

심화학습. 공기의 부피 변화와 압력 측정하기

과정) 1.그림의 준비물을 가지고 기체의 압력과 부피의 관계를 알아낼 수 있는 실험을 고안해 보자.

2.계획된 실험 과정을 통해 실험을 수행해 보자.

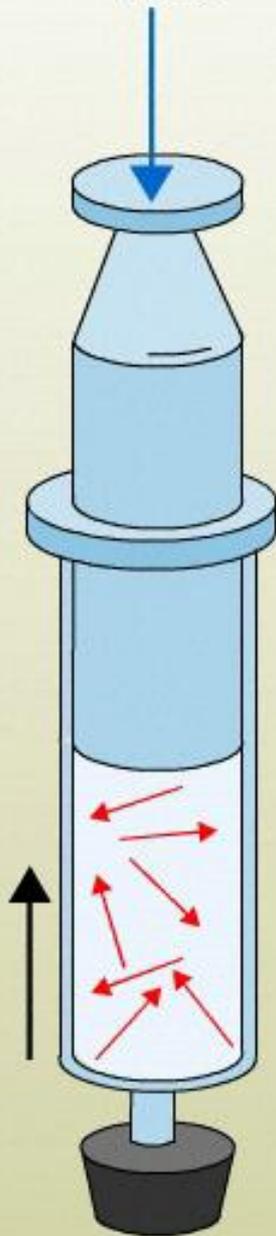


3. 실험 결과를 표로 정리하고, 주사기 안의 기압을 다음의 식으로 구해 보자. (단, 누르는 힘의 단위는 kgf이고, 주사기 단면적의 단위는 cm^2 이다.)

$$\text{주사기 안의 기압} = \text{대기압} + \frac{\text{누르는 힘}}{\text{주사기의 단면적}}$$

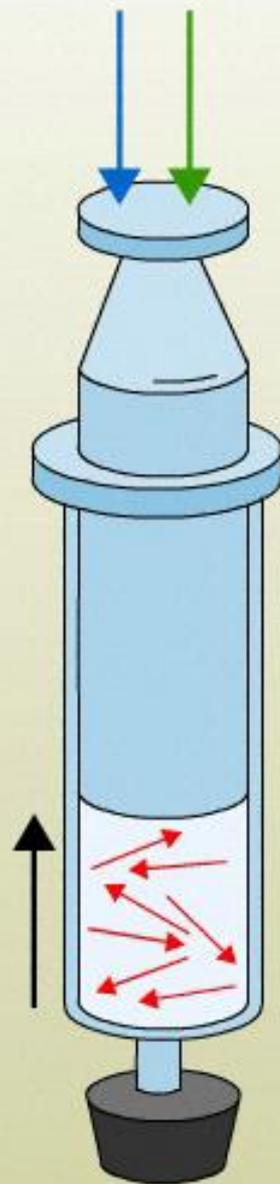
누르는 힘 (kgf)	주사기의 단면적 (cm^2)	대기압 (atm)	주사기 안의 기압 (atm)	주사기 안의 부피 (mL)
0.00	3.14	1.00	1.00	50.0
0.35	3.14	1.00	1.11	45.0
0.79	3.14	1.00	1.25	40.0
1.35	3.14	1.00	1.43	35.0
2.10	3.14	1.00	1.67	30.0

대기압



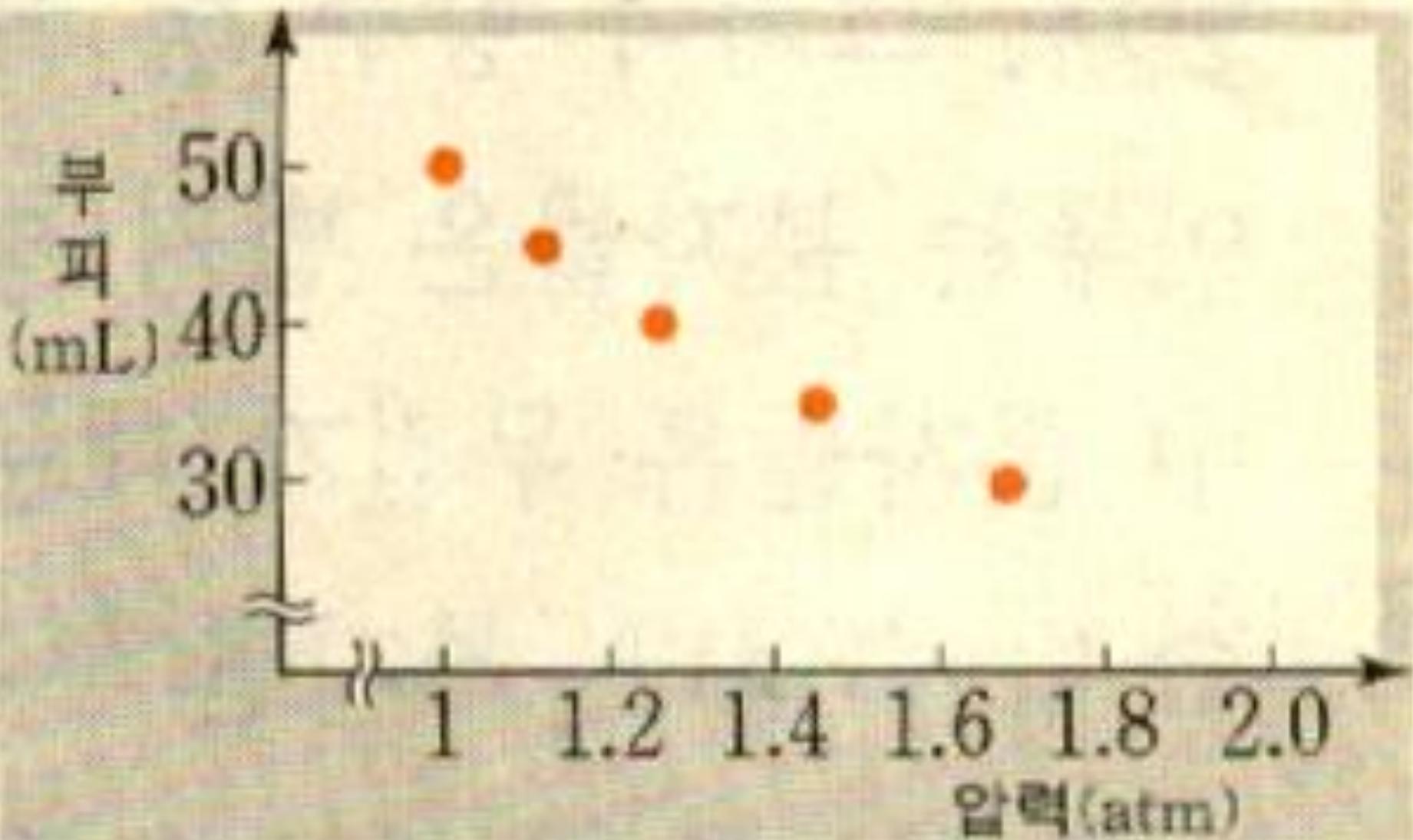
주사기 속의 공기 압력= 대기압

대기압 손으로 눌러준 압력



주사기 속의 공기 압력= 대기압+ 손으로 눌러준 압력

4.기체의 압력과 부피의 관계를 그래프로 그려 보자.



