



화학 전지

contact : cjh0128@snu.ac.kr

01 실험 목표 및 개요

02 실험 기구 및 시약

03 실험 과정

04 결과 처리

05 과제 (2문제)



01. 실험 목표

- ✓ 실험 1 : 전기전도도를 통하여 물질의 전기적 본질을 관찰하고 확인한다.
 - ✓ 실험 2 : 구리, 아연, 납의 반응성을 비교하여 이들의 전기화학적 서열을 정한다.
 - ✓ 실험 3 : 아연과 구리 전극으로 다니엘 전지를 만든 후 농도에 따른 전지의 기전력을 측정하여 전기화학의 기본인 네른스트식을 테스트한다.
- * 복합적인 실험을 통해 전기화학의 기본을 학습한다.



01. 개요

- ✓ Galvani, Volta 등이 발명한 화학 전지로부터 물의 전기분해, 금속염의 전기분해에 의한 금속 원소의 발견
- ✓ 전기음성도 차 : 화합물들이 다양한 물리적, 화학적 성질을 나타내는 이유
- ✓ Nernst equation : 전지의 기전력이 농도에 따라 달라지는 관계 확인

$$E_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cell}} - (0.0592/n) \log Q \text{ (values in volts, at 25)}$$

(n : 반응에 참여하는 전자의 몰수, E_{cell} : 전지의 기전력)

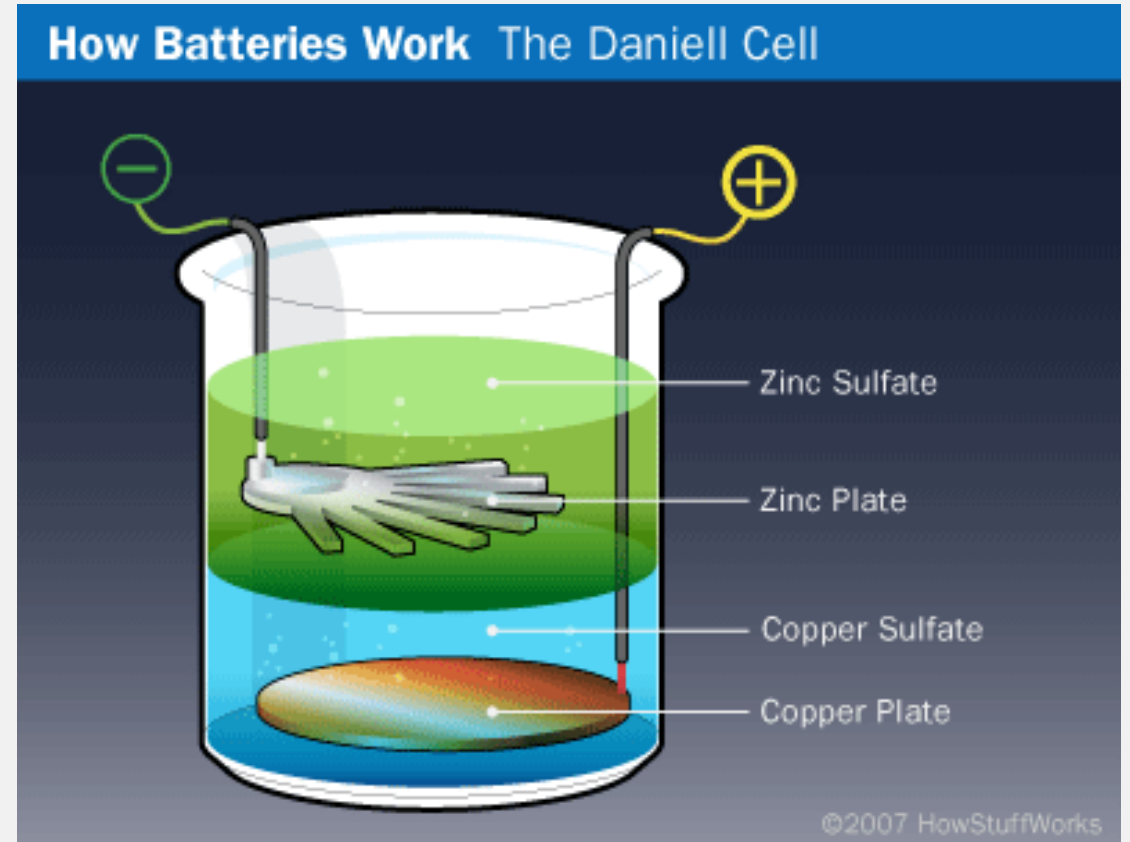
- ✓ 기전력 측정

화학종의 농도비와 잘 녹지 않는 염의 용해도 곱을 구하는 방법

01. 개요 - Daniel cell

- ✓ Daniel cell : 아연과 아연 용액, 구리와 구리 용액의 두 반쪽 전지가 염다리와 외부 회로로 연결되어 있는 전지
- ✓ 전지의 기전력 (E_{cell}) : 외부 회로에서 측정되는 전위, 산화 전극 전위와 환원 전극 전위의 합

$$\begin{aligned} * E_{\text{cell}} &= \text{환원 전위} + \text{산화 전위} \\ &= E_{\text{cathode}} - E_{\text{anode}} \end{aligned}$$





