


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

날아라 책갈피 - 고무동력

프로펠러의 회전으로 날아가는 책갈피를 직접 만들고 그 원동력인 고무줄의 탄성력에 대해 알아봅시다.

실험키트구성

종이 도안, 플라스틱 몸체 2종 (A, B), 고무 밴드, 양면 테이프

준비물

가위, 유성펜, 사인펜 등 꾸밀 재료

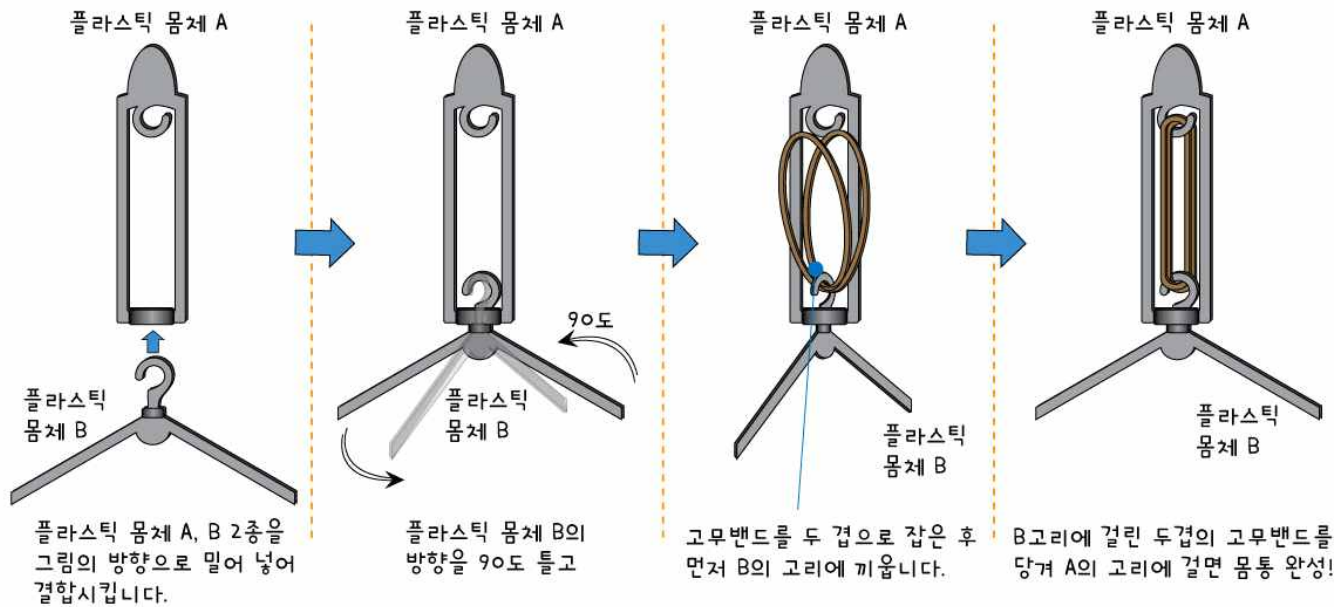
생각해보기

누르거나 당겨서 모양이 변형되었을 때, 손을 떼면 원래 모양으로 되돌아가려는 성질을 '탄성'이라고 합니다. 이런 탄성을 가진 물체들은 어떤 것들이 있을까요? 우리 주변에서 찾아봅시다.

실험방법

[몸통 만들기]

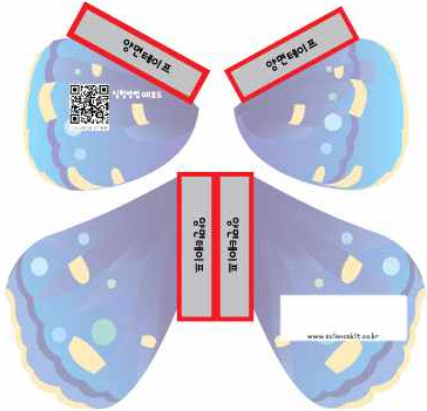
1. 그림처럼 2종의 플라스틱 몸체 A와 B를 고무밴드로 결합시킵니다.