결과토의) 1. 측정 자료에서 압력과 부피는 어떤 관계가 있는가? 반비례 관계이다.

2. 더 정확한 측정을 위해서는 어떻게 해야 할지 토의해 보자.

(1) 여러 사람이, 여러 번 측정하여 평균값을 구한다.

(2) 눈금이 정확한 주사기를 사용한다.

(3) 내부의 공기가 손실되지 않는 주사기를 사용하고, 주사기 끝을 잘 막는다.

(4) 정확하게 저울을 영점 조절한다.

(5) 저울의 중앙에 주사기를 놓는다.

3. 외부 압력이 변하였을 때, 주사기 내부에서 일어나는 현상들을 분자 운동으로 설명해 보자. 외부 압력이 증가하여 부피가 감소하면 기체 분자들이 주사기 벽에 충돌하는 횟수가 증가하므로 주사기 내부의 기체 압력이 증가한다.



주사기

스탠드

추

실험. 기체의 부피와 압력

탐구5. 기체의 압력과 부피 변화



그림13. 공기 방울의 변화 관찰

과정) 주사기 안에 들어 있는 공기 방울의 크기를 변화시켜 보고, 기체의 부피와 압력 사이에는 어떤 관계가 있는지 알아보자.

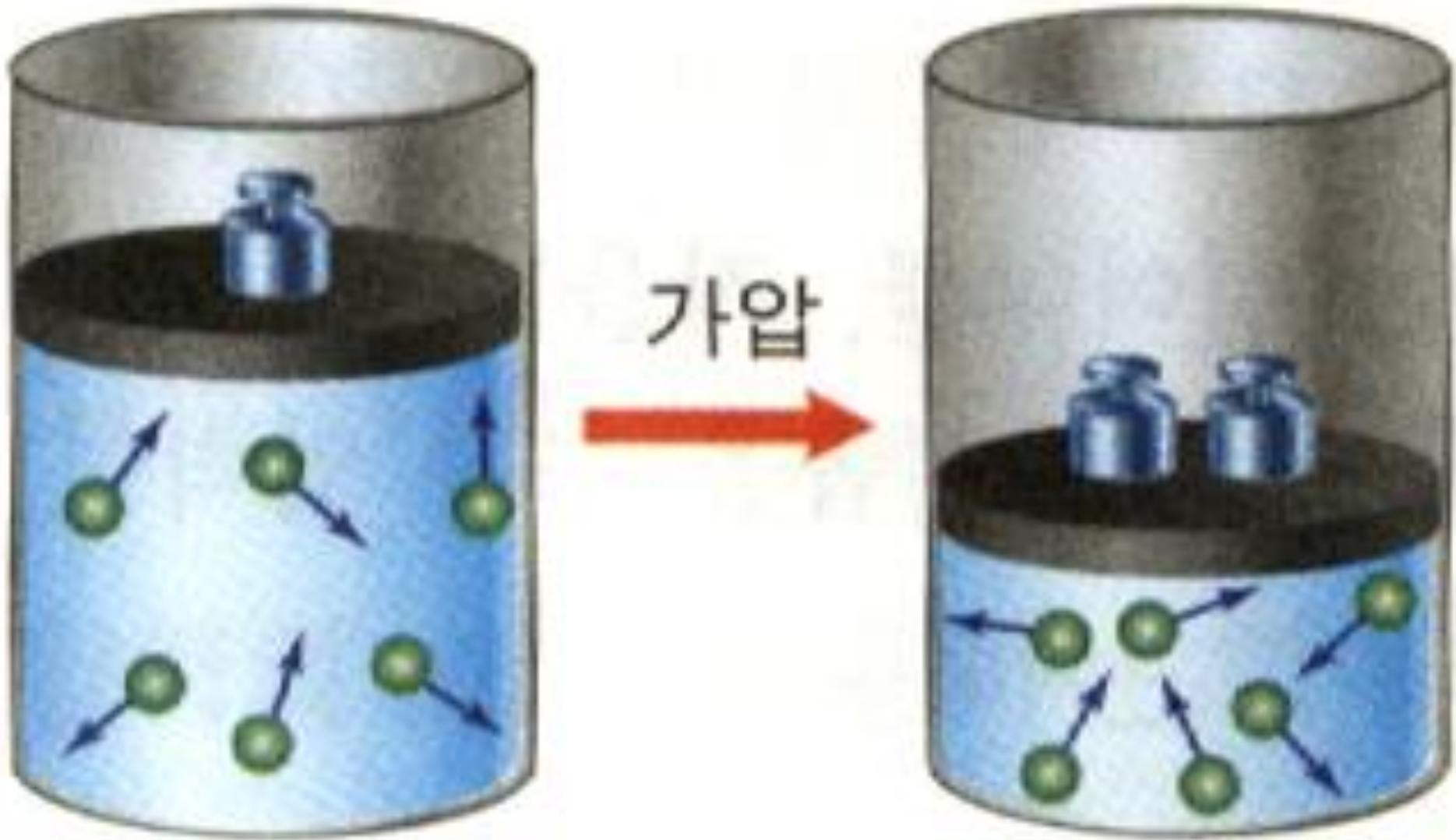
- 1.플라스틱 주사기 안에 색소를 섞은 물을 1/3 정도 넣자.
- 2.공기를 약간 넣고 흔들어서 피스톤의 끝 부분에 그림13과 같이 공기 방울이 생기도록 하자.
- 3.주사기 끝을 막고, 피스톤을 누르거나 당기면서 물 속의 공기 방울이 어떻게 변하는지 관찰해 보자.

관찰결과) 피스톤을 누르면 공기 방울의 크기가 작아지고, 당기면 공기 방울의 크기가 커진다.

결과정리) 1.공기 방울의 크기가 변하는 이유는 무엇인가? 피스톤을 누르거나 당기면 주사기 안에 들어 있는 물과 기체에 미치는 압력이 변화하기 때문이다.

2.기체의 압력과 부피 사이에는 어떤 관계가 있는지 이야기해 보자. 기체의 압력이 증가하면 부피가 감소하고, 압력이 감소하면 부피는 증가한다.

