

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

전지의 초기모델인 볼타전지의 원리를 이용하여 과일전지를 만들어 보고, 이를 사용하여 시계를 작동시켜봅시다.

화학전지-과일 전지

실험키트구성

시계, 아연판, 구리판, 전선

준비물

볼타전지 : 증류수(정수기 물), 비커나 종이컵, 소금
 과일전지 : 수분이 많은 과일

생각해보기

우리가 흔히 사용하는 전지에는 어떤 종류가 있는지 알아봅시다.

실험방법 1....

[볼타전지 만들기]

1. 그림과 같이 금속판과 전선, 시계를 연결하세요.

▶ 붉은색의 금속이 구리, 회색의 금속이 아연입니다.

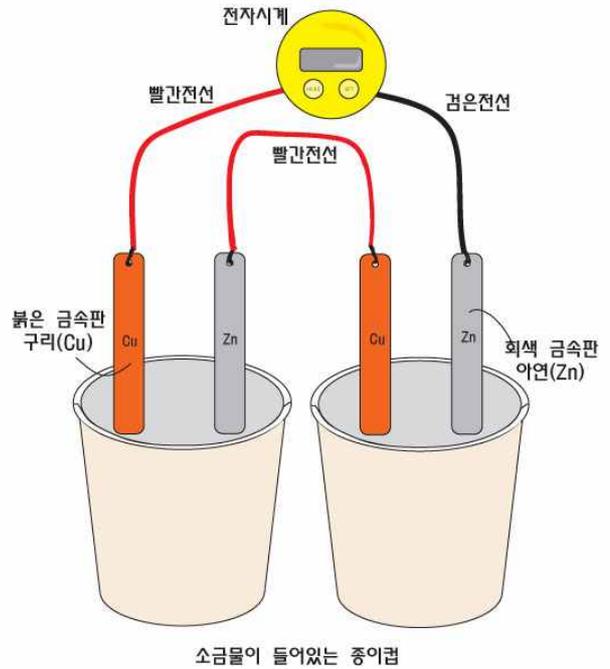
2. 준비한 컵 두 개에 금속판이 2/3정도 잠기도록 전해질 용액을 넣습니다.

▶ 20% 소금물 (물 80g+소금 20g 비율)을 넣으세요.

3. 각 컵에 금속판을 그림과 같이 넣습니다.

▶ 한 컵에 같이 들어간 구리판과 아연판이 서로 닿지않게 위치시켜 주세요.

4. 시계가 작동하는지 확인합니다.



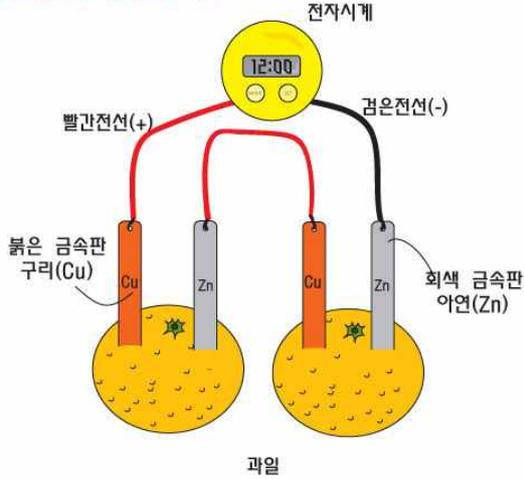
볼타전지 회로의 연결순서

시계의 빨간전선(+) - 구리판 - 소금물 - 아연판 - 구리판 - 소금물 - 아연판 - 시계의 검은전선(-)

실험시 주의사항

1. 소금물 대신 질산칼륨 수용액, 황산구리 수용액 등 전해질 용액으로도 실험이 가능합니다.
2. 시계가 작동하지 않는다면 전선과 금속의 연결이 바르게 되었는지 다시 확인하세요.

실험방법 2.....



[과일전지 만들기]

전해질 용액 대신 과일을 쓸 수 있습니다. 금속판과 전선, 시계를 그림과 같이 연결한 후 두 개의 과일에 꽂으세요.

▶ 오렌지, 감자, 오이 등 수분이 많은 여러가지 과일이나 야채를 사용하세요.