[도안 꾸며 붙이기]

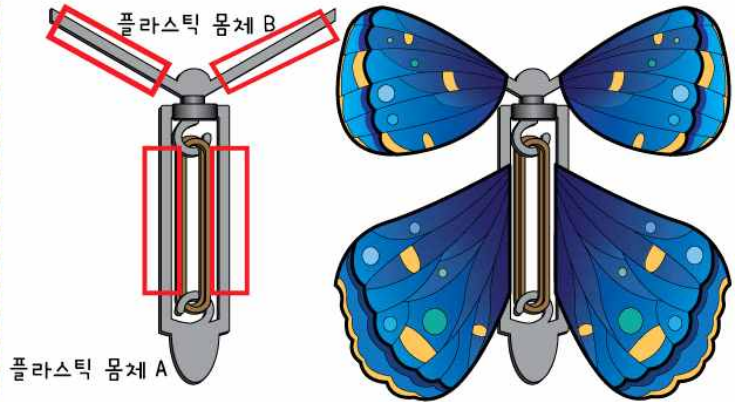
2. 사용할 종이 도안을 고르고, 가위로 오려 준비합니다.
 - 도안을 각자 원하는 색으로 색칠하거나, 칼라 도안을 그대로 사용할 수도 있습니다.

3. 오려낸 날개에 양면테이프를 붙입니다.
 ● 양면테이프를 적당한 크기로 잘라 붙여 놓습니다.



4. 양면테이프의 보호지를 떼어내고 플라스틱 몸체 **네 군데**에 붙입니다.

- 플라스틱 몸체를 그림처럼 놓고 모양과 방향을 잘 살피며 붙입니다.



5. 한 손으로 잡고 다른 손으로 윗 날개를 25바퀴 정도 돌립니다.

- 돌리다보면 고무밴드가 꼬이면서 힘이 듭니다. 놓치지않게 잘 잡고 돌립니다.

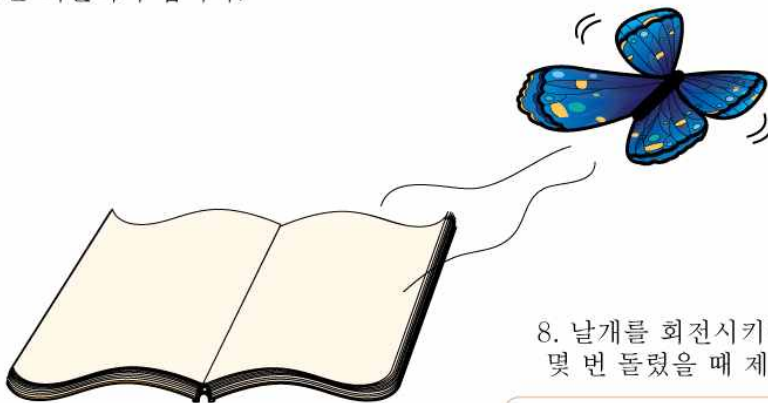


6. 위 아래를 잘 잡고있다가 그대로 놓아줍니다.

- 날개가 회전하며 날아가는 모습을 보았나요?
 어느 방향으로 날아가나요?



7. 25바퀴를 다시 돌리고, 두껍고 무거운 책 속에 잘 끼워 놓은 후 책장을 넘겨보세요. 날아가는 책갈피가 됩니다.



8. 날개를 회전시키는 횟수를 다르게 하여 날려봅시다. 몇 번 돌렸을 때 제일 잘 날아가나요?

15회 18회 20회 25회 28회

실험시 주의사항

1. 오려낸 날개 네 조각의 모양과 방향을 잘 확인한 다음, 플라스틱 몸체에 붙입니다.
양면테이프는 한 번 붙으면 잘 떨어지지 않습니다.
2. 사람이 없는 쪽으로 향한 후 날립니다.
3. 꼬인 고무밴드가 풀리면서 회전하는 날개에 다치지 않도록 주의합니다.

