

stag beetle Robot - Hydraulic Mechanic Arm

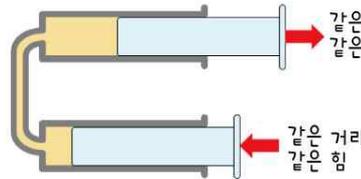


사슴벌레 로봇 - 유압기계팔

파스칼의 원리

'밀폐된 공간에 채워진 유체'에 힘을 가할 때 내부로 전달된 압력이 밀폐된 공간의 각 면에 동일하게 골고루 압력이 작용된다!

물이나 기름 등의 흐르는 물질.



구성품 내의 주사기 2개와 투명튜브를 연결 실험해보세요.

오늘 만들 사슴벌레 로봇은

[손잡이에 달린 주사기를 작동시켜 사슴벌레 몸통의 주사기에 압력을 전달해 움직이게 하는 원리]로 작동됩니다.

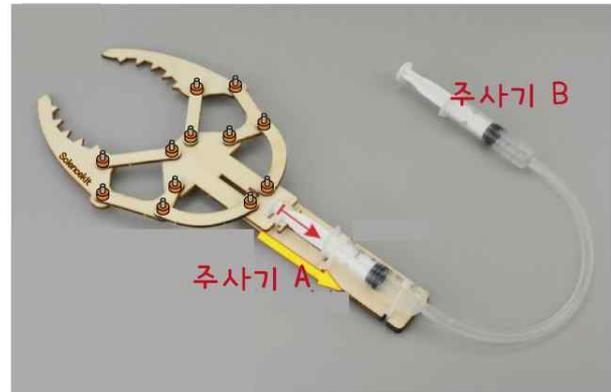
사슴벌레 로봇의 원리를 순서대로 생각해 볼까요?

주사기 B의 피스톤을 누르면

1. 주사기 B가 압축되고
2. 투명 튜브를 통해 내부의 물이 B에서 A로 이동하며 압력이 전달됩니다.
3. 주사기 A에 압력이 전달되어 피스톤을 밀어냅니다.
4. 피스톤에 연결된 관절이 고르게 힘을 받아 집게가 모아집니다.

반대로 B의 피스톤을 당기면

주사기 B가 팽창하면서 물이 A에서 B로 이동하며 집게가 벌어집니다.



실험 목표

유압기계팔을 이용한 사슴벌레 로봇을 만들고, 밀폐된 공간에 채워진 유체에 작용한 압력이 전달되는 파스칼의 원리를 알아봅시다.

키트 구성

1. 키트의 구성품과 수량을 확인합니다. 따로 준비해야 하는 재료: 물 또는 기름(식용유)

주의사항

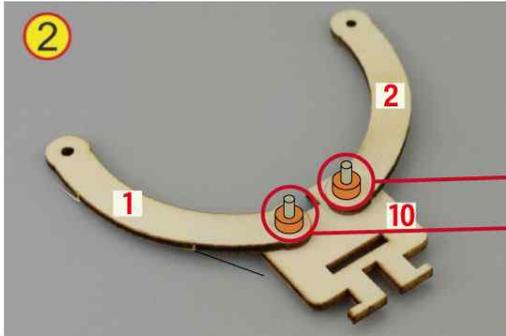
1. 작은 부품을 잘 관리합니다.
2. 나무판을 떼어낼 때 손이 다치지 않도록 주의합니다.
3. 관절이 부드럽게 움직이도록 원통비즈의 간격을 잘 조절합니다.



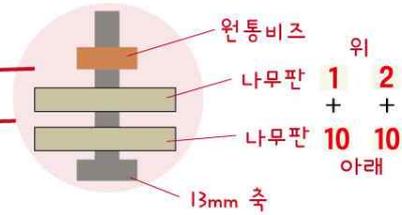
실험방법

다음 설명을 잘 읽고 순서대로 사슴벌레 로봇을 조립합니다.

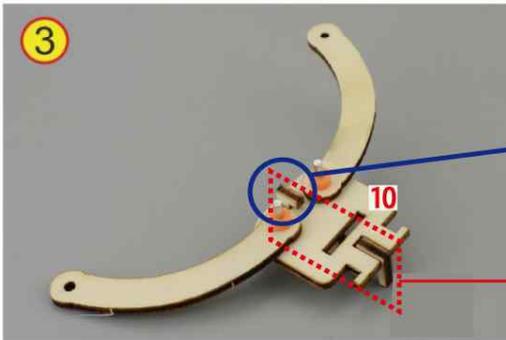
2 [양팔 파트 조립] 나무판 10과 나무판 1, 2 조립



13mm 축을 사용하여 나무판 10위에 1, 2를 놓고 원통비즈로 고정합니다.



