

수소의 성질 (12-2)

[제품구성]

- 랩에이즈 기체발생기 및 기체수집통 각 3개
- 기체수집병 24개 (뚜껑 포함)
- 카트리지 3개
- 고무튜브 및 클램프 각 3개
- 120mL 염산 9병
- 플라스틱 시험관 12개
- 나무막대 12개
- 왁스 심지 12개 (태우는 물질)
- 학생용 실험보고서 1장
- 교사용 지도서 1장

수소는 여러 가지 이유에서 매우 특별한 원소이다. 수소는 무색·무미·무취의 기체로 지구상에 존재하는 물질 중에서 가장 가볍다. 태양과 몇몇 행성의 대기는 대개 수소로 구성되어 있다고 알려져 있다.

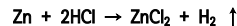
수소는 영국의 화학물리학자 헨리 카벤디쉬 (Henry Cavendish)에 의해 독특한 기체로 인식되었으며 프랑스 화학자 앙투안 라부아지에 (Antoine Laurent Lavoisier)가 이 기체를 '물을 만들어내는 것'이라는 의미의 수소로 명명했다.

수소의 원자 구조는 매우 간단해서 양성자 1개와 전자 1개로 구성되어 있다. 이 실험에서는 수소의 화학적, 물리적 특성을 학습할 것이다.

수소는 다음과 같은 분야에 활용된다. 수소 연료전지는 깨끗하고 조용할 뿐만 아니라, 효율도 높아 다용도로 쓰일 전망이다. 또한 수소의 성질은 수소내연기관용과 전기 동력의 자동차 모두의 연료가 될 수 있어 활발한 연구가 진행 중이다. 뿐만 아니라 수소의 가벼운 무게와 우수한 연소 성질 및 환경 친화성 때문에 수소는 비행기에 사용되는 이상적인 연료이다. 독일과 러시아는 수소를 연료로 쓰는 항공 수송의 개발에 협력하기로 합의한 것으로 알려졌다.

화합물에서 수소를 분리해내는 방법은 여러 가지이다. 랩에이즈 기체발생기를 이용하면 아연과 희석된 염산의 화학반응을 이용해 안전하고 쉽게 수소를 분리해낼 수 있다.

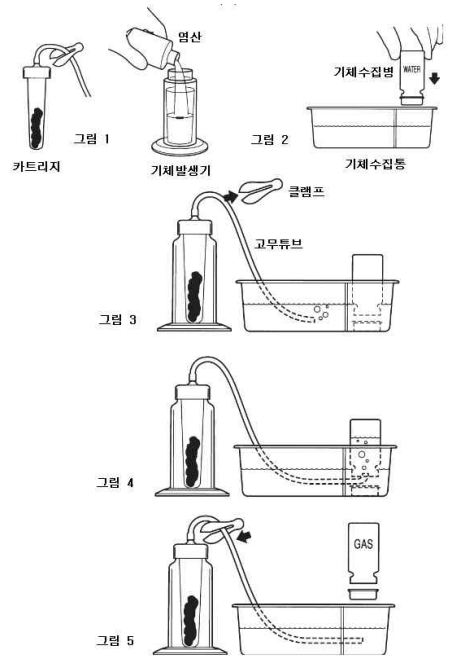
이 치환반응에서 아연은 염산의 수소를 치환한다.



수소 기체 수집을 위한 준비 및 수소 기체 수집

이 실험키트에는 학생과 교사 모두 쉽고 안전하고 효과적으로 실험할 수 있도록 특별히 개발된 기체발생기가 포함되어 있다. 기체발생기는 용매와 용질에 따라서 다양한 기체를 만들어낸다. 이 실험에서는 희석된 염산과 아연이 화학반응을 일으켜 수소를 만들어낸다. 액체의 흐름은 클램프에 의해 조절된다. 클램프를 제거하면 고무튜브를 따라 액체가 카트리지로 들어가 화학반응이 일어나는 것이다.

1. 기체발생기를 평평한 곳에 놓는다. 실험 중 용액을 흘릴 수도 있기 때문에 바닥에 종이 타월 등을 깔아두는 것이 좋다.
2. 고무튜브를 카트리지에 연결한다. 클램프를 카트리지 상단으로부터 3~5cm 되는 지점에 단단히 고정시킨다. (그림 1)
3. 기체발생기 옆면에 표시된 지점까지 용매 즉 희석된 염산을 조심스럽게 채운다. (그림 1)
4. 고무튜브와 클램프가 연결된 카트리지를 희석된 염산이 들어있는 기체발생기에 넣고 뚜껑을 닫는다.
5. 플라스틱 기체수집통에 약 3cm 또는 통 옆면에 표시된 지점까지 물을 채운다.
6. 기체수집병에 물을 가득 채우고 뚜껑을 단단히 닫는다. 기체수집통의 두 개 챔버 중 작은 챔버에 이 병을 거꾸로 넣는다. (그림 2)
7. 물속에서 뚜껑을 열고 병 주둥이가 물 밖으로 나오지 못하도록 조심한다. 뚜껑은 챔버 안에 둔다.
8. 고무튜브를 물속에 넣고 클램프를 제거한다. 그러면 기체발생기 안에 들어 있는 희석된 염산이 카트리지 바닥의 작은 구멍을 통해 카트리지 안으로 들어간다. 카트리지 안에서 염산과 고체가 만나면 화학반응이 일어난다. 이 반응의 결과로 기체가 발생하며 고무튜브 내부의 기체를 밖으로 내보낸다. 원래 고무튜브 안에 있었던 기체가 빠져나가도록 3~5초 기다린다. 이 공기가 빠져나가면서 공기방울이 만들어진다. (그림 3)
9. 기체수집통 안에는 칸막이가 있으며 이 칸막이에는 작은 구멍이 있다. 이 구멍에 고무튜브를 꼽는다. 이 때 고무튜브가 기체수집병에 들어갈 수 있도록 기체수집병을 살짝 들어준다. 단, 물에서 기체수집병을 꺼내지 말아야 한다. (그림 4)