확인학습

1. 고무줄은 잡아당겨 늘리면 다시 원래대로 돌아가려는 성질이 있습니다.
이처럼 원래대로 돌아가려는 힘을 무엇이라고 할까요?

2. 오늘 만든 **날아라 책갈피** 를 날려 보았나요?
멀리 멀리 날아가게 하려면 어떤 방법을 쓸 수 있을까요? 자유롭게 생각해 봅시다.

원리학습

고무줄이나 용수철에 힘을 작용하면 늘어나거나 줄어들습니다.

작용한 힘을 없애면 물체는 원래 모습으로 되돌아가는데, 이러한 성질을 탄성이라고 합니다.

고무줄, 용수철, 등 탄성을 가진 물체(탄성체)가 원래 상태로 되돌아가려는 힘을 탄성력이라고 합니다.

그러면 이 힘의 방향은 어디를 향할까요?

탄성력의 방향은 탄성체가 변형되기 전의 원래 상태로 되돌아가려는 방향으로, 내가 준 힘의 방향과 반대 방향입니다.

오늘 만든 나비는 날개를 돌려 고무줄을 한 방향으로 꼬아놓습니다.

손을 놓아, 한껏 늘어나며 꼬아졌던 고무줄이 반대방향으로 탄성에 의해 풀리면서 날개를 회전시켜 날아오르는 원리입니다.

날개가 회전하며 공기를 뒤로 밀어내어 추진력을 얻어, 책갈피는 회전하는 날개 방향으로 날아갑니다.

더 잘 날리려면 어떻게 하면 좋을까요? 몇 바퀴를 돌리면 가장 잘 날아가나요?

여러번 시도하여 내가 만든 책갈피가 가장 잘 날아가는 조건을 찾아봅시다.

더 가벼운 플라스틱 몸체를 쓰거나, 더 얇고 단단한 종이를 도안을 만들면 될까요?

날개가 무거워지면 더 잘 날아오를까요?

느낌점

■ 교사용 실험 자료 ■

실험 제목	날아라 책갈피-고무 동력		실험 원리	탄성, 프로펠러의 원리	
실험 시간	30분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	종이 도안, 플라스틱 몸체 2종(A,B), 고무 밴드, 양면 테이프				
교사준비물			학생준비물	가위, 꾸미기도구-유성펜, 사인펜 (없어도 무방)	
실험 결과	[날아라 책갈피-고무 동력] 완성품 4개가 완성됩니다.				
실험팁	<p>TIP1. 날개 네 조각을 붙일 때, 위치와 방향을 유의합니다. 도안의 그려진 방향 그대로 플라스틱 몸체에 붙이면 됩니다.</p> <p>TIP2. 날릴 때, 사람이 없는 방향으로 향하고 날립니다.</p> <p>TIP3. 도안은 두 가지 종류 중 하나를 골라 사용하도록 지도하세요. 직접 색을 칠하고 꾸며 사용할 수 있고, 컬러 도안을 그대로 오려 사용할 수도 있습니다.</p> <p>TIP4. 꼬인 고무 밴드가 풀리면서 회전하는 날개에 다치지 않도록 주의합니다.</p>				

생각해보기

누르거나 당겨서 모양이 변형되었을 때, 손을 떼면 원래 모양으로 되돌아가려는 성질을 '탄성'이라고 합니다. 이런 탄성을 가진 물체들은 어떤 것들이 있을까요? 우리 주변에서 찾아봅시다.

- 사람의 피부 : 누르면 들어갔다 손을 떼면 다시 나온다.
- 고무공 : 벽에 세게 던지면 찌그러졌다가 다시 퍼지며 날아온다.
- 고무줄 : 잡아당기면 늘어났다 손 놓으면 다시 줄어든다.
- 윗집시저울 속 용수철 : 물체를 올려놓으면 접시가 내려갔다 물체를 치우면 다시 올라온다.
- 장대 높이뛰기의 장대 : 장대를 딛고 올라갈 때 장대가 휘어졌다가 다시 퍼진다.
- 활 : 화살을 날리며 원래 모양으로 돌아온다.
- 침대 매트리스, 트램펄린 속 용수철 : 체중 때문에 눌렀다가 용수철이 모양을 복원시킨다.

