



화학공학과

전지화학

담당교수 : 김경호



DIT 동의과학대학교
DONG-EUI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

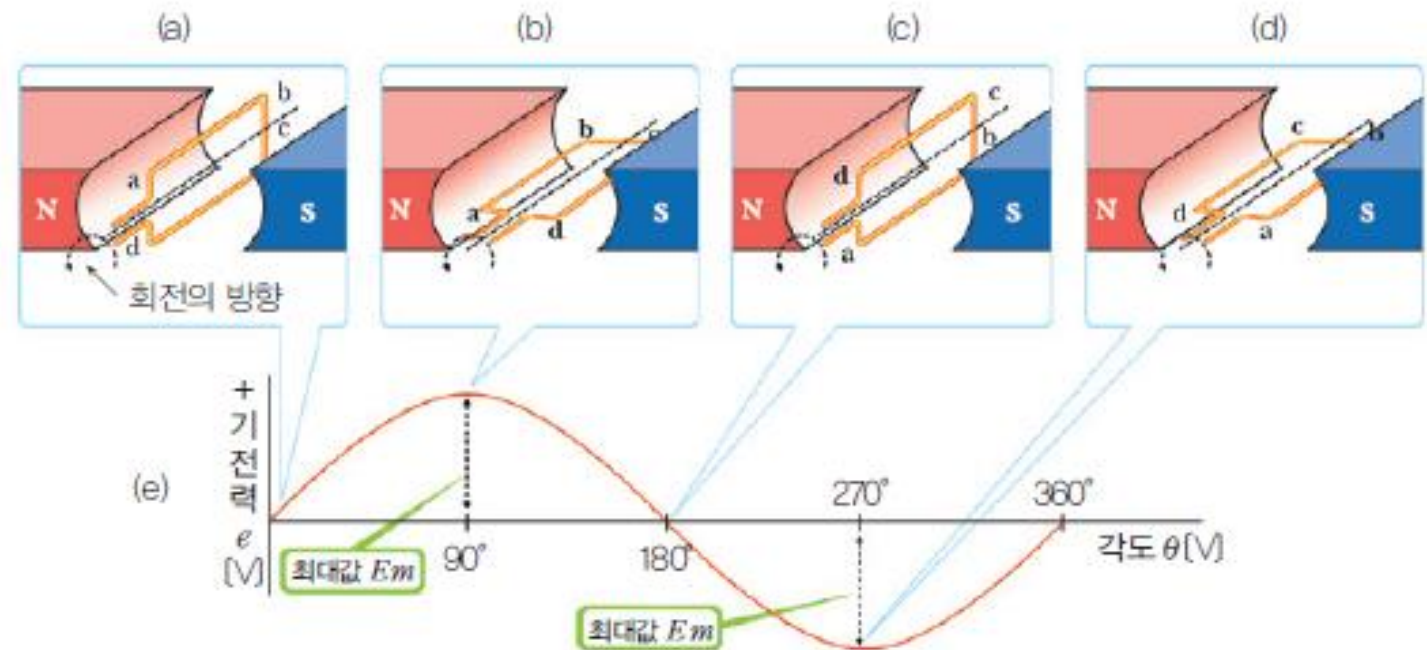
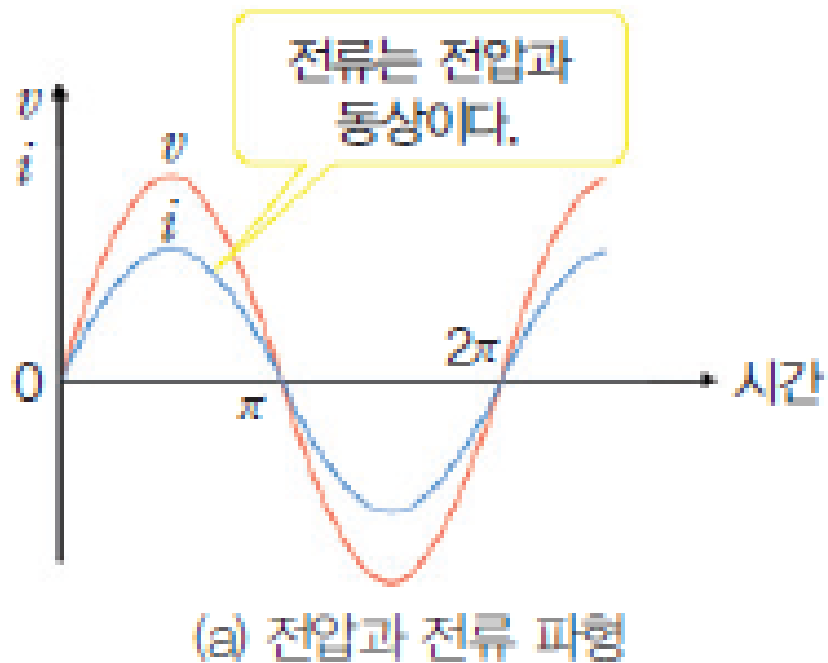
[수업 목표]

