

2020 온라인 과학탐구챌린지 도움 자료

[관련교육과정] 2015개정 **중1** IV. 기체의 성질 3. 기체의 온도와 부피의 관계

V. 물질의 상태 변화 2. 여러 가지 물질의 상태 변화

2015개정 **중2** V. 물질의 특성 1. 물질의 특성

2015개정 **중3** I. 화학 반응의 규칙과 에너지 변화 1. 물질의 변화와 화학 반응식

가. 주어진 재료를 이용하여 “물이 빨리 들어가는 컵 마술”을 직접 해보자.

이 활동을 **여러 번 해보며** 가능한 한 많이, 구체적으로 관찰하고, 실험 노하우를 공유해보자.

[주안점] 실험을 하는 학생들이 실험에 익숙해질 수 있도록 반복 실험을 하며 실험에 영향을 주는 여러 변인을 충분히 고려하는지 확인한다.

[교사 도움] 1. 반복 실험을 하여 실험에 익숙해질 수 있도록 노력하는가?

2. 양초의 연소 과정에서 일어나는 상태 변화와 연소 시간, 컵의 온도 변화, 물의 높이 변화 등 다양한 관찰을 하는가? (관찰이 아닌 사례를 구분한다.)

(1) 관찰 결과

- (물이 조금씩 올라오다가) 촛불이 꺼진 후, 컵 속에 물이 올라오는 것을 관찰했는가?

- 양초가 타면서 산소와 반응하고 물과 이산화탄소가 생성된다. (관찰 x)
- 컵이 뿌옇게 흐려진다. 양초의 길이가 짧아진다.
- 산소가 충분하지 않은 상태에서 불완전 연소를 하게 되면 까만 그을음이 생긴다.
- 미처 타지 못한 기화된 양초 냄새도 난다.
- 컵의 뒷면이 앞면보다 뜨겁다. 불꽃의 크기에 따라 올라오는 물의 양이 달라진다.

(2) 실험 노하우

- 양초에 불을 붙인 뒤 충분히 기다리면 촛불 주변의 공기가 가열되어 기체 분자 사이 간격이 벌어지게 된다. 이때 용기를 덮으면 용기 안의 촛불은 산소가 있는 동안은 타다가 산소가 어느 정도 소모되면 촛불이 꺼지게 된다. 용기 안에서 초가 타는 동안에는 열이 계속 공급되기 때문에 기체 분자 운동이 더 활발해지고 더 큰 압력으로 물을 누르기 때문에 용기를 덮자마자 물이 올라오지 않는다.

- 초가 연소하며 발생하는 이산화탄소에 의해 초의 길이에 따라 촛불이 꺼지는 시간에 영향을 미칠 수 있으나, 실험 상황에 따라 대류에 의해 촛불이 꺼지는 시간이 달라지기도 한다. 그렇기 때문에 반복 실험을 통해 실험 결과를 평균 내서 일반화시키는 것이 필요하다.

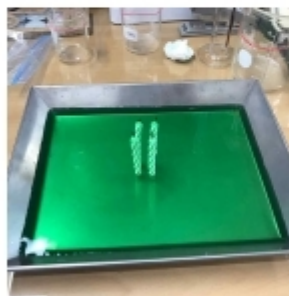
- 불꽃의 크기가 충분히 클 때 산소를 더 많이 소모할 수 있어서 변인 통제를 위해 불꽃의 크기를 통제하기 위한 노력(충분히 타서 불꽃 크기가 일정할 때 실험)을 하는지 확인하자.

- 촛불이 꺼지지 않도록 조심하며 용기를 덮어야 한다.

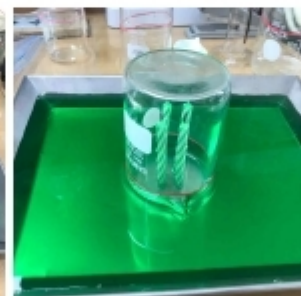
- 충분히 용기가 식은 후(차가운 물을 부려) 물의 높이 변화가 없을 때 높이를 측정해야 한다.

나. 주어진 재료를 이용하여 컵 속으로 빨리 들어가는 물의 양에 영향을 주는 요인을 찾아보려고 한다.

- (1) 물의 양에 영향을 주는 요인들과 예상되는 결과를 모두 찾아보자.
- (2) 컵 속으로 빨리 들어간 물의 양을 측정하는 방법을 공유하자.
- (3) (1)의 요인 중 하나를 선택하여 확인하는 실험과정을 설계하자.



[양초 고정하기]



[양초를 켜지 않고 용기 덮기]



[양초 1개 연소 후 물의 상승]

[주안점] 1. 가설을 세울 수 있는가?

2. 가설에 따른 실험 과정을 타당하게 설계할 수 있는가?