펼기



기체의 온도와 기체의 양이 일정할 때

LOADING
0 %

●공기의 부피 변화와 압력 측정하기



보일

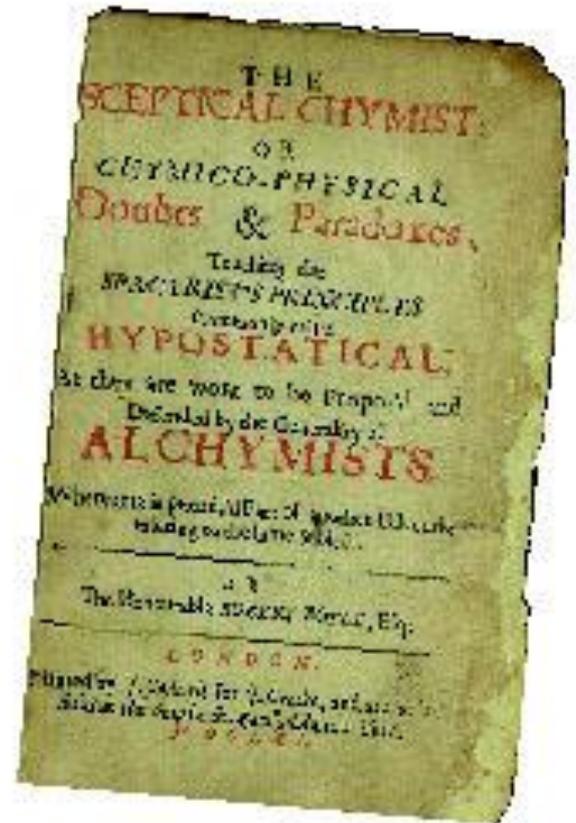


그림15. 1661년에 발간된 보일의 저서

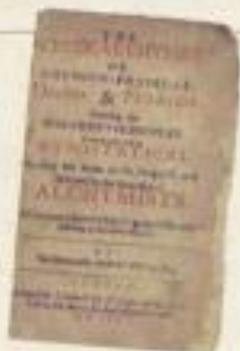


로버트 보일

(Robert Boyle: 1627~1691)

영국의 과학자인 보일은 자연에 대한 호기심이 강하여, 혈액 순환, 색, 전기, 빛, 소리 등 다양한 연구를 하였다. 그는 1662년 기체의 압력과 부피의 관계에 대한 법칙을 발견하였다.

▶ 그림 15 1661년에 발간된 보일의 저서



어떻게 과학에 관심을 가지게 되었나요?

12살 때 스위스, 프랑스, 이탈리아 등지에서 공부를 하였는데, 이탈리아에 있을 때 천문학자인 갈릴레이의 생애에 감명을 받았고, 자연에 대한 궁금증을 해결하고 싶어서였지요.

공기에 대해서는 어떤 실험들을 했나요?

진공 펌프를 개량해서 진공 상태에서도 소리가 들리는지, 또 물체가 탈 때는 어떻게 되는지를 실험하였고, 진공에서는 100도가 안 되더라도 물이 끓는다는 것을 알아 냈어요. 특히, 공기를 압축할 때 압력이 클수록 부피가 감소한다는 실험은 매우 중요했지요.

공기가 입자로 되어 있다는 것을 처음 생각했나요?

그렇지는 않아요. 예전부터 공기가 입자로 되어 있다는 생각이 있었고, 저는 그 생각을 이용하여 실험 결과를 해석한 것이지요. 공기 입

자 사이에 무엇이 존재하는지에 대해서는 뉴턴과 편지를 주고받으며 논의하기도 했지요.



▶ 그림 16 피스톤을 잡아당겨서 압력을 낮추면 100도 이하에서도 물이 끓는다.



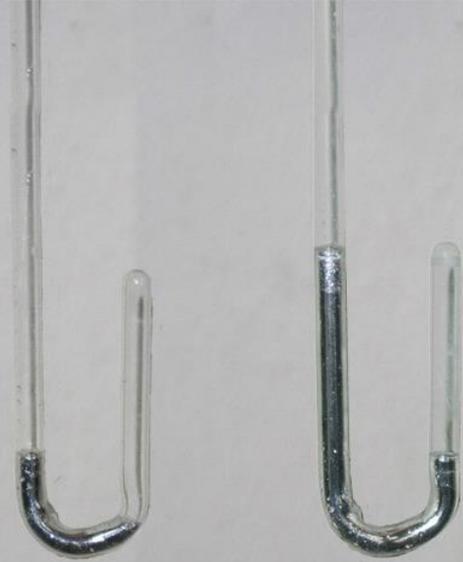
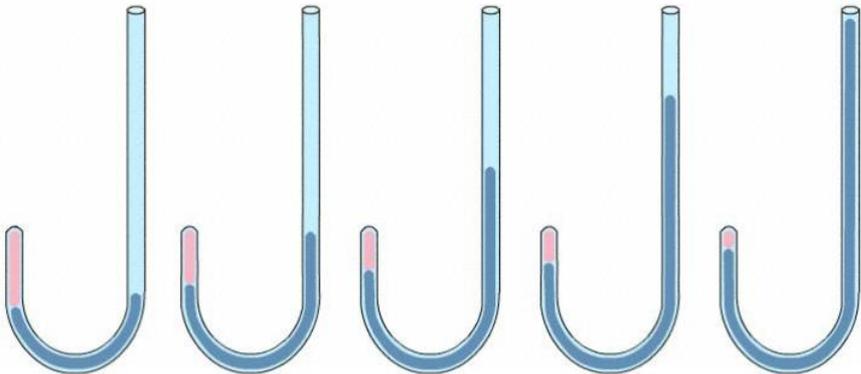
과학자

