동로봇은 어떻게 움직이나요?

2. 이 실험에서 모터에 회전체를 꽂을 때 중앙에 꽂지 않은 이유는 무엇일까요? 또, 회전체의 끝에 나사못을 고정시킨 이유는 무엇일까요?

3. 회전체의 여러 곳(중앙, 가장 자리 등)에 모터를 연결시키고, 움직임을 관찰하여봅시다.
또한 회전체에 고정한 나사못의 위치를 바꾸어 보고, 움직임을 관찰하여 봅시다.

원리학습

우리 주변에는 **전동기(모터)**를 사용하는 가전제품이 많습니다.

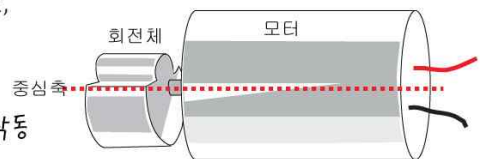
세탁기의 세탁조가 대표적인 예인데, 탈수를 할 때 세탁물이 고르게 깔려있으면 조용히 탈수가 잘 되지만 세탁물이 한 쪽에 몰려 있으면 요란한 소리를 내며 세탁기가 흔들리는 것을 관찰할 수 있습니다.

이렇게 **무게의 불균형으로 인해서 생기는 진동을 이용**하여 움직이게 한 것이 오늘 실험한 진동로봇입니다.

모터에 연결해 끼운 회전체의 무게중심이 한 쪽으로 치우쳐 회전하기 때문에(**편심**), 불규칙하고 강한진동이 발생합니다. 이 진동으로 다른 기어축이나 장치 없이 가느다란 다리만으로도 이동이 가능한 것이지요.

확인학습 3과 같이 회전체의 여러군데 구멍을 내고 모터에 연결시켜 보면, 나사가 회전체의 중심점(모터축) 쪽으로 갈수록 진동이 작아지고, 바깥쪽으로 갈수록 진동이 강하게 발생하는 것을 알 수 있습니다.

진동로봇의 다리를 가고싶은 방향의 반대쪽으로 누여주고 중심을 잘 잡아 작동 시키면 방향 조절도 가능합니다.



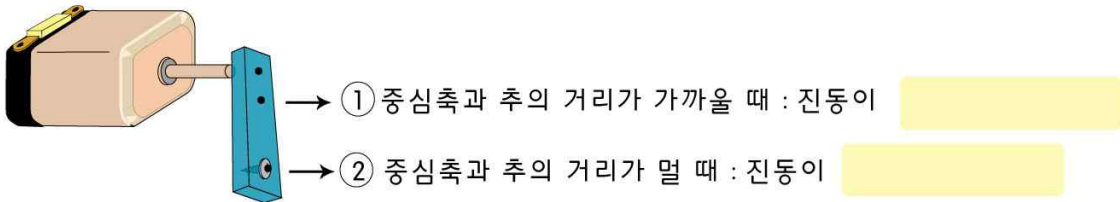
[핸드폰 속의 소형모터와 회전체]

핸드폰 속에는 그림과 같은 소형 모터와 무게가 치우친 회전체가 들어있어 진동을 일으키는데, 그 원리는 오늘 만든 진동로봇과 같습니다. 그 외에도 진동을 이용한 안마기나 세척기도 우리 주변에서 찾아볼 수 있습니다.

느낀점

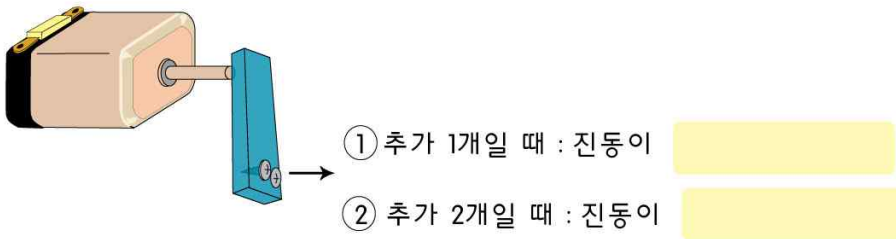
오늘 만들어 본 진동로봇의 진동의 원리는 **한 쪽으로 치우친 무게중심을 갖는 회전체**입니다.
 만약 강한 진동을 만들어내려면 어떤 조건을 달리해야할지 생각하여 자유롭게 써 봅시다.