3 [양팔 파트 조립] 나무판 10아래에 수직으로 나무판 3 연결하기



나무판 3을 수직으로 세워서 나무판 10아래에 고정합니다.

나무판 10번 위로 3번이 올라옵니다.

나무판 3

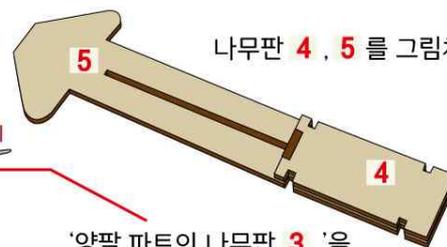
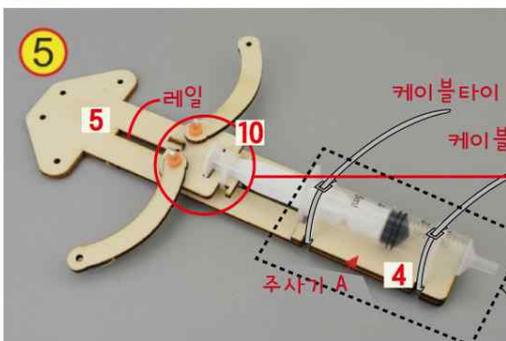
4 [양팔 파트에 주사기 연결] 나무판 10에 주사기의 속통 누름판 끝을 연결하기



주사기A의 누름판을 나무판 10의 홈에 맞추어 놓고 케이블타이로 조여 고정시킵니다.

고정 후 타이를 바짝 잘라 정리합니다.

5 [몸체 파트에 양팔 파트 연결]

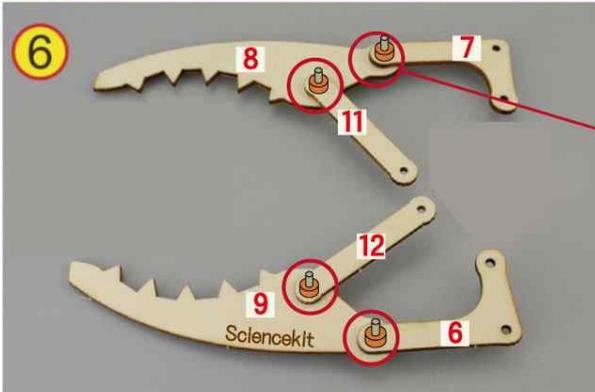


나무판 4, 5를 그림처럼 겹쳐놓습니다.

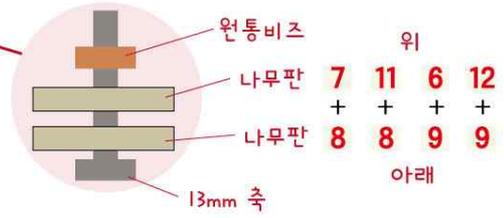
'양팔 파트의 나무판 3'을 나무판 5의 가운데부분 레일에 끼워 넣고

주사기A의 걸통 부분을 케이블타이 2개로 고정합니다. 고정 후 타이를 바짝 잘라 정리합니다.

6 [집게 파트 연결]

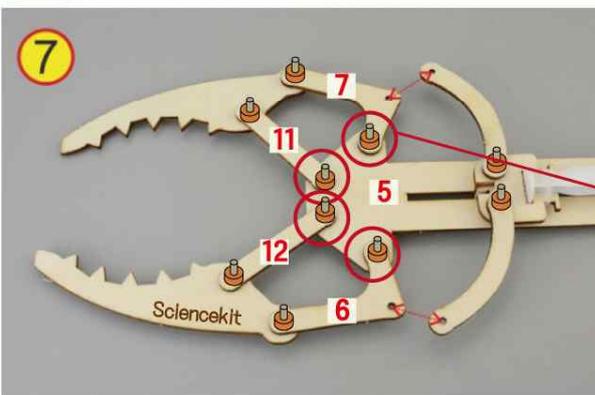


13mm 축에 나무판 8 나무판 7 을 꽂고 원통비즈로 막아 집게파트를 연결합니다.