1. “전기화학이론” 를 설명할 수 있다.

“전기화학이론” 에 대하여 알아보시다

직류/교류

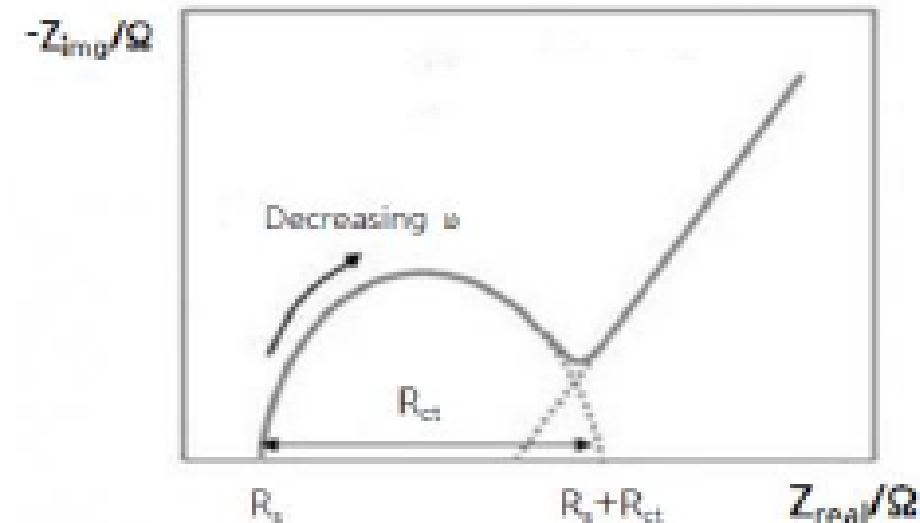
- 직류(DC, Direct Current): 전압 및 전류의 크기와 방향이 일정
- 교류(AC, Alternating Current): 전압 및 전류의 크기와 방향이 시간에 따라 교대로 바뀜



R,L,C,임피던스

명칭	기호	전압과 전류의 위상관계
저항	R	같은 위상
인덕턴스	L	전류는 전압보다 $\frac{\pi}{2}$ 뒤진다.
커패시턴스	C	전류는 전압보다 $\frac{\pi}{2}$ 앞선다.

- 임피던스 : 교류회로에서 R, L, C 성분이 혼합되어 사용되는 경우를 통칭함. 특히, 저항(R)과 인덕턴스(L)의 합을 구하기 위해서는 벡터 합을 구하여야 하는데 이를 임피던스라고 지칭함