<http://www.science.or.kr/>

보일의 실험2 - 확인

공기

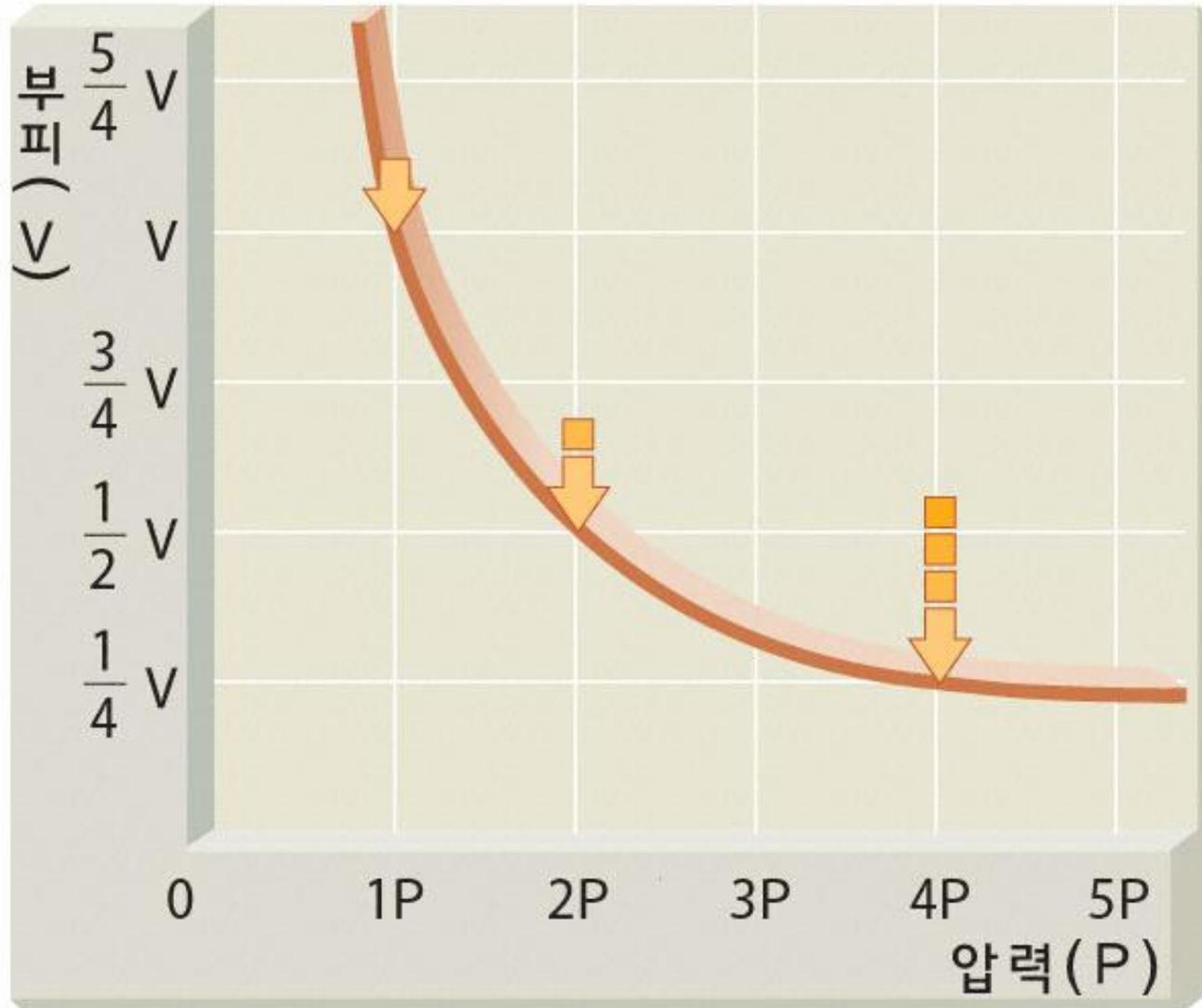
수은



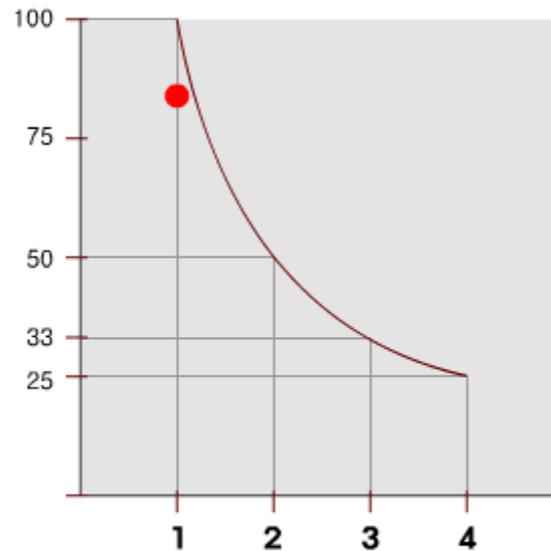
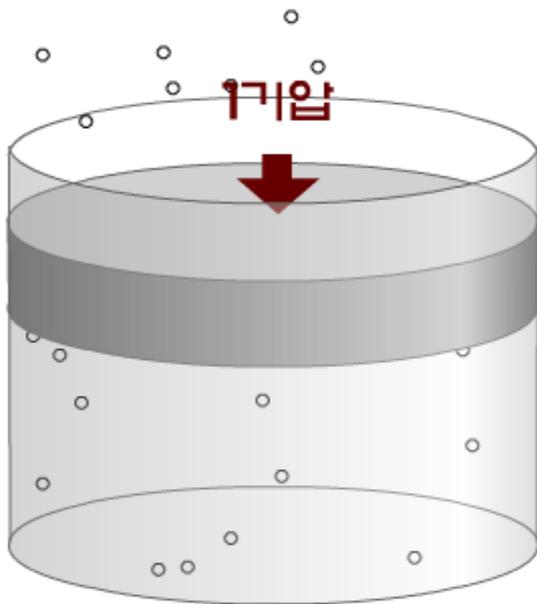
보일은 짧은 쪽 끝은 막혀 있고, 긴 쪽 끝은 열려 있는 J자 모양의 유리관 속에 일정량의 공기를 J자관의 짧은 쪽에 밀폐시킨 후 입구가 열린 긴 쪽에서 수은을 부어 넣어 압력을 조절하였다. 이때, 수은을 넣으면 넣을수록 밀폐된 쪽의 기체의 부피가 줄어든다는 것을 알았다. 공기에 가해지는 압력이 2배, 3배로 증가할수록 밀폐된 공기의 부피는 1/2배, 1/3배로 감소하였다. 공기의 압력과 부피 사이에 반비례 관계가 성립된다는 것을 발견하였다.

17세기 보일은 실험을 통하여 기체의 압력과 부피가 서로 반비례함을 발견하였다. 이와 같은 규칙성을 보일의 법칙이라고 부른다.

펼기



일정한 온도에서 일정량 기체의 압력(P)과 부피(V)의 곱은 항상 일정하다.



압력

부피 = 0. L

압력 X 부피 = 0.

보일의 법칙(2)

연구1. 다음 그림은 기체의 압력과 부피와의 관계를 나타낸 것이다. 주사기 안에 기체 분자를 5개씩 그린 후, 물음에 답해 보자.

(1) 기체 분자 사이의 평균 거리가 가장 가까운 것은 (가), (나), (다) 중 어느 것인가? (다)