과일전지 회로의 연결순서

시계의 빨간전선(+) - 구리판 - 소금물 - 아연판 - 구리판 - 소금물 - 아연판 - 시계의 검은전선(-)

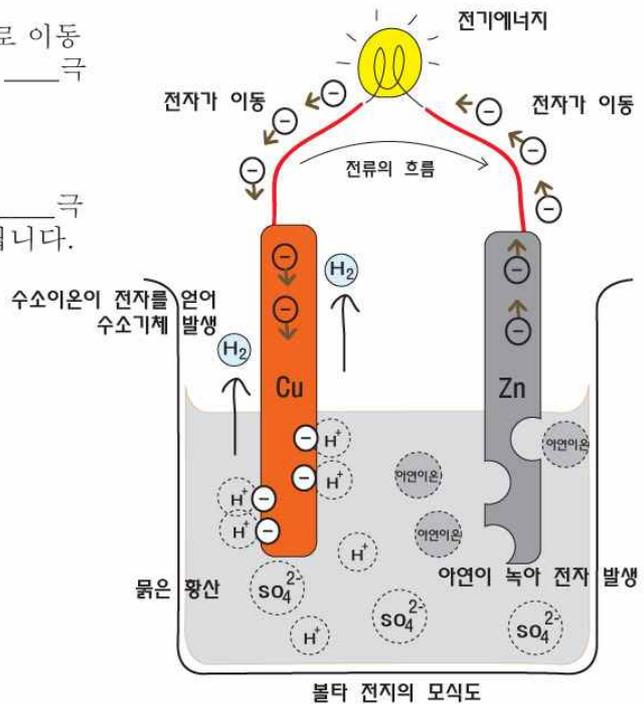
확인학습

☀ 빈 칸에 알맞은 말을 채우세요

1. 전류는 (+)극에서 (-)극으로 흐르지만 실제로 이동하는 것은 () 전기를 띤 전자이며, 전자는 ____극에서 ____극으로 이동합니다.
2. 볼타전지에서 전자를 내어놓는 아연판은 ____극이 되고, 전자를 받는 구리판은 ____극이 됩니다.

☀ 알맞은 말에 O표 하세요.

3. 전지는 (화학에너지 , 전기에너지)를 (화학에너지 , 전기에너지)로 바꾸어 주는 에너지 변환장치입니다.



원리학습

오늘 실험에서 사용한 아연(Zn)과 구리(Cu)는 금속입니다.

이 두 금속을 묶은 황산에 넣으면 아연은 (-)전기를 띠는 전자 \ominus 를 버리고 녹아서 아연이온(Zn^{2+})이 됩니다.

아연은 전자를 잃어버리는 성질이 강해 전자를 쉽게 내어놓습니다.

아연에서 생겨난 전자 \ominus 들이 전선을 통해 이동하여 전자제품을 작동시키고, 다시 구리 쪽으로 이동하여 묶은 황산 속에 있는 수소이온(H^+)에게 전자 \ominus 를 줍니다. 전자를 받은 수소이온은 수소 기체(H_2)가 되어 구리판 표면에서 발생합니다.



반응이 계속 진행되면 (+)전극인 구리판 주변에 수소 기체들이 많아져 환원작용을 막아 전류의 흐름을 방해하게 됩니다. 이러한 이유로 전압이 떨어지는데, 이를 **분극현상**이라 합니다. 위의 설명은 과일전지에서도 동일합니다.

위의 그림에서와 같이 볼타 전지의 기본 구조(구리개 + 아연개)로 처음엔 **약 1.1V**의 전기를 만들어 냅니다. 우리가 만든 볼타 전지는 2개의 기본구조를 가지므로 이론적으로 **약 2.2V**의 전기를 만들 수 있습니다. 그러나 시간이 지나면 분극 현상 때문에 전압이 떨어지게 됩니다. 이 점을 보완하여 후에 **다니엘 전지**가 등장하지요.

전지는 화학반응 결과 발생하는 화학에너지를 전기에너지로 바꾸는 **에너지 변환장치**입니다.

(-)전극에서 일어나는 산화반응의 결과로 생성되는 전자들이 전기에너지를 만들어 내고, 이 전자들은 (+)전극으로 흘러 들어가 전지 내부에서 환원 반응을 진행시킵니다. 이런 과정을 통해 화학에너지가 전기에너지로 변환되는 것입니다.

전지에는 어떤 종류가 있을까요?

리모콘이나 장난감에 흔히 넣는 알카라인 전지나 시계에 넣는 수은전지는 한 번 사용하고 버리는 **1차 전지**입니다.