10. 기체가 기체수집병 속의 물을 대체하도록 둔다. 기체수집병이 기체로 가득 차면 클램프로 다시 고무튜브를 집어 기체의 흐름을 차단한다. 생산 중이던 기체가 압력을 만들어내며, 따라서 카트리지에 있는 염산은 바닥의 구멍을 통해 밖으로 나가게 된다. (그림 5)
 11. 조심스럽게 기체수집병을 살짝 들어 플라스틱 뚜껑을 병아래 위치시키면서 뚜껑을 확실하게 잠근다. (그림 5)
 12. 이제 기체를 가득 담은 병을 사용할 수 있다. 수소와 같이 공기보다 밀도가 낮은 기체는 실험테이블에 놓을 때 병마개가 아래로 가게 놓는다. (그림 5)
 13. 램에이즈 기체발생기는 별도의 조치 없이 보관했다가 다음 수업에 사용할 수 있다. 위에 설명된 방법으로 원하면 언제든지 기체 생산 및 수집 실험을 할 수 있다. 필요하다면 카트리지를 염산에서 꺼내 깨끗하게 세척할 수 있다. **기체발생기에 남아있는 염산과 보관중인 염산을 혼합하지 않는다.**
 14. 기체발생기와 카트리지를 비우고 기체발생기를 물로 세척할 수 있다. 카트리지는 잘 건조시킨다.
- 주의 :** 기체발생기에서 기체가 안 나오거나 압력이 충분하지 않은 경우 용매를 새로 교체해야 할 수도 있다. 고무튜브의 클램프를 교체하고 챔버에서 카트리지를 꺼낸다. 오래된 용매를 부어버리고 물로 완전히 희석시킨다면 새로운 용매로 교체하고 위의 절차에 따라 실험한다.

카트리지는 아연이 모두 용해될 때까지 수소를 만드는데 사용할 수 있다. 필요하다면 카트리지를 교체할 수도 있다. 기체발생기를 바꾸어가며 다양한 기체를 만들어낼 수 있다. 카트리지와 용매를 바꾸어 주기만하면 된다. 다른 기체를 모두 새로 채울 수 있다.

1. 수소의 물리적·화학적 특성

1. 수소의 확인

시험관에 수소를 가득 채운다. 기체발생기에서 나오는 기체를 시험관을 거꾸로 한 채 수집해야 한다. 시험관에 기체가 들어가면 그 기체가 시험관 공기를 대체할 것이다. 또는 공기와 섞일 것이다. 시험관을 계속해서 거꾸로 든 채 불꽃(촛불 또는 나무에 붙은 불)에 가져다 든다. 어떤 현상이 발생하는가? 수소와 기체가 연소하면서 발생하는 '핑'하는 소리는 수소에 대한 양성반응이다. 핑 소리가 난 후에 시험관 벽면에서 물을 확인할 수 있을 것이다. 종이타월을 이용해 시험관의 물기를 제거하고 실험을 반복한다.

2. 학생들은 각자 병에 수소를 수집하고 그 색깔을 확인한다. 미지 기체의 냄새를 맡는 것은 위험할 수 있으니 삼가야 한다. 그러나 수소 기체는 무색, 무미의 기체로 냄새를 맡아도 위험하지 않다.

냄새를 맡을 경우에는 손으로 바람을 일으켜 조심스럽게 냄새를 맡는 것이 바람직하다. 기체의 냄새를 확인하라. '냄새가 안 난다'는 것이 답이 될 수 없다고 생각하는 학생이 있을 수 있다. 그러나 '색깔이 없다(무색)'는 것과 '냄새가 안 난다(무미)'는 것은 매우 구체적인 기체의 특성 중 하나이다.

3. 기체발생기를 이용해 수소를 수집하는 방식은 물 치환이라고도 한다. 이것은 수소의 용해성에 대한 증거이기도 하다.