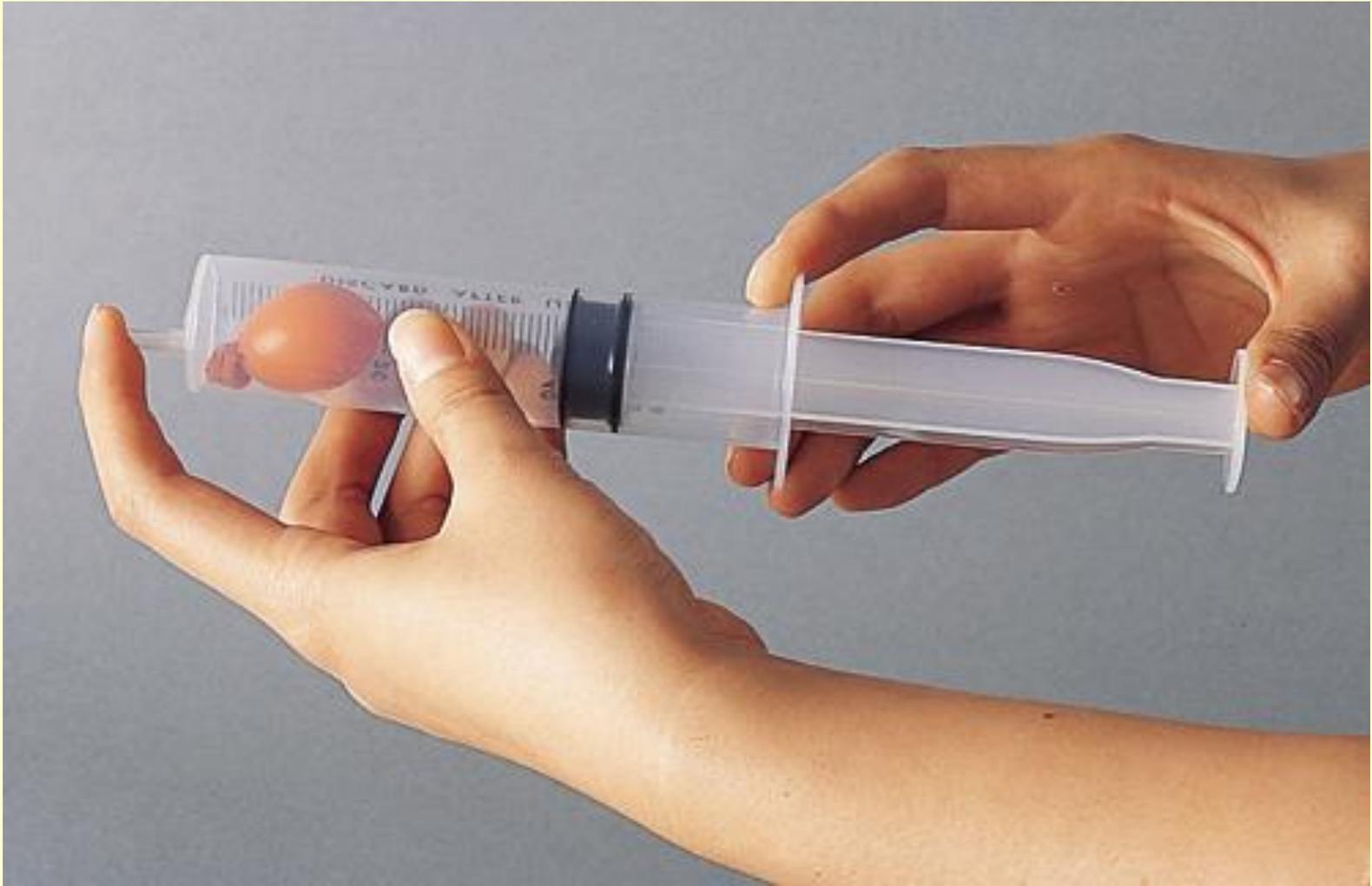
(2) 기체 분자가 주사기의 벽에 부딪치는 횟수가 가장 적은 것은 어느 것일까? (가)

(3) 주사기 안의 압력이 큰 순서대로 적어 보자.

(다) > (나) > (가)

실험. 풍선의 부피 변화

- 과정) 1. 풍선을 불어서 주사기 속에 넣는다.
2. 주사기의 끝을 한 손으로 막은 상태에서 다른 손으로 피스톤을 누르면서 풍선의 변화를 관찰한다.
3. 피스톤을 당기면서 풍선의 변화를 관찰한다.



LOADING
0 %

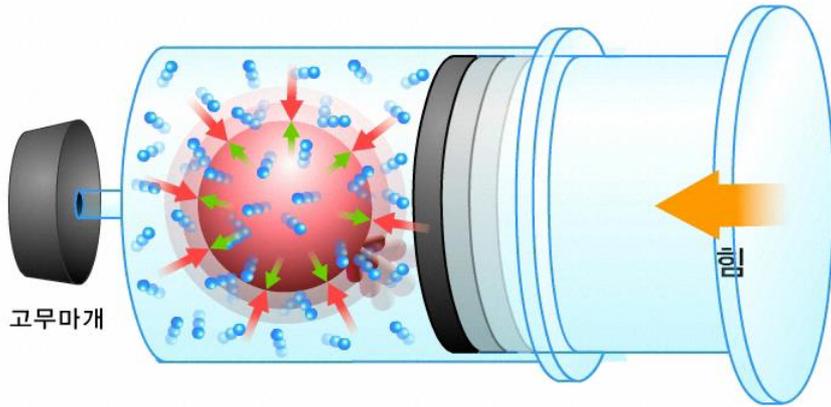
● 기체의 압력과 부피 변화

결과정리) 1. 풍선의 부피가 변하는 이유는 무엇인가? 피스톤을 누르면 풍선의 크기는 작아지고, 피스톤을 당기는 풍선의 크기는 커진다. 피스톤을 누르면 주사기 속 공기의 부피가 줄어들어 풍선에 작용하는 공기의 압력이 커지기 때문에 풍선이 작아진다. 반대로 당기면 주사기 속 공기의 부피가 늘어나 풍선에 작용하는 공기의 압력이 작아지기 때문에 풍선이 커진다.

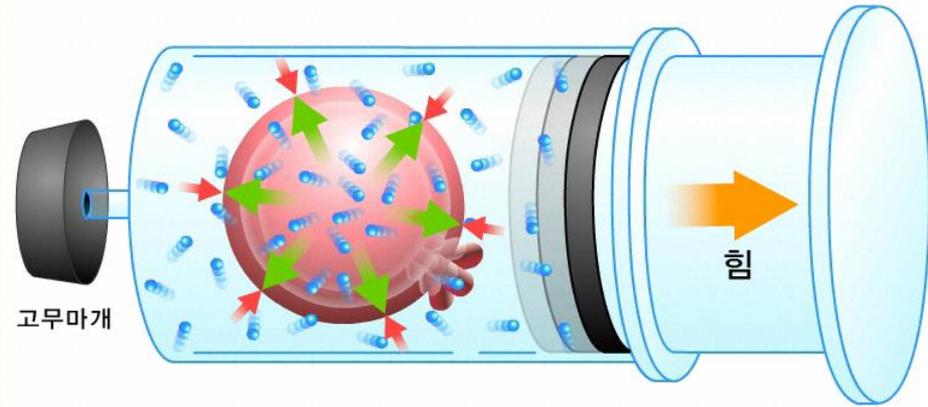
2. 풍선의 부피가 늘어나거나 줄어들 때 그 크기가 변하지만 모양은 일정한 것으로 보아, 공기의 압력은 어떻게 작용한다고 볼 수 있는가? 공기의 압력은 모든 방향으로 작용한다.

펼기

주사기 속의 풍선이 작아지는 이유



주사기 속의 풍선이 커지는 이유





압력개구리



초코파이의 중간에 들어 가는 하얀 물질은 마시멜로인데 매우 가벼우면서도 부드럽다. 마시멜로 내부에는 공기가 많이 채워져 있어 이것을 주사기에 넣고 피스톤을 잡아당겨 부피를 증가시키면 주사기 내부의 압력이 작아지게 되고 이때 마시멜로 내부의 공기는 팽창하게 된다. 결국 마시멜로가 커지게 된다.