01. 개요 - Daniel cell

- ✓ 하나의 전극 전위의 독립적 측정 불가능, 전지의 기전력만 측정 가능
 - 반쪽 전지들을 서로 비교하기 위해 기준 전극(reference electrode) 필요
- ✓ 기준 전극 : 표준 수소 전극(Standard Hydrogen Electrode, S.H.E)
 - S.H.E의 전위 : 0
- ✓ 반쪽 반응 전위는 표준 수소 전극을 기준으로 한 표준 환원 전위
 - 한 반쪽 전지의 산화 반응과 환원 반응은 서로 역반응 관계
 - 산화 전위의 값은 환원 전위 값에 (-)가 붙게 됨



01. 개요 - Daniel cell

✓ 전지의 기전력 : 두 반쪽 전지의 합

→ 환원되는 수소 전극의 전위 = 0, 산화되는 아연 전극의 전위 = + 0.76 V

→ 아연의 표준 환원 전위 = - 0.76 V

✓ $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn(s)} \quad E^\circ = - 0.763 \text{ V}$

✓ $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb(s)} \quad E^\circ = - 0.126 \text{ V}$

✓ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu(s)} \quad E^\circ = + 0.337 \text{ V}$

* 아연의 표준 환원 전위 = - 0.763V

$\text{Zn(s)} \mid \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \parallel \text{H}^+(\text{aq}) \mid \text{H}_2(\text{g}) \mid \text{Pt}$

* 표준 환원 전위가 클수록 환원되려는 경향 ↑, 작을수록 산화되려는 경향 ↑

→ 전자는 자신은 환원되고, 상대방을 산화시키는 산화제로 작용



01. 개요 - Nernst equation

- ✓ 표준 상태 : 각 용액의 농도가 1M, 각 기체의 압력이 1atm, 온도 25°C일 때
(모든 용질과 기체의 활동도(activity)가 1일 때)
- ✓ 표준 상태가 아닐 때는 Nernst 식 이용



- ✓ 전지 반응 : $\text{Zn(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \leftrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$ 에서, $n = 2$
- ✓ 반응비 $Q = [\text{Zn}^{2+}]/[\text{Cu}^{2+}] = 1.00 \times 10^{-4}$
- ✓ $E_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cell}} - (0.0592/n) \log Q$
 $= 1.10 - (0.0592/2) \log (1.00 \times 10^{-4})$
 $= 1.10 - (-0.120) = 1.22 \text{ (V)}$

02. 실험 기구 및 시약

✓ 실험 1 (전기 전도도)

- 건전지, 전선, LED, 설탕, 소금

✓ 실험 2 (전기화학적 서열)

- Cu, Zn, Pb 판, 1.0 M ZnSO_4 용액, 1.0 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 용액, 1.0 M CuSO_4 용액

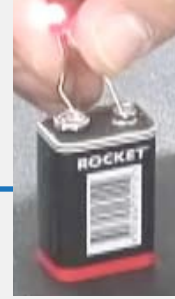


[염다리]

✓ 실험 3 (화학전지)

- Cu, Zn, Pb 판, 염다리, 비아커, 전압계, 전선, 사포, 0.1 M ZnSO_4 , 0.1 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, 0.1 M/0.01 M/0.001 M CuSO_4

03. 실험 과정 - 실험 1 (전기 전도도)



- 1) 건전지에 LED를 연결하고 불이 잘 들어오나 확인한다.
- 2) 비커에 들어있는 증류수를 건전지 회로의 일부분이 되게 연결하고 LED에 불이 들어오나 확인한다.
- 3) 비커에 들어있는 설탕을 건전지 회로의 일부분이 되게 연결하고 LED에 불이 들어오나 확인한다.
- 4) 3)의 비커에 증류수를 가하고 저은 후 LED에 불이 들어오나 확인한다.
- 5) 비커에 들어있는 소금을 회로의 일부분이 되게 연결하고 LED에 불이 들어오나 확인한다.
- 6) 5)의 비커에 증류수를 가하고 저은 후 LED에 불이 들어오나 확인한다.