3. 변인 통제를 잘하였는가? (양초의 길이, 촛불의 크기, 용기의 크기, 초가 켜져 있는 시간)

(1) 물의 양에 영향을 주는 요인

- 양초의 개수 (온도 조절) : 양초의 개수가 많을수록 물의 양이 증가할 것이다.
(변인통제 : 용기의 크기, 양초의 길이, 촛불의 크기, 초가 켜져 있는 시간)
- 용기의 크기 (산소의 양, 공기의 양 조절) : 용기의 크기가 클수록 물의 양이 증가할 것이다.
(변인통제 : 양초의 길이, 촛불의 크기, 초가 켜져 있는 시간)
- 양초에 의해 데워진 용기 위에 부은 물의 온도, 양초의 길이, 용기를 덮는 시간 등등

(2) 빨리 들어가는 물의 양을 측정하기 위한 방법

- 물의 높이로 측정하는 방법
→ 대조군이 필요. (고무줄로 기준 높이 표시)
양초를 켜지 않고 그냥 용기를 덮는 경우 용기 속의 공기가 물을 밀어 접시에 담은 물의 높이보다 용기 속의 물의 높이가 낮을 수 있어 기준 높이 표시가 어렵고 특히 비커와 같이 입구가 들려있는 경우 오차가 생길 수 있음.
반복 실험 결과 양초 1개를 연소시키는 경우 물의 높이가 거의 일정함.
(기준 높이로 설정할 수 있음.)
→ 물의 높이 변화 = 양초의 부피 + 증가한 물의 양
오차가 생길 수 있음.
 - 접시에 일정량의 물을 담고 용기에 물이 충분히 빨리 들어갔을 때 남은 물의 양 측정하는 방법
→ 용기로 비커를 사용하는 경우에는 입구가 들려있어 오차가 생길 수 있음.
- ⇒ 이러한 방법 외에도 다른 측정 방법도 가능하며, 오차가 생길 수 있는 부분을 학생들이 찾아내 오차를 줄일 수 있는 방법을 찾고자 노력하는 부분을 평가했으면 한다.

(3) 물의 양에 영향을 주는 요인 실험설계 I

1. 실험 목표

양초의 개수를 변화시켜 컵 속 물의 높이를 조절할 수 있다.

2. 가설

양초의 개수가 늘어날수록 컵 속으로 빨려 들어가는 물의 높이가 높아질 것이다.

3. 실험 방법

가. 접시에 길이가 같은 양초 4개를 고정한다.

나. 접시에 물 500mL를 붓는다.

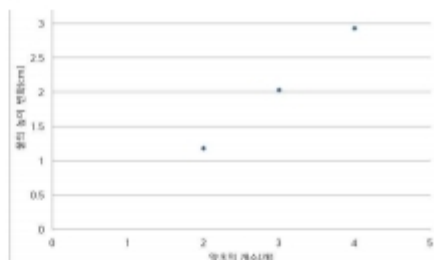
다. 양초 1개에 불을 켜고, 15초 정도 기다린 후(촛불의 크기가 일정해 졌을 때, 촛불 주변 공기가 충분히 데워진 후) 용기를 뒤집어 양초를 덮는다.

라. 시간이 지나 물이 충분히 빨려 들어갈 때까지 기다린 후, 고무 밴드를 용기에 끼워 물의 높이를 표시한다.(기준 높이 표시)

마. 양초의 개수를 늘려가며 물의 높이 변화를 측정하고, 반복 실험한다.

4. 실험 결과

실험 횟수	양초의 개수			
	1개	2개	3개	4개
1회	기준	1.15	2.1	3.0
2회	기준	1.2	1.9	2.9
3회	기준	1.2	2.1	2.9
평균	기준	1.18	2.03	2.93



그래프, 양초의 개수와 물의 높이 변화와의 관계

양초의 개수가 많아질수록 빨려 올라가는 물의 양이 많아진다.

⇒ 학생들은 초의 개수에 따라 물의 높이가 선형적인 관계를 가질 것이라 생각할 수 있지만 용기의 크기에 따라 초가 탈 수 있는 시간이 달라져 올라오는 물의 높이가 다르며, 어느 정도 물의 높이가 증가한 후에는 초의 개수가 증가해도 물의 높이가 증가하지 않는다. (용기 속의 산소의 양에 한계가 있으므로 공기의 온도를 계속 올릴 수 없기 때문에)

5. 결론

양초의 개수가 많을수록 양초 주위의 공기가 데워져(공기 온도가 올라가) 입자 운동이 활발해지고 입자 사이 거리가 증가해 공기의 부피가 많이 증가하고, 같은 부피 속에 들어 있는 공기 입자 수가 줄어든다. 촛불이 꺼지면 용기 내부 공기가 냉각되어(공기 온도가 내려가) 기체 분자 사이 간격이 가까워지고 부피가 더 많이 줄어들어 용기 내부의 압력과 외부의 대기압이 차이가 커져 물이 더 많이 빨려 올라간다.