1. 진동체에 꽂은 **나사와 중심축 간의 거리**를 조작하여 봅시다.
 나사는 무게를 갖는 추의 역할을 합니다. 추가 중심축에서 가까울 때와 멀 때 진동의 크기가 어떤가요?



중심축에서 무게중심이 멀어지면, 진동의 크기가 **증가** , **감소** 합니다.

2. 진동체에 꽂은 **추의 무게**를 조작하여 봅시다.
 나사의 개수를 늘려가며 진동의 크기를 비교해봅시다. 거리는 조작하지 않습니다.(통제변인)



추의 무게가 커지면, 진동의 크기가 **증가** , **감소** 합니다.

진동로봇의 진동은 장착된 추가 중심축에서 **가까울** , **멀** 수록
 추의 무게가 **가벼울** , **무거울** 수록 커집니다.

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	진동로봇		실험 원리	진동이 생기는 원리	
실험 시간	40분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	진동로봇 도안, 모터, 전원세트, 커넥터용 전선, 커넥터, 스위치, 엔드캡, 클립, 칼라보드 조각, 이쑤시개, 나사못, 양면 테이프				
교사준비물			학생준비물	가위, 꾸미기 도구(색연필, 네임펜 등)	
실험 결과	학생 1명당 진동로봇 1개를 가지고 갑니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 스위치용 커넥터에는 구멍이 3개이고 전선은 2개입니다. 반드시 가운데 구멍에 전선 하나를 꽂을 수 있도록 지도해 주세요.</p> <p>TIP 2. 클립을 구부렸다 펴는 과정을 여러 번하면 부러집니다. 한 번에 직각으로 잘 펴는 것이 좋습니다.</p> <p>TIP 3. 이쑤시개로 칼라보드에 구멍을 낼 때 너무 크게 내면 헐거워집니다. 한 번만 표시하는 기분으로 구멍을 낼 수 있게 지도해 주세요.</p>				

생각해보기

- ▶ 우웅~ 우웅~, 책상 위의 핸드폰이 진동합니다. 안에 어떤 장치가 들어있어서 진동할 수 있을까요?
창의적으로 대답할 수 있도록 유도합니다.

확인학습

- 내가 만든 진동로봇은 어떻게 움직이나요?
진동을 하면서 앞으로 갑니다, 자리에서 뱅글뱅글 돌니다. 한쪽 방향으로 향해 진행합니다.
- 이 실험에서 모터에 회전체를 꽂을 때 중앙에 꽂지 않은 이유는 무엇일까요? 또, 회전체의 끝에 나사못을 고정시킨 이유는 무엇일까요?
중앙에 꽂지 않아야 무게가 한 쪽으로 치우쳐서 회전할 때 큰 진동을 가질 수 있습니다. 또한 무게중심을 회전체 밖으로 주어 더 큰 진동을 유발합니다.
- 회전체의 여러 곳(중앙, 가장자리 등)에 모터를 연결시키고, 움직임을 관찰하여 봅시다. 또한 회전체에 고정된 나사못의 위치를 바꾸어 보고, 움직임을 관찰하여봅시다.
중앙에 꽂으면 균형이 잘 맞아(회전축에 무게중심이 있기 때문에) 큰 떨림이 없이 회전합니다. 그러나 가장자리에 꽂으면 불규칙적이며 강한 진동이 발생합니다. 또한 나사못도 축에 가깝게 꽂을수록 진동이 작으며, 축에서 멀어질수록 무게중심이 떨어져 진동이 커지게 됩니다. 나사못 하나 꽂았을 때보다 두 개를 꽂았을 때 질량이 커져서 무게중심이 많이 이동하므로 더 큰 진동이 생깁니다.

STEAM

오늘 만들어 본 진동로봇의 원리는 한 쪽으로 치우친 무게중심을 갖는 회전체입니다. 만약 강한 진동을 만들어내려면 어떤 조건을 달리해야할지 생각하여 자유롭게 써 봅시다.