여러번 충전해서 다시 쓸 수 있는 전지는 **2차 전지**인데 자동차의 납축전지나 핸드폰 배터리로 이용되는 리튬이온 전지 등이 있습니다. 오늘 만들어 본 볼타 전지는 1차전지입니다.

전지는 점점 작고, 값은 싸고, 가볍고, 오래 가는 형태로 진화하고 있습니다. 오늘 우리가 만들어본 볼타 전지는 전지의 초기 모델이지요. 만약 여러분이 과학자라면 어떤 획기적인 전지를 만들고 싶은가요?

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	화학전지-과일전지		실험 원리	화학전지(볼타 전지)의 이해	
실험 시간	40분	실험 분야	화학	실험 방법	개별실험
세트구성물	시계, 아연판, 구리판, 전선				
교사준비물	볼타전지 : 증류수(또는 정수기물), 비커(종이컵), 소금		학생준비물	과일전지 : 수분이 많은 과일	
실험 결과	[과일전지 또는 볼타전지로 작동되는 시계]를 학생 한 명당 하나씩 가지고 갑니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 과일전지를 만들 때에는 수분을 많이 함유한 과일이 실험에 더 효과적입니다.</p> <p>TIP 2. 전해질로 소금물 대신 질산칼륨수용액이나 황산구리 수용액을 사용하여도 됩니다.</p> <p>뚝은 황산이나 묽은 염산을 사용할 경우 장갑과 보안경을 착용하고 피부에 묻지 않게 주의 하세요.</p>				

생각해보기

우리가 흔히 사용하는 전지에는 어떤 종류가 있는지 알아보시다.

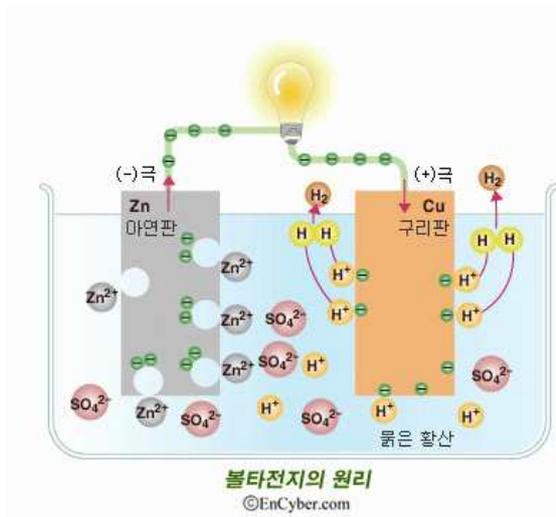
흔히 볼 수 있는 알칼리 전지, 시계에 들어가는 수은전지, 자동차에 쓰이는 납축전지, 핸드폰이나 노트북 배터리로 쓰는 리튬전지 등이 있습니다.

확인학습

- 전류는 (+) 극에서 (-) 극으로 흐르지만 실제로 이동하는 것은 (-) 전기를 띤 전자가 - 극에서 + 극으로 이동하는 것입니다.
- 다니엘전지에서 전자를 내어놓는 아연판은 - 극이 되고, 전자를 받는 구리판은 + 극이 됩니다.
- 전지는 (화학에너지, 전기에너지)를 (화학에너지, 전기에너지)로 바꾸어 주는 에너지 변환장치입니다.

볼타전지 [Voltaic cell]

은판과 아연판 사이에 알칼리 용액으로 적신 천조각을 끼우고 양판에 전선을 연결하면 전류를 얻을 수 있다. 1800년 이탈리아의 A.볼타가 발명한 1차전지로서 전기화학의 발전에 크게 공헌하였다.



1800년 볼타는 전위를 발표했다. 이것은 두 금속, 이를테면 은판과 아연판 사이에 소금물이나 알칼리 용액으로 적신 천조각을 끼운 것을 여러 쌍 겹쳐 쌓은 것이었다. 전위의 양끝에 전선을 연결하면 전류를 빼낼 수 있었다. 그 때까지 기전기를 만든 전기는 순간적으로 흘러서 사라져 버리는 것이었기 때문에 이것은 대단한 발견이었다. 이 전위의 원리를 이용해서 묽은 황산 속에 구리와 아연을 담근 것을 볼타전지라고 한다.