실험. 압력! 피할 수 없다면 즐기자!

- 과정) 1.봉지를 벗긴 초코파이를 통 속에 넣고 피스톤을 왕복시킨 후 진공실험장치 뚜껑의 push(누름)버튼을 눌러보자.
2.진공장치 속에 작은 고무풍선을 넣고 피스톤을 왕복시킨 후 진공실험장치 뚜껑의 push(누름)버튼을 눌러보자.





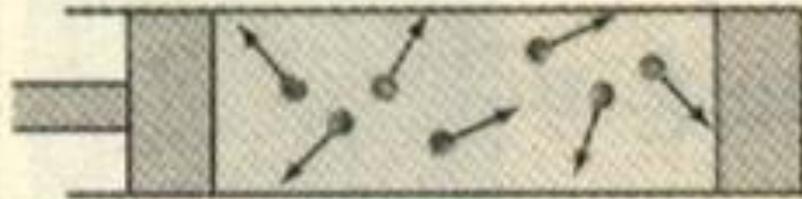
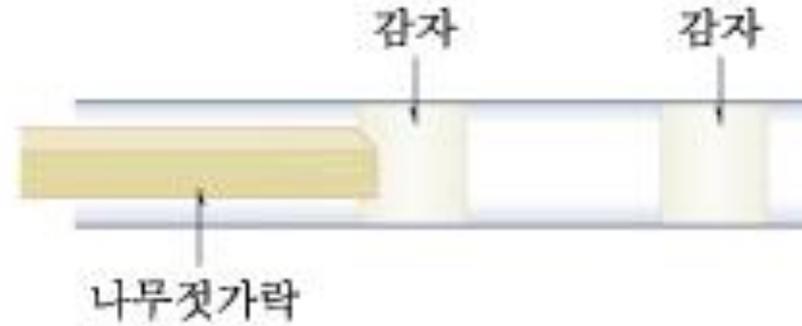
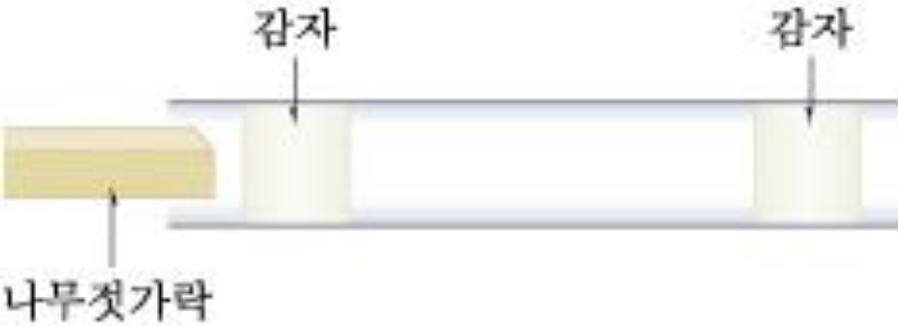


초코파이 기압계

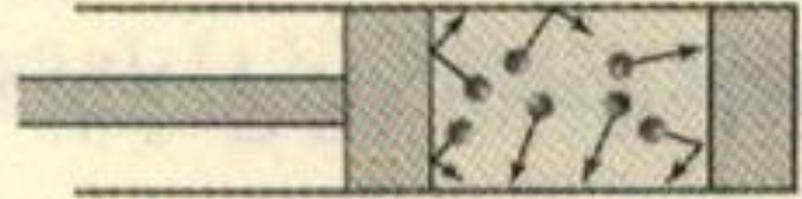
실험. 볼펜대를 이용한 딱총 만들기

과정) 종이를 물에 적셔 뭉친 다음 볼펜대의 한쪽 끝에 다져 넣어 막는다. 그리고 나서 젖은 종이를 다른 쪽 끝에 다져 넣고 나무젓가락으로 밀어넣으면서 공기의 부피가 어떻게 변하는지 살펴보자.





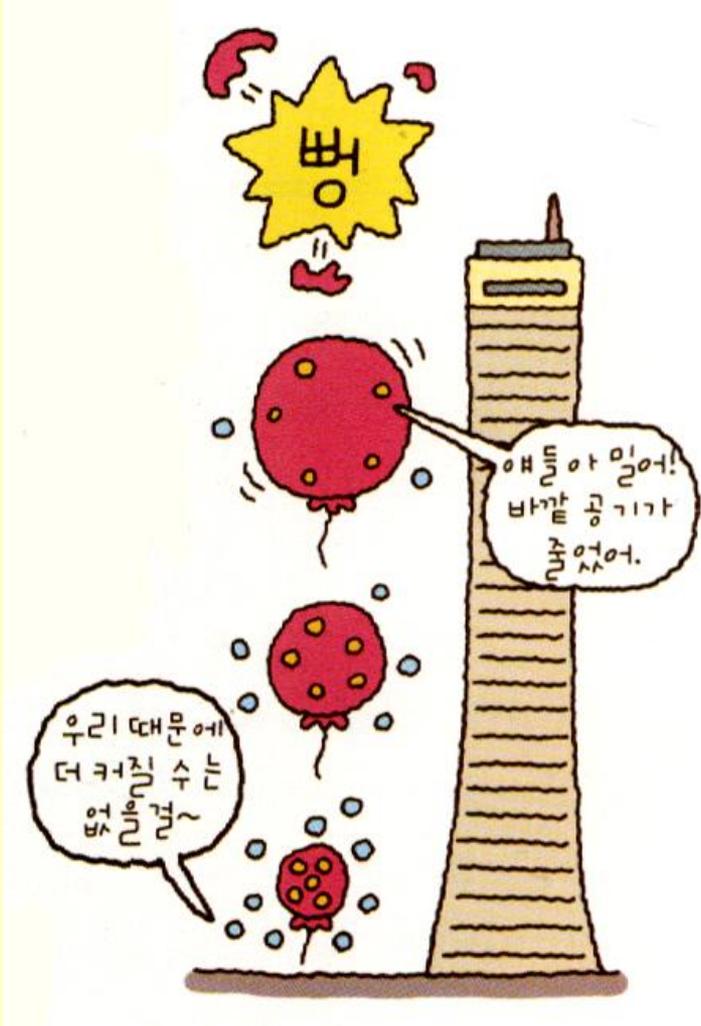
밀기전



날아가기 직전

결과정리) 나무젓가락을 볼펜대 속으로 밀어넣을수록 공기의 부피는 점차 줄어든다. 공기의 부피가 점점 줄어들다가 어느 순간에 뱅 소리를 내면서 반대쪽에 다져 넣은 종이 총알이 튀어나간다. 이것은 압축된 볼펜대 속의 공기 압력에 의하여 종이 총알이 밀려나가면서 나타나는 현상이다.





가지고 놀던 풍선을 놓쳤을 때, 하늘 높이 올라가면서 풍선은 어떻게 될까? 고무 풍선이 하늘 높이 올라가면 주변의 기압이 낮아지면서 상대적으로 고무 풍선 안쪽의 기압이 커져 풍선이 팽창한다. 이때, 풍선 내부의 압력이 풍선의 탄력보다 커지면 결국 터지게 된다.