주변에서 찾아볼 수 있는 탄성체들을 자유롭게 찾도록 지도해주세요.

확인학습

- 고무줄은 잡아당겨 늘리면 다시 원래대로 돌아가려는 성질이 있습니다. 이처럼 원래대로 돌아가려는 힘을 무엇이라고 할까요?

탄성력

- 오늘 만든 **날아라 책갈피** 를 날려 보았나요?
멀리 멀리 날아가게 하려면 어떤 방법을 쓸 수 있을까요? 자유롭게 생각해 봅시다.

먼저 날개를 좌우 대칭이 잘 이루어지게 붙여야 합니다.
각자 자신이 만든 날아라 책갈피를 날려보고, 몇 바퀴 돌리는 경우가 잘 나는지 확인합니다.
남은 도안으로 날개를 더 키워서 오르면 더 잘 나는지, 다른 두꺼운 종이로 만들면 더 잘 나는지 확인해봅시다.
자유롭게 잘 날게하는 자신의 비법을 적을 수 있도록 지도해주세요.

고무동력기

모든 물체는 중력이 아래로 잡아당기기 때문에 바닥에 닿아있다. 중력을 잠깐동안 이겨내도록 고안한 것이 고무동력기이다. 양력의 원리는 이렇다. 모든 유체는 속도가 빠를수록 압력이 낮다. 날개는 윗면의 공기의 흐름을 아랫면보다 빠르게 하여 날개 아랫면과 윗면에 압력차를 생기게하여 비행을 뜨게 하는 것이다. 날개의 단면에서 아랫부분은 평평하고 윗부분은 볼록하다. 비행기가 앞으로 진행할 때 날개의 공기 흐름을 생각해보면 날개 아랫부분의 평평한 면을 흘러갈때보다 볼록한 윗면을 흘러갈때 공기의 속도가 더 빨라진다. 평평한 면을 일자로 가는 것보다 볼록한 면을 휘어서 돌아가기때문에 날개 윗면의 공기의 속도가 더 빨라지게 되는 것이다. 따라서 날개 윗부분의 압력이 낮아지고 아랫부분의 압력이 높아지면서 자연스럽게 날개 아랫면을 공기가 위로 들어주는 힘이 생기게 되는데, 이것이 양력이다. 이때, 날개의 볼록한 면을 지나면서 공기의 저항이 생기는데 이를 항력이라고한다. 추력이 이 항력을 이겨내면서 앞으로 전진하게 되면 양력이 발생하면서 비행기가 날게되는 것이다.

탄성력 [Elastic force]

탄성력은 외부에서 가해진 힘에 의해서 그 형태가 변형된 물체 내부에서 발생하는 힘으로, 원래 모양으로 되돌아가려는 힘을 뜻한다.

물체가 탄성력을 가지는 이유는 물체마다 다르다. 예를 들어 금속의 경우 외부에서 힘이 가해지면 금속을 이루는 원자 살창(격자)(lattice)구조가 변형되며 에너지가 금속 내부에 쌓이고, 원래 살창구조로 되돌아가려는 힘이 발생하게 된다. 이때 외부 힘이 제거되면, 원자 살창구조는 발생한 탄성력에 의해 원래 모습으로 돌아가며 쌓였던 에너지를 방출한다. 한편, 고무 등 고분자 물질의 경우에는 탄성력은 그 물질을 이루는 고분자 사슬이 외부 힘에 의해서 늘어나거나 축소되었다가 외부 힘이 제거되면 원래 길이로 돌아가면서 나타난다. 탄성력은 물체가 탄성을 가지는 범위에서만 작용하는데, 현실 세계에서 완벽하게 탄성만을 가지는 물체는 없으며, 대개 일정 정도의 외부 힘에 대해서 까지만 탄성 변형과 탄성력을 보인다.