각자의 생각을 자유롭게 쓸 수 있도록 유도합니다.

- ① 중심축과 추의 거리가 가까울 때 : 진동이 (작다.)
② 중심축과 추의 거리가 멀 때 : 진동이 (크다.)
중심축에서 무게중심이 멀어지면, 진동의 크기가 (증가) 합니다.
- ① 추가 1개일 때 : 진동이 (작다.)
② 추가 2개일 때 : 진동이 (크다.)
추의 무게가 커지면, 진동의 크기가 (증가) 합니다.

진동로봇의 진동은 장착된 추가 중심축에서 (멀)수록,
추의 무게가 (무거울)수록 커집니다.

용어정리

진동 [振動, oscillation]

물체가 시간의 흐름에 따라 하나의 점을 중심으로 반복적으로 왔다갔다 하면서 움직이는 상태 혹은 어떤 물리적인 값이 일정 값을 기준으로 상하 요동을 보이는 상태이다.

한쪽 끝 부분이 고정되어 매달려 있는 용수철의 다른 쪽 끝 부분을 길게 늘였다가 놓았을 때, 현악기의 줄을 튕겼다 놓았을 때, 그리고 또한 시계추를 잠시 옆으로 들었다가 놓았을 때의 경우를 각각 상상해 보자. 대상 물체가 어떤 기준을 중심으로 왔다갔다하면서 움직이는 모습을 관찰할 수가 있게 된다.

조금 더 추상적인 예로 일반 가정에서 주로 쓰는 교류 전원을 생각해 보자. 전압이나 전류는 시간이 흐름에 따라 0을 기준으로 값이 오르락내리락하며 변한다. 또한 전자기파에서 전기장 혹은 자기장의 세기도 역시 위와 같은 의미에서 0을 중심으로 값이 계속해서 아래위로 변하며 요동한다. 위와 같은 예에서 볼 수 있듯이 실제적인 물체가 기준점을 중심으로 왔다갔다하는 운동을 보일 때 혹은 물리적인 양들이 기준값을 중심으로 하여 아래위로 요동하는 현상을 보일 때 물리학에서는 이 모두를 진동 현상이라고 이름을 붙인다.

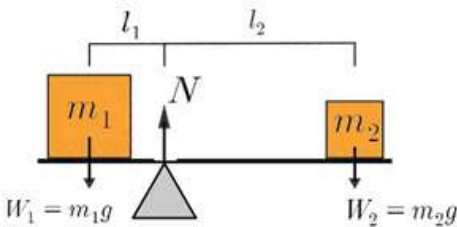
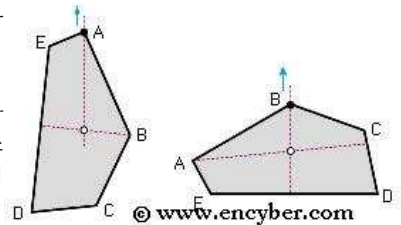
단순조화진동, 감쇠진동, 강제진동: 그네의 예

단순조화진동은 시간이 아주 많이 흘러도 진폭이 작아지지 않는 진동을 얘기한다. 그네를 한 번 밀었을 때 아무런 힘을 가하지 않아도 무한히 왕복 운동을 계속한다면 이는 단순조화운동이다. 하지만 일상생활에서는 외부적으로 아무 작용을 하지 않을 때 이렇게 진폭이 작아지지 않는 진동을 관찰하기란 매우 어렵고 대부분의 운동은 몇 번의 왕복운동을 하는 동안 진폭이 점차 작아지다가 마침내 시간이 많이 흐르면 결국에는 정지하는 양상을 보이게 된다. 그네를 한 번 밀고 나서 그대로 내버려 두면 실제적으로는 몇 번 왕복하다가 결국에는 멈추게 되며 이렇게 진폭이 점차 작아지는 진동을 감쇠진동이라고 부른다. 하지만 그네를 시간에 맞추어 적절하게 잘 밀어주면 왔다갔다하는 폭이 점점 더 커지면서 높이 솟아오르는 경우도 볼 수 있게 되는 데 이렇게 외부 힘의 작용에 의해 시간이 흐름에 따라 진폭이 변화하는 왕복운동은 강제진동이라고 따로 명명을 한다.