풍선 내부 - 압력이 크다

풍선 외부 - 압력이 작다

고도 : 0 m

기압 : 760 mmHg



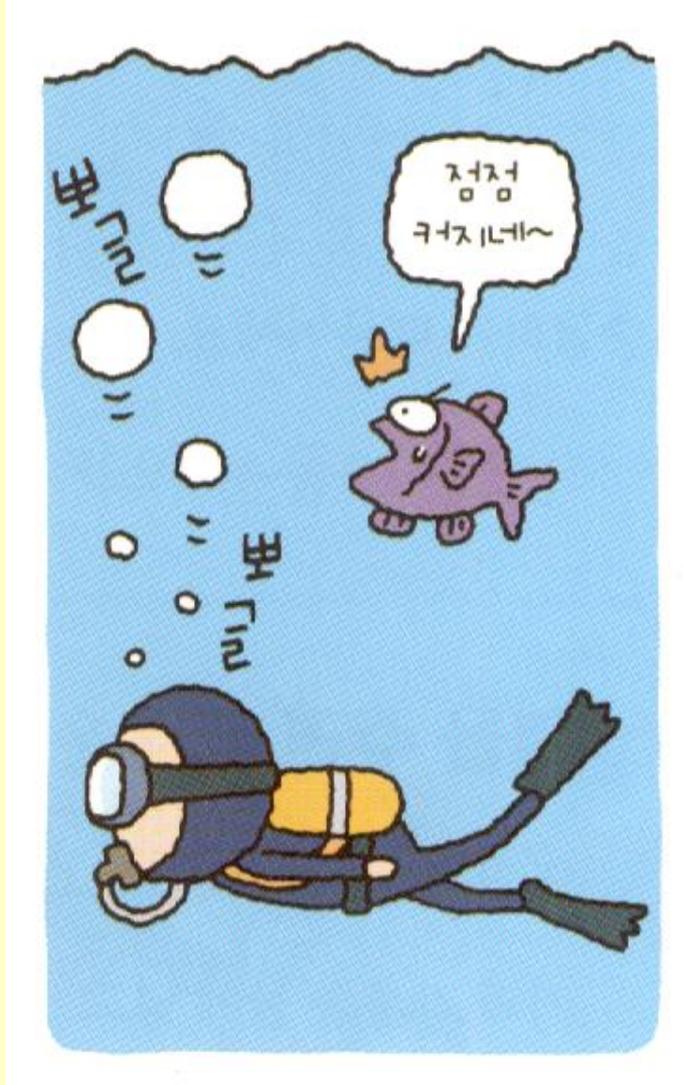
놀이동산에 가면 헬륨 가스를 넣은 풍선을 팔지? 헬륨 가스는 공기보다 가볍기 때문에 풍선은 위로 떠오르게 되지.

지구와 세계
L0





그림12. 수중 잠수부가 내뿜는 공기 방울



바닷속으로 깊이 들어갈수록 물에 의한 압력이 커지고 반대로 수면에 가까울수록 압력은 작아진다. 따라서 바닷속에서 일을 하는 잠수부가 호흡할 때 생긴 기포는 수면 위로 올라감에 따라 압력이 작아져서 부피가 커지게 된다.



상승함
에 따라
수압이
약해져
기포의
크기는
커진다.



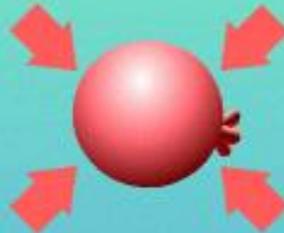
바닷속의 풍선



0m - 1기압



10m - 2기압



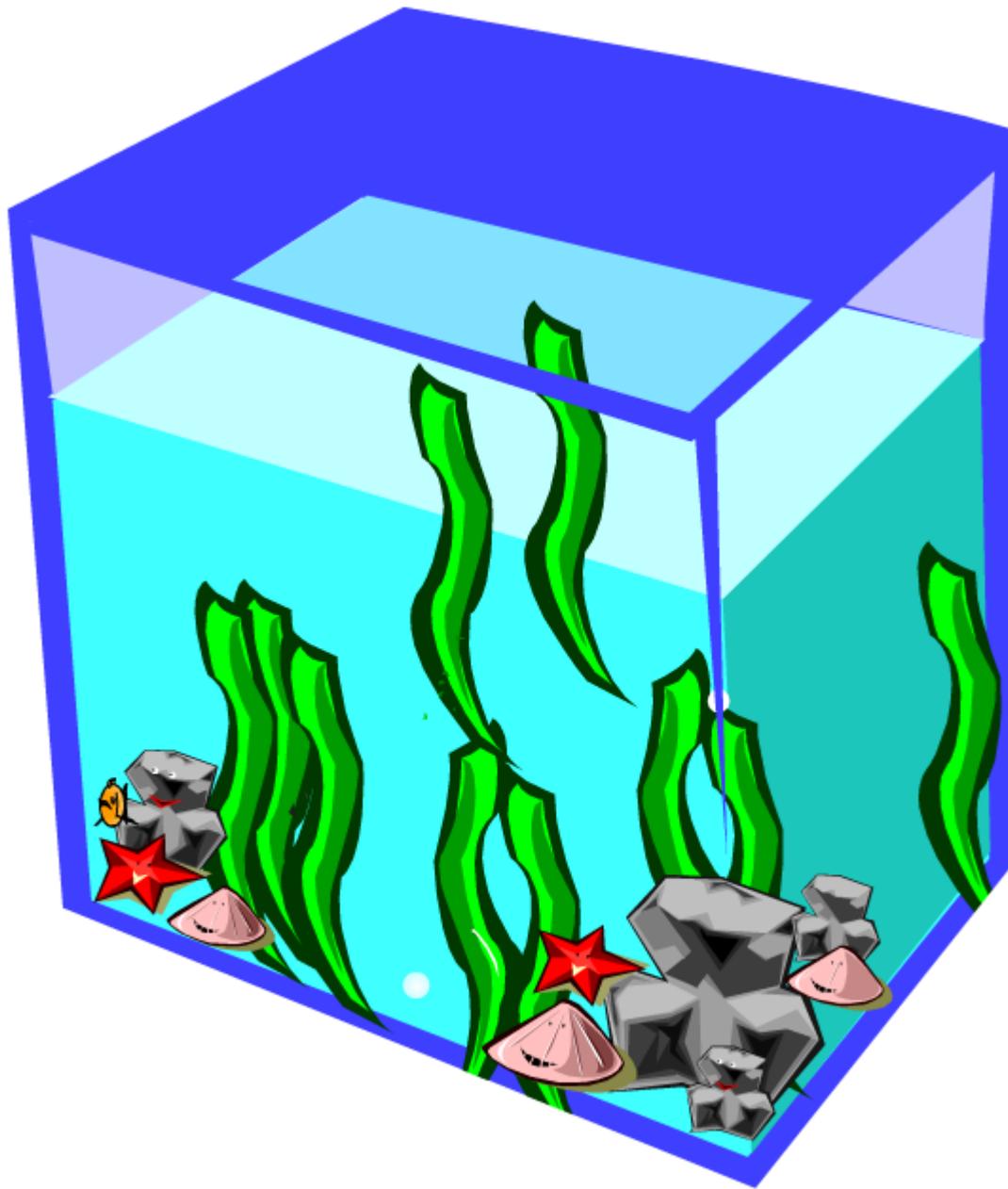
20m - 3기압



30m - 4기압



잠수부들이 수면으로 올라오에 따라 폐가 급격하게 팽창하면, 폐 속의 공기 압력에 의해 그들의 폐는 파괴된다. 그러므로 물 밖으로 올라올 때는 천천히 올라와야 이와 같은 잠수병을 피할 수 있다.