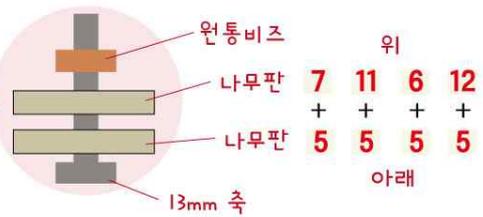


같은 방법으로 총 네 군데를 연결합니다.

7 [집게 파트와 몸체 파트 연결]

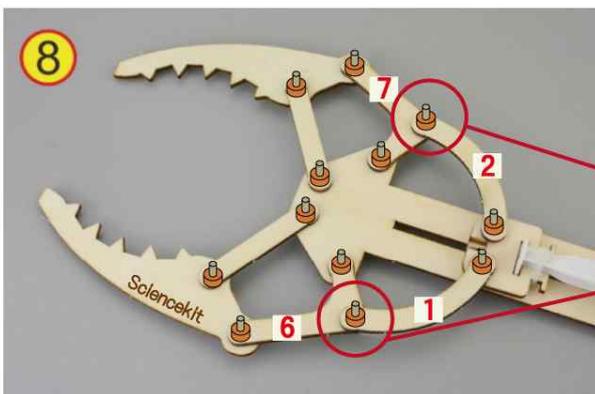


13mm 축에 나무판 5, 나무판 7 을 꽂고 원통비즈로 막아 집게파트를 연결합니다.

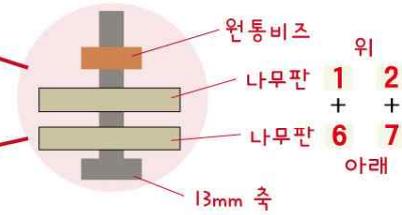


같은 방법으로 총 네 군데를 연결합니다.

8 [집게 파트와 양팔 파트 연결]



13mm 축에 나무판 6, 나무판 1 을 꽂고 원통비즈로 막아 집게파트를 연결합니다.



같은 방법으로 총 두 군데를 연결합니다.

9 [주사기에 투명 튜브 연결]

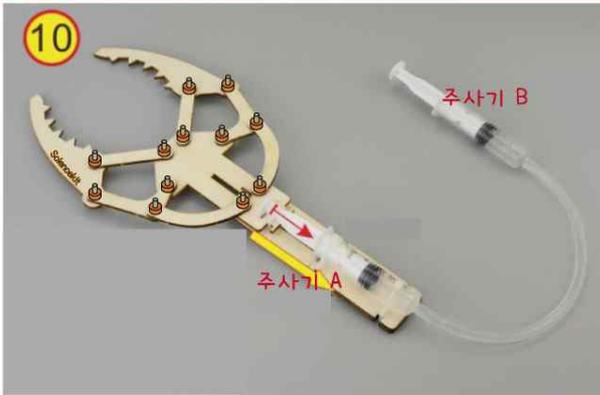


주사기 B 에 투명 튜브를 꽂습니다.

매우 빠박하게 들어갑니다. (물 새는 것 방지)
힘껏 밀면서 돌리면 조금씩 주사기에 튜브가 꽂아집니다.

과정 10 의 테스트 후, 물이나 기름을 채울 때는 이 상태에서 튜브의 끝을 물에 담그고 주사기의 속통을 당겨 튜브와 주사기에 가득 채웁니다. 그 후 튜브의 끝을 주사기 A에 꽂아 연결합니다. (따뜻한 물에 튜브를 담그면 꽂기 수월합니다.)

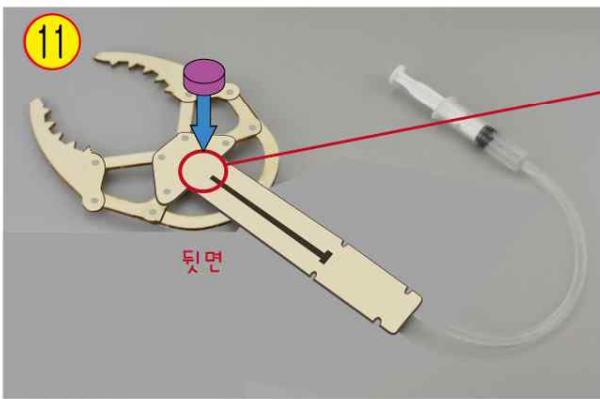
10 [주사기 A, B 연결]



주사기 A와 B 중 **하나의 주사기**에만 공기를 넣은 채로 두 주사기를 연결합니다.