03. 실험 과정 - 실험 2 (전기화학적 서열)

- 1) Cu, Zn, Pb으로 된 얇은 판을 가로와 세로가 각각 0.5 cm 정도 되게 두 개씩 잘라서 양면을 고운 사포로 깨끗하게 닦는다.
- 2) 두 개의 비커에 1.0 M ZnSO_4 용액을 약 10 mL씩 피펫으로 옮긴 후에 각 비커에 Cu판과 Pb판을 담근다. 같은 방법으로 1.0 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 용액에 Cu판과 Zn판을 넣고, 1.0 M CuSO_4 용액에는 Pb판과 Zn판을 담근다. 각 비커에서 일어나는 화학 반응을 관찰하여 기록한다.



03. 실험 과정 - 실험 3 (화학전지)

- 1) 얇은 아연판과 구리판을 가로 1 cm 세로 7 cm로 잘라서 양면을 고운 사포로 잘 닦는다.
- 2) 100 mL 비커 두 개를 준비하여, 한 쪽에는 0.1 M ZnSO_4 용액 40 mL를 넣은 후 아연판을 담그고 다른 쪽에는 0.1 M CuSO_4 용액 40 mL를 넣고 구리판을 넣는다. 금속판이 용액에 5 cm 정도 잠기도록 하고, 두 비커를 염다리로 연결한다.
- 3) 아연판과 구리판에 직류 전압계를 연결하여 전지의 전위차를 측정하여 기록한다. 전압계에는 스위치를 장치해서 회로의 연결과 끊음을 쉽게 하는 것이 좋다.



03. 실험 과정 - 실험 3 (화학전지)


- 4) 구리 용액과 구리판 대신에 0.1 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 용액 40 mL와 납판을 아연 전극과 연결하여 전위차를 측정한다. 마지막으로 구리 전극과 납 전극을 연결하여 전위차를 측정한다.
- 5) CuSO_4 용액을 10배씩 묽혀서 0.1 M, 0.01 M, 0.001 M 용액을 만든다. 이 용액을 각각 0.1 M ZnSO_4 용액과 연결하여 다니엘 전지를 만든 후 전위값을 측정하고 예상한 값과 비교한다. 묽힌 용액으로 전극을 잘 씻어준 다음에 전위를 측정하는 것이 좋다.
- 6) 서로 다른 농도의 CuSO_4 용액들 사이에서도 전위차를 측정한다.
(0.1 M vs 0.01 M, 0.1 M vs 0.001 M, 0.01 M vs 0.001 M)





04. 결과 처리 - 실험 1 (전기 전도도)

- 1) 관찰 사실을 토대로 시험해본 각 물질과 용액의 전기 전도도를 설명해본다.
- 2) 소금의 성분인 나트륨과 염소의 전기음성도 차이와 설탕의 성분인 탄소, 수소, 산소의 전기음성도 차이에 대하여 무엇을 말할 수 있나? 문헌에서 각 원소의 전기음성도를 찾아보고 자신의 생각의 타당성을 확인하라.
- 3) 이온 결합은 공유 결합의 극단적인 경우라고 볼 수 있을까?



04. 결과 처리 - 실험 2 (전기화학적 서열)

1) 관찰 결과로부터 Cu, Zn, Pb의 전기화학적 서열(이온화 경향)을 정한다.



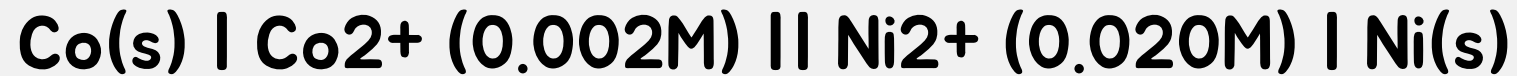
04. 결과 처리 - 실험 3 (화학전지)

- 1) 각각의 경우에 대하여 $0.0592 \times \log[M]$ 를 x축으로, 전위를 y축으로 그래프를 그린 다음 기울기의 역수로부터 관련된 전자의 수를 구한다.



05. 과제 - 1번

298K에서 다음 전지의 기전력은?





05. 과제 - 2번

4주기 원소들의 표준환원전위 값을 살펴보면

Ca (-2.87 V), Ti (-1.63), V (-1.13), Cr (-0.90), Mn (-1.18), Fe (-0.44), Co (-0.27), Ni (-0.26), Cu (0.34), Zn (-0.76) 순서로 전반적으로 증가한다.

그런데 예외적으로 구리와 아연 사이에는 역전이 나타난다.

이때 아연의 표준환원전위는 왜 낮을까?



THANK YOU

contact : cjh0128@snu.ac.kr