어항 밑바닥에서 위로 올라오는 공기 방울: 어항의 아래에서 발생된 기포가 위로 올라오면서 점차 커진다. 수면에서 깊은 곳일수록 수압이 크므로 압력을 더 많이 받게 된다. 따라서 수족관에서 발생하는 기포의 크기는 수면 가까이 올라올수록 압력을 적게 받기 때문에 점점 커진다.



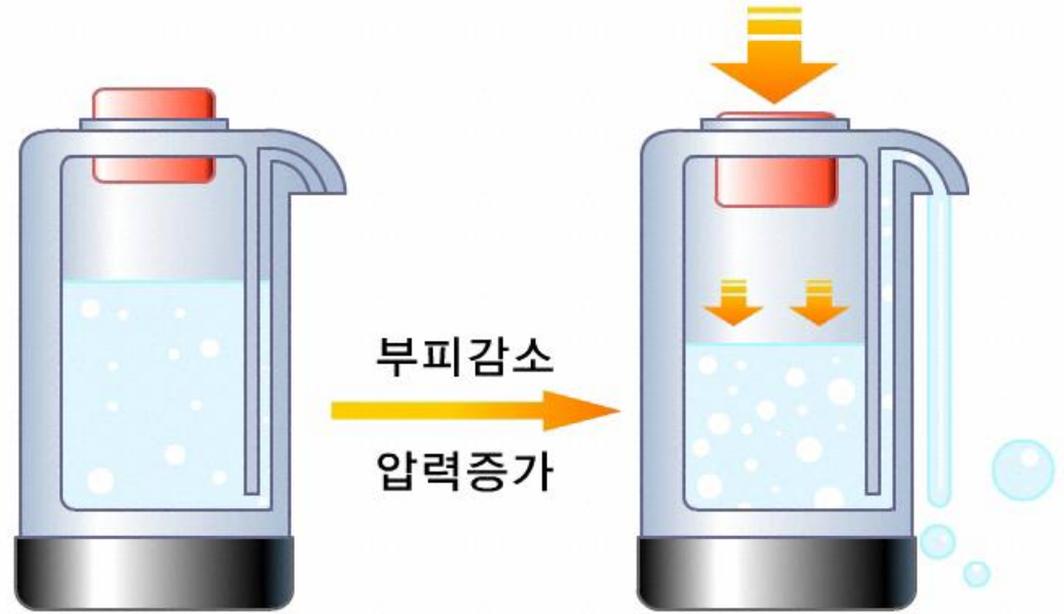
아, 다행히 작은 방귀다.
아무도 모르겠지~



뜨아~ 어떻게 된 거야?
왜 이리 커진 거야?



보온병의 원리



보온병 안에 물을 넣고 보온병의 꼭지 부분을 누르면 보온병에서 물이 나온다: 펌프식 보온병의 원리는 펌프식 보온병 안의 물 위에 공기가 들어 있고, 보온병의 꼭지를 누를 때 보온병 안의 공기는 압축된다. 펌프식 보온병 내부의 공기를 압축시켜 그 압력으로 물이 나오게 하는 것이다.

빨대로 음료수를 마시는 것을 보일의 법칙으로 설명해 보자.

빨대로 음료수를 마실 때에는 빨대나 입 속의 공기를 들이 마셔야 한다. 빨대 속의 공기가 폐로 들어가면 빨대 속의 압력이 낮아지므로, 음료수를 누르고 있는 바깥쪽의 대기압에 의해 음료수가 빨대를 통해 위로 올라오게 된다. 즉, 상대적으로 커진 외부의 대기압이 음료수를 밀어 올렸기 때문에 마실 수 있게 되는 것이다.



기체의 압력과 부피

학습하기

압력에 따른 부피변화와 관련 있는 현상은?

설명 보기



닫기

학습메뉴

설명보기를 클릭하면 내용을 볼 수 있어요

8/9

The image shows a digital learning interface. At the top, there are two tabs: '기체의 압력과 부피' (Gas Pressure and Volume) and '학습하기' (Learning). The main content area has a question: '압력에 따른 부피변화와 관련 있는 현상은?' (Which phenomenon is related to volume change according to pressure?). Below the question is an illustration of a boy with brown hair, wearing a light green sweater, sitting at a brown desk and drinking from a white cup with a straw. To the right of the illustration is a red button labeled '설명 보기' (View Explanation). At the bottom right of the illustration area is a red button labeled '닫기' (Close). At the bottom of the interface, there is a blue bar with '학습메뉴' (Learning Menu) on the left, a white box with the text '설명보기를 클릭하면 내용을 볼 수 있어요' (You can view the content by clicking on the explanation button), and a system tray on the right containing icons for a pencil, eraser, and a magnifying glass, along with the page number '8/9'.



<호기심천국> 빨대실험



또한, 예전에 농촌에서 흔히 사용하던 물 펌프도 같은 원리이다. 아래, 위로 펌프질하면 관 속이 부분적으로 진공 상태가 되며, 대기압에 의해 압력이 줄어든 관 속으로 물이 밀어 올려지는 것이다.



공기 펌프



유리 세척용 분무기

스프레이통의 원리: 압력을 가해서 내용물과 함께 LPG를 통에 넣고, 사용할 때 꼭지를 누르면 바깥 공기와 통하게 되어 통 속의 압력이 작아지고, 그에 따라 가스의 부피가 늘어나면서 내용물이 가스를 따라 분출한다.



뚫어뻥: 하수구가 막혀 있을 때에는 고무판이 달려 있는 기구를 사용하여 막힌 하수구를 뚫을 수 있다. 하수구를 뚫는 기구를 누르면 고무판 속의 공기에 압력을 가하게 되고 공기의 부피가 줄어 압력이 증가한다. 따라서 압력이 큰 공기가 막힌 곳에 힘을 크게 가하게 되므로 하수구가 뚫리게 된다.



<토탈리콜> 우주 공간에서는 압력이 낮으므로 우주복을 입지 않으면 몸의 안과 밖의 압력차에 의해서 신체가 부풀어오른다.