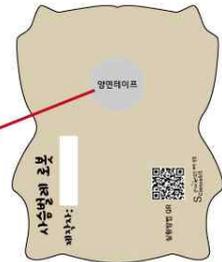
주사기 B의 속통을 밀었다가 당겼다가 움직이며 공기를 압축 또는 팽창시킬 때 반대 쪽의 주사기 A도 같이 잘 움직이는지 확인합니다.

11 사슴벌레 도안 부착



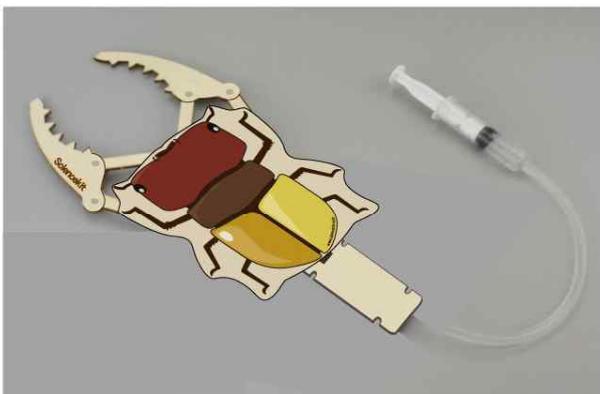
그림처럼 완성된 사슴벌레 로봇을 뒤집어 놓고 원형 스펀지의 보호지를 떼어내어 사슴벌레 로봇 나무판 **5**에 부착합니다.

종이도안의 양면테이프 자리에도 양면테이프를 붙이고 사슴벌레 로봇의 **원형 스펀지** 위에 잘 눌러 붙입니다.



작동하기

사슴벌레 로봇의 주사기를 밀거나 당길 때 어떻게 되는지 그 모습을 관찰해봅시다. 주사기B와 튜브에 물이나 기름(선택)을 가득 채워 연결한 후 다시 움직여봅시다.



1 주사기 속에 **공기**가 들어있을 때와 **물 또는 기름**이 들어있을 때의 움직임을 살펴보고 비교해 봅시다.

2 이 원리를 이용하여 어떤 곳에 적용할 수 있을까요? 우리 주변에서 찾아봅시다.

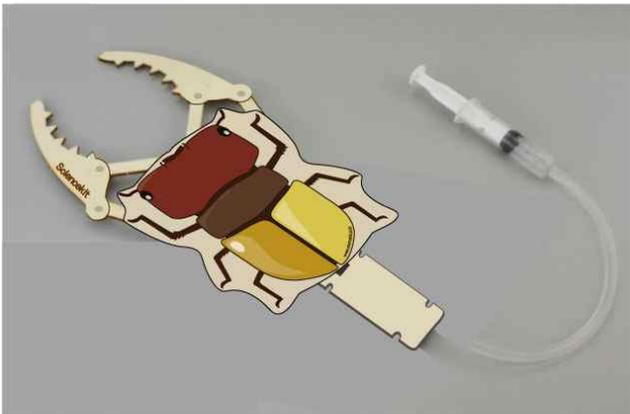
느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	사슴벌레로봇		실험 원리	파스칼의 원리	
실험 시간	40분	실험 분야	물리	실험 방법	개별 실험
세트구성물	사슴벌레 로봇 키트1, 사슴벌레 도안, 원형 스폰지, 양면테이프				
교사준비물			학생준비물	물 (또는 기름), 펜	
실험 결과	사슴벌레로봇 1개가 완성됩니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 작은 나사못과 부품이 포함되어 있습니다. 입 안에 넣는 장난을 하지 않도록 주의시켜주세요.</p> <p>TIP 2. 주사기에 투명 튜브를 꽂을 때 힘을 주며 밀어 넣어야 합니다. 물이 새지 않도록 튜브를 깊게 밀어 넣으세요. 따뜻한 물에 튜브를 담그었다가 꽂으면 조금 쉽게 들어갑니다.</p> <p>TIP 3. 주사기와 튜브에 물을 채울 때 공기가 최대한 없어야 압력의 전달이 잘 됩니다.</p>				

작동하기

사슴벌레 로봇의 주사기를 밀거나 당길 때 어떻게 되는지 그 모습을 관찰해봅시다. 주사기B와 튜브에 물이나 기름(선택)을 가득 채워 연결한 후 다시 움직여봅시다.