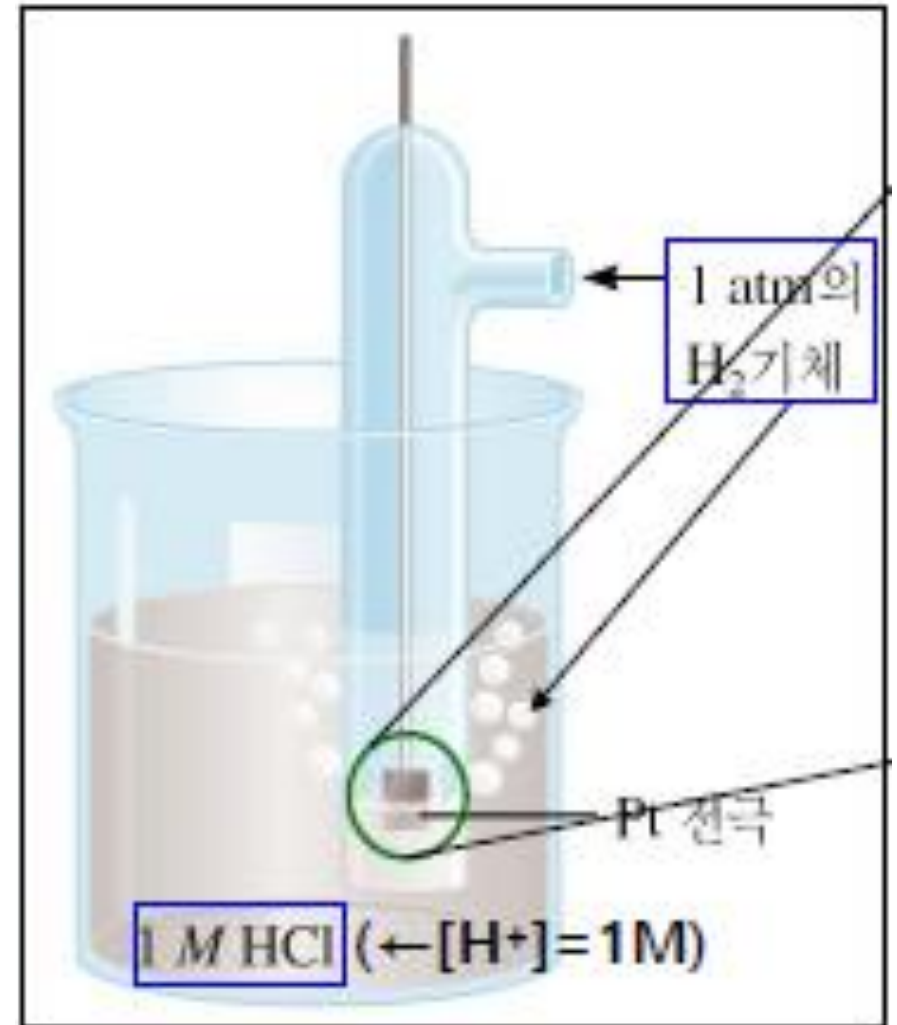
기전력

- 기전력(Electromotive force, emf): 두 전극에서 전자의 퍼텐셜에너지 차에 의해 발생하는 힘
두 전극의 퍼텐셜 에너지의 차이를 전지의 전위차라고 함
이 힘에 의해서 회로에 전류가 흐르게 됨
전지의 전위(기전력, $E(V)$) = $E(\text{환원전극}) - E(\text{산화전극})$

표준환원전위

- 표준환원전위 (E^0) : 표준조건(Standard condition)에서 측정한 반쪽 전극 전위
- 표준조건 : 1atm, 25°C
- 표준수소전극 (Standard Hydrogen Electrode, SHE) : 전지의 전위가 물질에 따라 다르게 측정될 수 있으므로 전기화학적 전위측정의 기준을 정할 필요가 있었음. 수소를 기준으로 표준환원전위를 정하게 됨.

$$E^0 = 0.00V$$



표준 환원 전위표

가장 약한 환원제 산화제 가장 강한 환원제 (반응성 최대) (E°)

가장 약한 산화제 가장 강한 환원제 (반응성 최소)

산화제 환원제

↑ 환원 세기 증가

$\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + e^-$		-3.05V
$\text{K} \rightarrow \text{K}^+ + e^-$	차가운 물과 반응하여 H_2 를 생성	-2.87V
$\text{Ba} \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2e^-$		
$\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2e^-$		
$\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$		
$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^-$		
$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3e^-$		
$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$	수증기와 반응하여 H_2 생성	-0.76V
$\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3e^-$		
$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$		-0.44V
$\text{Cd} \rightarrow \text{Cd}^{2+} + 2e^-$		
$\text{Co} \rightarrow \text{Co}^{2+} + 2e^-$		
$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2e^-$	산과 반응하여 H_2 생성	
$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2e^-$		
$\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2e^-$		-0.13V
$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2e^-$		0.00V
$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e^-$		0.15V
$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + e^-$	물이나 산과 반응하여 H_2 를 생성하지 않음	
$\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}^{2+} + 2e^-$		
$\text{Pt} \rightarrow \text{Pt}^{2+} + 2e^-$		
$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3e^-$		1.50V

