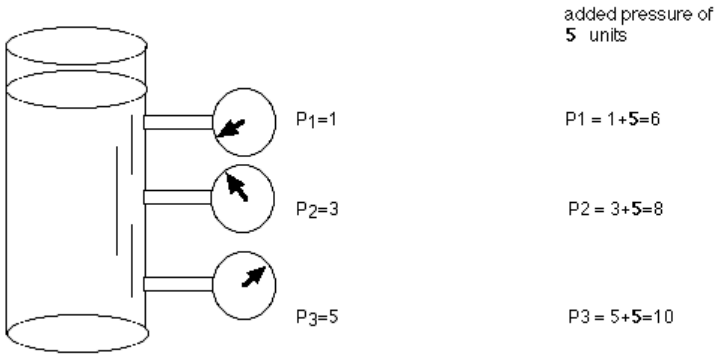
2.1 대기압: 우리는 엄청난 프레셔 속에 살고 있다.

□ 파스칼의 원리

파스칼의 원리란 밀폐된 공간에서 어느 한 점에 가해진 압력은 공간의 모든 지점에 같은 크기로 전달된다는 것이다. 아래 그림에서와 같이 위와 아래가 밀폐된 실린더를 생각해 보자. 초기에 위에서부터 압력의 분포가 1, 3, 그리고 5를 보이고 있다. 파스칼의 원리에 따르면, 위에 압력을 추가로 5를 가하면 6, 8, 그리고 10이 된다는 것이다.



[그림] 파스칼의 원리에 따른 압력의 변화

그림에서와 같이 두 줄로 된 치약을 생각해 보자. 손으로 튜브의 어느 부분을 눌러 압력을 가해도 파스칼의 원리에 의해 뚜껑에 가해지는 압력은 동일하다. 이로 인해 뚜껑을 열고 힘을 가하면 튜브 안의 치약은 섞이지 않고 두 줄로 나오게 되는 것이다. 이제부터 치약의 허리 부분을 눌러 쓰는 가족이 있어도 불평하면 않되겠다.

[그림] 치약의 줄이 섞여 나오지 않는 이유

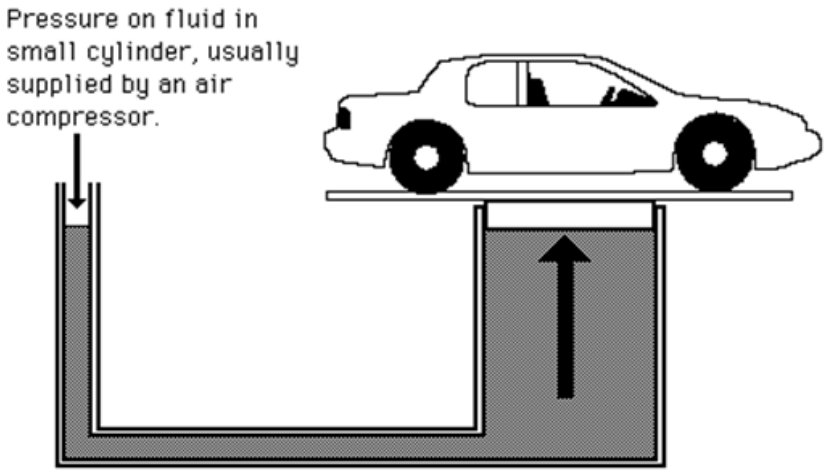
파스칼의 원리를 이용하면 작은 힘을 가지고 큰 힘을 만들 수 있다. 이는 얼핏 생각하면 자연의 법칙에 위배되는 것 같지만 그렇지 않다. 압력이란 단위 면적에 작용하는 힘이다. 파스칼의 원리는 밀폐된 공간에서 압력이 동일하게 전달된다는 것이다. 따라서 다음 그림과 같이 오른 쪽의 단면적이 왼 쪽에 비해 매우 큰 경우에는 다음 식이 성립한다.

$$p_1 = p_2$$

여기서 $p_1 = F_1/A_1$이고 $p_2 = F_2/A_2$ 이므로 다음 식이 성립한다.

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

따라서 면적의 비 (A_2/A_1)만큼 왼쪽에서 가하는 힘을 증폭시킬 수 있다. 이는 일상생활에서 사용되고 있는 유압계 (hydraulic press)의 원리이다.



[그림] 유압계의 원리

□ 대기압

대기압이란 공기의 무게로 인해 생기는 공기의 압력이다. 일상에서 우리가 대기압을 느끼지 못할 뿐이지 대기압은 분명히 존재한다. 대기압을 이해하기 위해서 먼저 물에 의한 정수압을 생각해 보자.

정수압은 흐르지 않는 물에 의한 압력이다. 아래와 같은 양동이의 바닥에서 정수압은 채워진 물의 높이에 비례한다. 양동이에 물을 더 높이 채울수록 바닥에서 정수압은 증가한다.

[그림] 양동이에 채워진 물에 의한 정수압

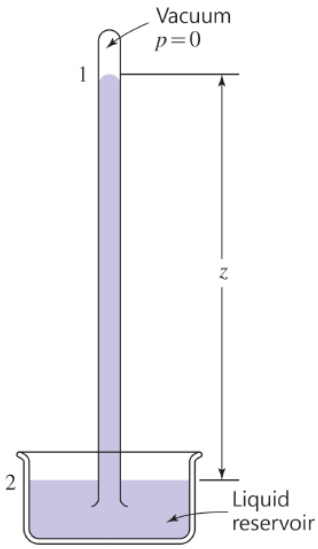
마찬가지로 대기압은 공기의 무게에 의한 압력인데 우리는 느끼지 못할까? 이는 공기의 밀도와 관계가 있다. 상온 (15℃)에서 공기의 밀도는 1.226 kg/m3 이며 같은 온도에서 물의 밀도 999.1 kg/m3 이다. 따라서 상온에서 공기가 물보다 815배 가볍다.

□ 대기압의 측정

아래와 같이 유리관에 수은을 채우고 거꾸로 세우면 위에 공간이 생기면서 평형상태가 유지된다. 유리관 위의 공간은 진공 상태로서 대기압보단 낮은데 유리관 안의 수은을 위로 당기게 된다. 진공에 의한 효과는 크지 않으므로 이를 무시할 수 있다. 유리관 속의 수은의 무게와 용기안 수은의 자유수면에서 대기압이 누르는 힘이 같으므로 다음 관계가 성립한다.

$$p_{atm} = w_{Hg} \times z$$

위에서 w_{Hg}는 수은의 단위무게이고 z는 유리관 속 수은의 높이이다. 그림에서 용기 자체를 밀폐된 공간으로 보면 위의 식은 파스칼의 원리를 적용한 것을 알 수 있다. 실제로 실험을 해 보면 z = 0.76 m 이다. 수은의 단위무게 (w_{Hg})는 물보다 13.6배 더 무겁다. 물의 단위무게 w = 9,806 N/m3 이므로 수은의 단위무게는 w_{Hg} = 13.6 x 9,806 = 133,362 N/m3 이다. 따라서 대기압은 p_{atm} = 13.6 x 9,806 x 0.76 = 101,354 N/m2 = 101.3 k Pa 이 된다. 이를 물로 환산해 보면 z = 10.3 m 가 된다. 우리가 평상시에 느끼지도 못하는 대기압이 물기둥 10 m에 해당하는 정수압이라는 것을 알 수 있다. 물기둥 10 m에 해당하는 기압을 1기압이라고 하므로 물 밑으로 10 m씩 내려갈 때 마다 1기압씩 증가하게 된다.



[그림] 대기압의 측정