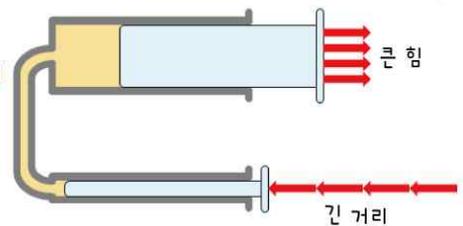


- 1 주사기 속에 공기가 들어있을 때와 물 또는 기름이 들어있을 때의 움직임을 살펴보고 비교해 봅시다.

공기가 있을 때에는 주사기 A를 밀면 주사기 B가 반 정도 움직였다.
물이나 기름이 들어있을 때에는 훨씬 움직임이 잘 전해졌다.

- 2 이 원리를 이용하여 어떤 곳에 적용할 수 있을까요? 우리 주변에서 찾아봅시다.

자동차의 브레이크를 밟아 압력을 주었을 때, 이 압력이 네 개의 바퀴에 고르게 전달되어 효율적으로 작동되는 유압식 브레이크에 사용된다.
포크레인이나 산업용 로봇팔에도 힘이 필요한 부분에 상대적으로 넓은 면적의 피스톤을 배치하여 작은 힘으로 큰 힘을 낼 수 있게한다.



파스칼의 원리

"비압축성 유체가 가득 들어 있는 폐관(닫혀진 관) 내부의 압력은 어디든 동일하다."

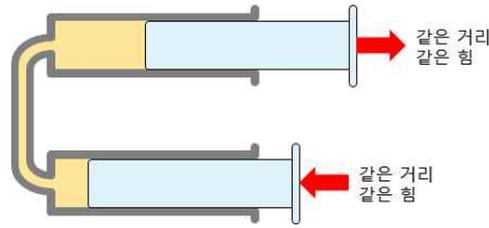
치약을 예로 들어 보면 다음과 같습니다. 치약이 들어 있는 튜브의 어떤 부분을 눌러도 치약은 일정하게 나옵니다. 튜브의 모든 부분에 같은 압력이 가해지기 때문입니다.

파스칼의 원리의 응용

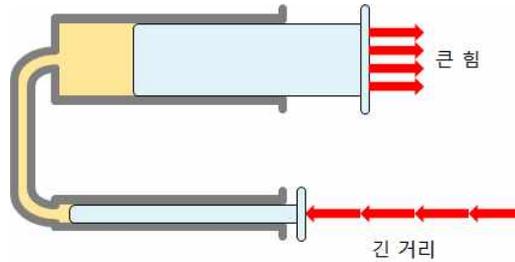
파스칼의 원리는 작은 힘으로 큰 힘을 내는 데 이용됩니다.

아래 그림과 같이 내경의 면적이 서로 같은 두 개의 실린더를 생각해 봅시다. 어느 한 쪽의 피스톤을 밀거

나 당기면 다른 쪽 피스톤이 같은 길이로 움직입니다. 이 경우 힘의 방향만 바꿀 수 있으며 힘의 크기는 변하지 않습니다.

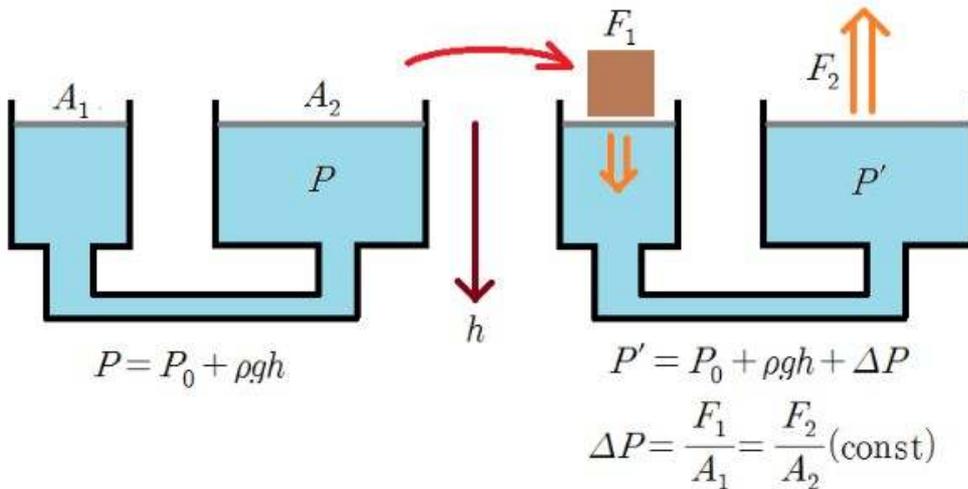


두 실린더의 내경이 서로 달라지면, 움직이는 거리도 서로 달라집니다. '일의 원리'에 따라 짧은 거리를 움직인 실린더에서는 보다 큰 힘을 낼 수 있습니다. 힘과 움직인 거리의 곱은 항상 일정하기 때문입니다.