구리와 아연의 경우에는 아연이 이온화 경향이 크기 때문에 아연 이온 Zn^{++} 으로 되어 용액에 녹아 나온다. 두 극을 전선으로 연결하면 아연판의 전자는 구리판으로 이동하고 수소 이온 H^+ 에 전자를 주어서 수소(H_2)가스가 된다. 전지는 이온화 경향이 큰 쪽의 금속인 아연이 양극(anode), 이온화 경향이 작은 구리는 음극(cathode)이 된다. 볼타전지는 처음에 1.1V의 전압을 보이지만, 약 2~3분 후에는 전압이 0.4V 정도로 떨어진다. 그 원인은 구리판에서 발생한 수소 기체가 구리판 주위에 막을 형성하여 수소 이온의 환원 반응을 방해하기 때문이다. 또한 사용하지 않을 때라도 아연극은 끊임없이 부식용해하고 또한 편극도 크므로 오늘날에는 사용하지 않는다. 그러나 최초의 1차 전지로서 전기화학의 발전에 공헌한 바가 크다. 또한 화학전지를 일반적으로 볼타전지라 부르는 경우가 있다.

[출처] 볼타전지 [Voltaic cell] | 네이버 백과사전

산화란 산소와의 결합, 수소의 떨어져 나감, 산화수의 증가(전자의 수가 줄어들음)의 경우를 말하며 환원은 산소와의 분리, 수소의 결합, 산화수의 감소(전자의 수가 늘어남)의 경우를 말한다. 한 원소가 산화하면 다른 원소는 환원되기 때문에 항상 동반되어 발생한다고 볼 수 있다.

처음에는 산소를 기준으로 하여 산소가 다른 원소와의 결합, 분리에 주목하였으나 현재는 수소와의 결합 여부, 전자의 이동에 따른 원자가변화인 산화수 변화로 산화, 환원반응을 구분하는 기준으로 사용한다.

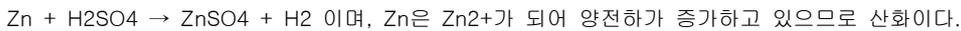
예를 들면, 공기 중에서 탄소나 황을 연소시키는 것은



와 같이 산소와 화합하기 때문에 산화이다. 또 에탄올 CH_3CH_2OH 를 적당한 산화제와 반응시키면 아세트알데하이드 CH_3CHO 를 생성하고 원래의 에탄올보다도 분자 중의 수소수가 감소하는 것도 산화이다.

이와는 반대로 산소를 잃거나 수소를 얻는 반응을 환원이라고 한다. 넓은 뜻으로는, 일반적으로 화학반응이 일어난 전후에 1개의 원소에 주목하였을 때, 그 원소는 산화되었다고 한다. 이 경우, 그 원소의 산화수의 증가는 다른 어느 원소의 산화수의 감소를 뜻하므로 그 원소의 산화에 의하여 다른 원소의 환원을 볼 수 있고, 산화와 환원은 항상 동반된다고 할 수 있다.

산화에서의 산화수의 변화는 이온인 경우는 양전하의 증가, 음전하의 감소로 나타나는데 어느 경우이든 그것은 전자를 방출하는 반응이 산화가 된다. 예를 들면, $C + O_2 \rightarrow CO_2$ 에서는 C의 산화수 0 및 O의 산화수 0인데, CO_2 의 C에서는 +4, O의 산화수 -2인 사실에서 C는 산화되고, O는 환원되어 있다. 또 예를 들면, 아연을 묽은황산에 녹일 때의 반응은



[출처] 산화·환원 [酸化還元, oxidation-reduction] | 네이버 백과사전

산화환원반응 [酸化還元反應, oxidation-reduction reaction]

물질간의 전자 이동으로 산화와 환원 반응이 동시에 일어난다. 전자를 잃은 쪽은 산화수가 증가하고 산화되며, 전자를 얻은 쪽은 산화수가 줄어들고 환원된다. 이 때 잃은 전자수와 얻은 전자수는 항상 같다.

반응물 간의 전자 이동으로 일어나는 반응으로 산화와 환원이 동시에 일어난다. 전자를 잃은 쪽을 산화되었다고 하고 전자를 얻은 쪽을 환원되었다고 한다. 이때, 잃은 전자수와 얻은 전자수는 항상 같다.