반쪽반응	산화제 + ne ⁻ → 환원제	E°(V)
$\text{F}_2(\text{g}) + 2e^- \rightarrow 2\text{F}^-(\text{aq})$		+2.87
$\text{O}_3(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$		+2.07
$\text{Co}^{3+}(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Co}^{2+}(\text{aq})$		+1.82
$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$		+1.77
$\text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}$		+1.70
$\text{Ce}^{4+}(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}(\text{aq})$		+1.61
$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}$		+1.51
$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3e^- \rightarrow \text{Au}(\text{s})$		+1.50
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2e^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$		+1.36
$\text{ClO}_4^-(\text{aq}) + 14\text{H}^+(\text{aq}) + 6e^- \rightarrow 2\text{Cl}^{2-}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}$		+1.33
$\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}$		+1.23
$\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$		+1.23
$\text{Br}_2(\text{l}) + 2e^- \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$		+1.07
$\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 3e^- \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$		+0.96
$2\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}(\text{aq})$		+0.92
$\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow 2\text{Hg}(\text{l})$		+0.85
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$		+0.80
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$		+0.77
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$		+0.68
$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O} + 3e^- \rightarrow \text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{OH}^-(\text{aq})$		+0.59
$\text{I}_2(\text{s}) + 2e^- \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq})$		+0.53
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightarrow 4\text{OH}^-(\text{aq})$		+0.40
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$		+0.34
$\text{AgCl}(\text{s}) + e^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$		+0.22
$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$		+0.20
$\text{Cu}^+(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$		+0.15
$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$		+0.13
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	SHE	0.00
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s})$		-0.13
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Sn}(\text{s})$		-0.14
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$		-0.25
$\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Co}(\text{s})$		-0.28
$\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2e^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$		-0.31
$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Cd}(\text{s})$		-0.40
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$		-0.44
$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3e^- \rightarrow \text{Cr}(\text{s})$		-0.74
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$		-0.76
$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$		-0.83
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$		-1.18
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3e^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$		-1.66
$\text{Be}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Be}(\text{s})$		-1.85
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$		-2.37
$\text{Na}^+(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Na}(\text{s})$		-2.71
$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Ca}(\text{s})$		-2.87
$\text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Sr}(\text{s})$		-2.89
$\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2e^- \rightarrow \text{Ba}(\text{s})$		-2.90
$\text{K}^+(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{K}(\text{s})$		-2.93
$\text{Li}^+(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Li}(\text{s})$		-3.05

네른스트식 유도

- 전기에너지 (J) = 전하량 (C) X 전압 (V)
- 전하량 (C) = 전자의 몰수 (n) X 패러데이상수 (F)
- 전지에서 전기에너지 (J) = 전지가 할 수 있는 최대 일 ($W_{\text{최대}}$)
- $W_{\text{최대}} = -nFE_{\text{전지}}$ 이므로,
- $\Delta G = W_{\text{최대}} = -nFE_{\text{전지}}$ (비표준상태)
- $\Delta G^0 = W_{\text{최대}} = -nFE_{\text{전지}}^0$ (표준상태)
- $\Delta G^0 = -nFE_{\text{전지}}^0$ 이고, $\Delta G^0 = -RT \ln K$ 이므로, $-nFE_{\text{전지}}^0 = -RT \ln K$ 임
- 따라서, $E_{\text{전지}}^0 = (RT/nF) \ln K = (0.0257(V)/n) \ln K = (0.0592(V)/n) \log K$

네른스트식 유도

- $aA + bB \leftrightarrow cC + dD$ 이고, 비표준상태라고 가정하면
- $\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q$
- $-nFE = -nFE^0 + RT \ln Q$
- $E = E^0 - (RT/nF) \ln Q$ (네른스트 식, 비표준상태에서 전지의 전위와 농도와의 관계)
- 따라서, $E = E^0 - (0.0257(V)/n) \ln Q = E^0 - (0.0592(V)/n) \log Q$

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

$$E = E^0 - \frac{0.0257(V)}{n} \ln Q = E^0 - \frac{0.0592(V)}{n} \log Q$$

전기기초관련 동영상

산화반응 및 환원반응



출처: <https://www.youtube.com/watch?v=Q0gjIRIsXPk>, 삼성SDI 유튜브 채널

이번 주 수업은
여기서 마치도록 하겠습니다...
수고 많으셨습니다...^^

감사합니다