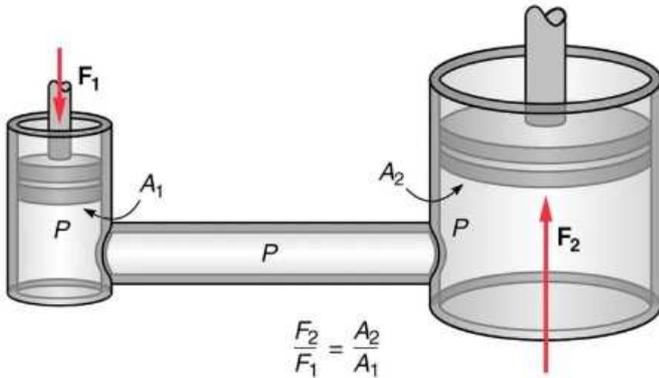


유압실린더는 산업 전반에 걸쳐 큰 힘이 필요한 경우 자주 사용됩니다. 자동차를 들어올리는 리프트, 흙을 파내는 굴삭기, 적재함을 들어올리는 덤프트럭, 농기계 등은 유압기술을 응용한 것들입니다.

파스칼의 계산원리



개요에서 압력이 유체에 동일하게 전달된다는 표현을 혼동하여 유체의 압력이 모든 지점에서 같다고 잘못 알고 있는 사람들이 많다. 유체의 압력은 $P_{\text{유}} = \rho gh$ 로 표현되어 깊이 h 에 따라 달라지므로 깊이가 같은 지점에서만 같을 뿐이지, 모든 지점에서 같은 게 아니다. 파스칼의 원리가 말하고자 하는 것은 유체의 압력 P 이 아니라, 바로 **외력에 의한 압력 변화 ΔP 가 깊이에 관계없이 일정하다**는 것이다. 다시 말해 외력을 가하기 전후 압력차에 해당하는 $P' - P = \Delta P$ 만 모든 위치에서 크기가 동일하다는 의미이다.



편의상 단면적이 A_1 인 피스톤을 피스톤1, 단면적이 A_2 인 피스톤을 피스톤2, 그리고 피스톤1의 이동거리를 d_1 , 피스톤2의 이동거리를 d_2 라 하자.

피스톤 안의 유체는 비압축성이므로 피스톤1이 밀어낸 유체의 부피와 피스톤2이 채운 유체의 부피가 같다.

$$A_1 d_1 = A_2 d_2$$

또한 일의 원리에 의해 피스톤1과 피스톤2가 한 일이 같다.

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

이제 두 식을 나누면

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

곧 압력이 같다는 결론이 나온다.

예시

자동차의 유압 브레이크: 브레이크 페달을 밟아 압력이 높아지면 브레이크액을 통해 동일한 힘이 4개의 바퀴에 고르게 전달되면서 모든 바퀴에 균등하게 제동력을 전달할 수 있다. 이때 비압축성 유체의 역할을 하는 브레이크액의 관리가 상당히 중요한데, 위에서 설명했듯이 파스칼의 원리는 비압축성 유체에 대해 적용되는 것인데, 브레이크액에 기포가 차 버리면 압축이나 팽창이 되므로 압력이 제대로 전달되지 않아 브레이크가 제대로 듣지 않는 매우 위험한 일이 발생할 수 있기 때문이다.

유압식 리프트: 공기 압축기를 통해 기름통의 기름에 압력을 가하면 이 압력이 실린더의 기름에 전달되어 자동차를 들어올릴 수 있다. 도면에서는 힘을 키우는 방향이 일반적으로 생각하는 것 [2]과 다르며, 자동차가 있는 쪽에 가해지는 힘은 공기 압축기가 내는 힘보다 작지만 이동 거리가 더 크다. 공기압축기의 출력은 남아도는데 자동차를 매우 정밀하게 움직여야 하는 상황인가 보다.

치약: 일부 치약은 두 가지 색이 십자 형태로 나오는데, 용기 내부에는 각각의 색이 십자 형태로 충전되어 있고 용기를 누르는 힘이 전체에 고르게 퍼져 형태가 뭉개지지 않고 나온다.



로봇팔. 튜브를 이용해 실린더 간 압력을 전달한다.