무게중심 [center of mass]

무게중심이란 중력에 의한 알짜 토크가 0인 점이다. 토크(torque)란 회전력이라고 하며, 거리와 힘의 외적(cross product)이다.

물체의 각 부분에 작용하는 중력의 합력의 작용점을 말한다. 무게중심은 물체의 위치가 어떠한가와 관련이 있는데, 물체의 윗부분에 무게중심이 있을 경우 물체는 매우 불안정한 상태가 되어 쓰러지기 쉽다. 하지만 무게중심이 물체의 아래 부분에 있을 경우 안정한 상태가 되어 잘 쓰러지지 않는다.



왼쪽 그림처럼 서로 다른 무게의 추를 매달고 있는 가벼운 막대를 고려하자. 막대에 걸려있는 각각의 추에 작용하는 힘은 아랫방향으로 W_1 , W_2 이다. 아르키메데스의 지렛대 법칙으로부터 무게중심이 $W_1 \dot{l} = W_2 \dot{l}$ 의 조건에 의해 결정된다. 여기서 \dot{l} 과 \dot{l} 는 지지점에 있는 무게중심으로부터 측정된다. 예를 들어 W_1 이 20N,

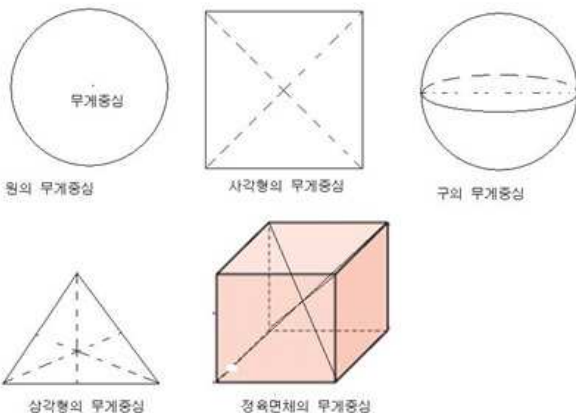
W_2 가 30N, 막대의 길이가 1m라면 무게중심은 왼쪽의 물체로부터 0.6m인 지점이 무게중심이 된다.

W_2 가 30N, 막대의 길이가 1m라면 무게중심은 왼쪽의 물체로부터 0.6m인 지점이 무게중심이 된다.

질량중심은 계의 질량이 한 곳에 몰려 있는 것처럼 보이는 점이었다 무게중심은 계의 총 무게가 작용하는 곳으로 생각하면 된다.

대칭의 중심을 가진 원·직사각형·구·정다면체 등의 무게중심은 그 대칭의 중심에 있고, 삼각형의 무게중심은 세 중선(中線)이 만나는 점이다. 따라서 이들 물체의 무게와 같은 힘으로 그 무게중심을 받쳐주면 물체는 수평으로 평형을 이룬다. 균일한 대칭형 물체에 대하여 무게중심은 기하학적 중심에 있다. 물체의 각 부분에 작용하는 중력의 합력은 항상 무게중심을 지나 작용하므로 물체의 한 점을 실에 매어 공중에 매달면 무게중심은 반드시 매단 점에서 아래로

그은 수직선 위에 오게 되어 물체가 정지한다. 따라서 물체의 무게중심은 각각 다른 점에서 매달았을 때의 수직선이 서로 만나는 점으로 구할 수 있다.



무게중심은 물체를 어떻게 놓느냐 하는 것과 관계가 있다. 무게중심이 높은 곳에 있을수록 물체는 놓임새가 불안정하며, 무게중심에서 그은 수직선이 물체가 놓인 바닥에서 벗어나면 물체는 쓰러진다. 즉, 무게중심이 낮고, 어떤 방향으로 기울더라도 무게중심이 위로 올라가도록 놓인 물체는 기울었던 물체에서 손을 떼었을 때 무게중심이 원래 상태로 되돌아가므로 잘 쓰러지지 않지만 기울이면 무게중심이 아래로 내려가도록 놓인 물체는 조금만 기울여도 쓰러진다.