4. 수소의 밀도 (각자 실시)

- a. 병에 수소를 채우고 그 병을 거꾸로 둔다. 뚜껑을 연 다음 네모난 종이로 병 입구를 다시 막고 병

입구를 위로 하고 평평한 바닥에 놓는다. 이번에는 공기가 든 다른 병을 수소 병 위에 거꾸로 포갠다. 즉 아래 병은 수소가 든 병이며, 위의 병은 공기가 든 병이 된다. 가운데 낀 종이를 약 10초 동안 제거했다가 다시 조심스럽게 중간에 끼운다. 위의 병에 수소가 들어있는지 확인한다. 종이로 병 입구를 막은 채 수소가 든 아래 병을 거꾸로 세우고 종이 커버를 제거한 후 수소가 들어있는지 확인한다. 어떤 결과가 나타나는가?

- b. 수소가 든 다른 병과 공기가 든 다른 병을 이용해 앞의 실험과 같이 두 병을 위 아래로 포갠다. 이번에는 수소가 든 병을 위에 놓는다. 마찬가지로 가운데 낀 종이를 약 10초 동안 제거하고 다시 조심스럽게 중간에 끼운다.

수소가 든 병을 거꾸로 한 채 바닥에 놓는다. 이 때 종이 커버는 다른 병 입구를 덮고 있어야 한다. 그 병을 거꾸로 세우고 수소가 들어있는지 확인한다. 어떤 결과가 나타나는가?

앞 실험과 같이 수소가 든 병을 공기가 든 병 위에 놓는다. 이번에는 중간에 낀 종이를 제거하고 약 1분을 그대로 놓아둔다. 아래 병과 위 병에 수소가 들어있는지 실험한다. 어떤 결과가 나타나는가? (주의 : 모든 물질은 '확산'하는 경향이 있다. 즉 농도가 높은 쪽에서 농도가 낮은 쪽으로 이동한다. 기체는 물질 중 가장 빨리 확산한다. 액체는 고체 보다는 빨리 확산하지만 기체보다는 느리다. 액체에 용해되는 고체는 마치 액체가 액체에서 확산하듯 매우 빨리 확산한다. 이런 현상은 막을 사이에 두고도 발생할 수 있으며, 이것을 삼투현상이라고 한다.)

5. 수소의 연소성 (각자 실시)

수소가 든 병을 거꾸로 들고 있고 불이 붙은 왁스 심지를 들어 올려 병 안으로 들어가게 한다. 병 안에 든 왁스 심지를 관찰한다. 놀라운 결과가 발생할 것이다. 어떤 결과가 나타나는가? 이 실험을 두 번 실시해 관찰내용을 다시 확인할 수 있다. (주의 : 수소는 매우 빨리 연소한다. 이 때 불꽃이 발생하지는 않는다.) 실험결과를 확인하는 방법은 왁스 심지에 원형으로 녹은 자리가 나타났는지를 확인하는 것이다. 수소는 연소성이 없다. 따라서 왁스 심지는 꺼질 것이다. 학생들이 실험결과를 관측하는데 어려움을 겪는다면 실험실의 불을 끄고 선생님께서 시연을 보일 수 있다.

실험 정리를 위한 질문

1. 왜 수소는 원자의 구조와 원자의 상호작용에 관한 문제를 연구하는데 효과적인가?
수소는 매우 간단한 구조를 지닌 원자이다. 따라서 다른 원소와 비교해서 양성자나 원자의 수가 많아 생기는 복잡한 상호작용 등이 없기 때문이다.
2. 수소와 같은 기체를 확인하는 방법에는 어떤 것들이 있는가?
수소의 존재를 확인하는 방법은 시험관에서 공기와 섞은 후 불꽃을 시험관에 가져갔을 때 '핑'하는 소리가 나면서 시험관 안에 물이 생기는지 확인하는 것이다. 그 이유는 수소와 공기가 화학반응을 일으키면 물이 생기기 때문이다.
3. 밀도가 매우 낮은 수소는 어떤 용도로 사용되는가?
가벼운 물체에 수소를 채우면 그 물체는 공기 중에 뜨게 된다.

수소를 사용하는 것은 어떤 위험성이 있는가?
수소가 공기나 불꽃에 노출되면 폭발성이 있다.
4. 수소는 연소성이 있는가?
그렇지 않다. 수소와 불꽃이 만나면 불꽃이 꺼진다.
5. 수소에 매우 높은 압력을 가하고 온도를 낮추면 액체로 변한다. 액화 수소는 로켓의 연료로 사용된다.
액화 수소는 왜 좋은 연료인가?
액화 수소는 밀도가 매우 낮고 연소성이 강하기 때문이다. 다른 연료와 비교하면 더 많은 열에너지를 만들어낸다.

그런데 왜 일상생활에서 이용되지 않는가?
매우 차갑고 공기 중에서 쉽게 폭발하기 때문에 다루기 힘든 것이 이유이다.

이 실험서는 (주)한국과학에 의해 작성되었으며 저작권법에 의해 보호를 받습니다. 무단복제를 금하며, 무단 복제 및 배포 시 저작권법에 의해 처벌 받을 수 있습니다.