(3) 물의 양에 영향을 주는 요인 실험설계 II

1. 실험 목표

용기의 크기를 변화시켜 컵 속 물의 높이를 조절할 수 있다.

2. 가설

용기의 크기가 커질수록 컵 속으로 빨려 들어가는 물의 높이가 높아질 것이다.

3. 실험 방법

가. 접시에 길이가 같은 양초 4개를 고정한다.

나. 접시에 물 500mL를 붓는다.

다. 양초 1개에 불을 켜고, 15초 정도 기다린 후(촛불의 크기가 일정해 졌을 때, 촛불 주변 공기가 충분히 데워진 후) 작은 용기를 뒤집어 양초를 덮는다.

라. 시간이 지나 물이 충분히 빨려 들어갈 때까지 기다린 후, 고무 밴드를 용기에 끼워 물의 높이를 표시한다.(기준 높이 표시)

마. 큰 용기를 이용해 물의 높이 변화를 측정하고, 반복 실험한다.

4. 실험 결과

실험 횟수	용기의 크기		
	작은 용기 부피()	중간 용기 부피 ()	큰 용기 부피 ()
1회			
2회			
3회			
평균			

그래프, 용기의 부피와 물의 높이 변화와의 관계

용기의 부피가 커질수록 빨려 올라가는 물의 양이 많아진다.

⇒ 원기둥 모양의 용기를 준비할 수 있다면 자료 크기를 측정해 용기의 부피를 구하고 의미 있는 그래프를 얻을 수 있을 것이다.

5. 결론

용기의 부피가 커질수록 산소의 양이 많아 양초가 오랜 시간 동안 연소할 수 있고, 양초 주위의 공기가 데워져(공기 온도가 올라가) 입자 운동이 활발해지고 입자 사이 거리가 증가해 공기의 부피가 많이 증가하고, 같은 부피 속에 들어 있는 공기 입자 수가 줄어든다. 촛불이 꺼지면 용기 내부 공기가 냉각되어(공기 온도가 내려가) 기체 분자 사이 간격이 가까워지고 부피가 더 많이 줄어들어 용기 내부의 압력과 외부의 대기압이 차이가 커져 물이 더 많이 빨려 올라간다.

다. 위 과정을 바탕으로 “물이 빨리 들어가는 컵 마술”에서 컵 속에 물이 들어가는 원리를 설명해 보자. 이 원리와 관련 있는 실생활 속의 예를 3가지 찾아보자.

(1) 컵 속에 물이 빨리 들어가는 원리

학생들이 많이 할 수 있는 답은

- ① 양초가 탈 때 산소가 소모되어 용기 내부의 압력이 감소한 만큼 물이 공간을 채우기 때문이다.
- ② 양초가 탈 때 발생한 이산화탄소가 물에 녹으며 용기 내부의 압력이 감소한 만큼 물이 공간을 채우기 때문이다.
- ③ 양초가 탈 때 발생한 수증기가 응결되면서 용기 내부의 압력이 감소하기 때문이다.
- ④ 양초가 탈 때 촛불에 의해 (주변 공기가 팽창하여 회박해지고,) 가열된 용기 내부의 공기가 촛불이 꺼지면 온도가 내려가 공기가 수축하고 용기 내부의 압력이 감소하기 때문에 물이 빨리 올라가기 때문이다.

(기체의 온도와 부피의 관계 : 샤를의 법칙)

→ 만약 산소나 이산화탄소의 소모에 의해 물이 상승한다면 촛불이 꺼진 직후 수면이 상승하는 것이 아니라 연소와 동시에 수면이 상승해야 한다. 연소 과정에 산소를 소모되지만, 이산화탄소와 수증기, 그 외 기체들이 발생하고, 용기 내부를 가열하여 실험해도 동일한 결과(학생들과 함께 실험하기)를 얻을 수 있으므로 기체의 부피 변화보다 기체의 온도와 부피의 관계로 설명하는 것이 타당하다.

(2) 온도에 따른 기체의 부피 변화와 관련된 실생활의 예

- 차가운 빈 유리병 입구에 물을 문힌 후 동전을 올려놓고 손으로 유리병을 감싸 쥐면 동전이 움직인다.
- 여름철 먹던 음료수 페트병의 뚜껑을 닫은 후 냉장고에 넣어두면 페트병이 찌그러진다.
- 풍등, 열기구의 연료에 불을 붙이면 떠오른다.
- 탁구공에 구멍을 뚫고 뜨거운 물에 담갔다가 차가운 물에 담구면 안으로 물이 들어간다.(오줌 싸개인형)
- 햇빛이 비치는 창가에 과자봉지를 두면 과자봉지가 부풀다.

등 온도에 따른 기체의 부피 변화와 관련된 실생활의 예는 모두 인정한다.