산화환원반응이 일어날 때 산화수의 변화가 일어난다. 산화수란 일반적으로 이온으로 되었을 때 전하량이다. 이온의 종류가 두 개 이상인 철과 같은 원자의 경우에는 공유결합을 이루는 전자가 전기음성도가 더 큰 원자에 속해있다고 했을 때의 전하량을 생각하면 된다.

홀원소물질과 중성화합물의 산화수는 0, 이온의 산화수는 이온의 전하량, 산소원자의 경우에는 보통 -2, 과산화물에서는 -1이고 수소원자의 경우 보통 +1, 금속화합물에서는 -1이다. 산화수를 계산할 때에는 이온화가 잘 되는 1족, 2족, 17족과 같은 원소들의 산화수를 먼저 생각해주는 것이 쉽다. 산화된 물질은 전자를 잃게 되므로 산화수가 증가하고, 환원되는 물질은 전자를 얻으므로 산화수가 감소한다.

예를 들어 SO_4^{2-} 는 O의 산화수가 -2이고 총 4개 있으므로 -8인데 화합물 전체의 산화수가 -2이므로 S의 산화수는 +6이 된다. NH_3 는 H의 산화수가 +1이고 총 3개 있으므로 +3이고 화합물 전체의 산화수가 0이므로 N의 산화수는 -3이다. 반면 HNO_3 의 경우 H의 산화수 +1, O의 산화수는 -2이고 3개 있으므로 -6인데 화합물 전체의 산화수가 0이므로 이 때 N의 산화수는 +5가 된다.

산화환원반응에서 각 원소의 산화수를 계산하여 어떤 물질이 산화 또는 환원되었는지 쉽게 알 수 있다.

각 반응물의 산화수를 보면 다음과 같다.

$Sn : +2 \rightarrow +4$: 산화수가 증가했으므로 산화되었다.

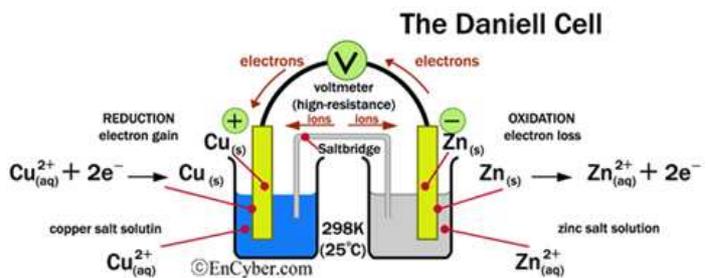
$Cl_2 (g) : 0 \rightarrow -1$: 산화수가 감소했으므로 환원되었다.

산화환원반응의 가장 대표적인 경우가 화학전지이다. 아연과 구리로 만들어진 화학전지의 경우, 아연이 전자를 잃고 산화되고 구리는 전자를 얻고 환원된다.

자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질을 산화제, 반대로 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는

물질을 환원제라고 한다. 따라서 전자를 얻는 성질이 강할수록 강한 산화제, 전자를 잃는 성질이 강할수록 강한 환원제이다.

[출처] 산화환원반응 [酸化還元反應, oxidation-reduction reaction] | 네이버 백과사전



가역전지 [可逆電池, reversible cell]

외부의 직류 전원에서 방전과 반대방향으로 전류를 흘려 보내면 원래의 상태로 되돌아갈 수 있는 전지를 말한다. 축전지, 2차전지인 납축전지, 1차전지인 다니엘전지는 가역전지이다.

전지로부터 전류를 빼낼 때에만 전지 속에서 화학변화가 일어나도록 만든 전지이다. 외부의 직류 전원에서 앞의 방전 때와는 반대방향으로 전류를 흘려 보내면, 방전 때와는 반대방향에서 화학변화가 일어난다.

축전지는 전기에너지를 보존하였다가 필요에 따라 전기에너지를 꺼내 쓰는 전기기기이기 때문에 가역전지이다. 전기에너지를 축전지에서 꺼내 사용하는 것을 방전이라고 하며 전기에너지를 화학에너지로 축전지에 넣는 것을 충전이라고 한다. 2차전지인 납축전지나 1차전지인 다니엘전지는 가역전지이다. 볼타전지는 전류를 빼내지 않을 때에도 전지 안에서 화학변화가 일어나는데, 그 반응이 비가역적이므로 비가역전지라고 한다.

[출처] 가역전지 [可逆電池, reversible cell] | 네이버 백과사전