탄성을 가지는 물체를 탄성체(elastic body) 라고 하며, 용수철이나 고무줄 등이 대표적인 예이다(그림 1). 탄성체라도 작용하는 변형력이 어느 한계 이상 커지면 물체는 탄성력을 상실하고 다시 평형상태로 복원되지 않게 되는데, 그 한계를 탄성한계(elastic limit) 또는 항복점(yielding point)이라고 한다. 탄성 변형의 한계를 벗어나면 영구적인 변형이 일어나고, 이를 소성 변형이라고 한다.

탄성력은 탄성체에 작용하는 변형력에 따라 크기가 달라지는데, 변형력이 탄성한계보다 작은 경우 탄성력과 변형력은 서로 비례관계가 있다는 것이 실험적으로 알려져 있다. 이를 훅의 법칙이라고 하며, 변형력과 변형정도 사이의 비례상수를 탄성률이라 한다. 영국 물리학자인 훅(Robert Hooke, 1635-1703)이 법칙을 발견하여 이름이 붙여졌다. 변형력이 탄성한계보다 작은 경우 탄성률이 클수록 같은 크기의 변형력에 대해 변형되는 정도가 더 작다. 금속 막대도 탄성체라고 할 수 있는데, 용수철이나 고무줄보다 탄성률이 커서 변형되는 정도가 덜 두드러진다. 탄성한계 안에서는 변형이 커질수록 외력이 해준 일도 더 커지므로 퍼텐셜에너지도 그만큼 더 커진다.

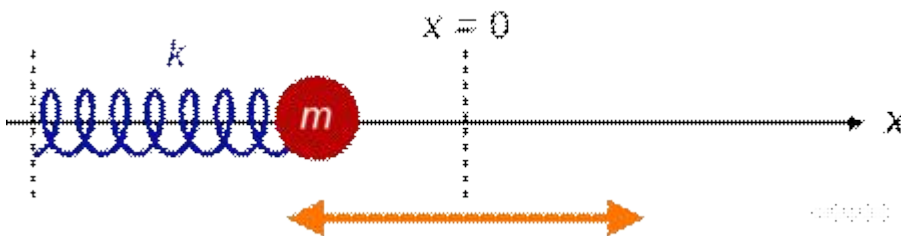


그림 3. 용수철의 모식도 (출처 네이버)

탄성한계 안에서 용수철이 평형상태보다 길이가 늘어나거나 줄어드는 경우 용수철을 평형상태로 되돌리려는 복원력이 작용하는데, 이것이 탄성력이며 용수철 한 쪽 끝에 물체가 연결되어 있는 경우 용수철이 이 물체에 작용하는 힘으로 나타낼 수 있다. 용수철의 복원력은 용수철이 평형상태로부터 늘어나거나 줄어든 길이에 비례하며, 이는 훅의 법칙의 한 형태라고 할 수 있다. [그림 3]과 같이 용수철의 다른 쪽 끝은 고정되어 있고, 용수철에 연결된 물체의 위치 x 를 평형상태에서 $x=0$ 이라고 하면, 복원력 또는 탄성력은

$$F=-kx$$

로 표현된다. 여기서 k 는 양의 상수로 용수철 상수 또는 힘 상수라고 하며 탄성률에 비례한다. $x>0$ 이면 평형상태보다 길이가 늘어난 경우에 해당하고 $x<0$ 이면 평형상태보다 길이가 줄어든 경우에 해당한다

평형상태의 경우 퍼텐셜 에너지를 0으로 선택하면, x 에 따라 달라지는 용수철의 퍼텐셜에너지는 평형상태에 정지해 있는 물체를 위치 x 로 이동하여 정지 상태를 유지하는 동안 외력이 해준 일과 같다. 일·운동에너지 정리에 따라 알짜힘이 해준 일이 0이고 알짜힘은 복원력과 외력의 합이므로 외력이 해준 일은 복원력이 물체에 해준 일과 크기가 같고 부호는 반대다. 이것을 식으로 나타내면 다음과 같고,

$$U(x)=-\int F(x)dx=1/2*kx^2$$

이것이 탄성 퍼텐셜 에너지의 가장 간단한 예이다.