

14. 전기 화학(II)

1. 전기 분해 : ①[덕성여대]

NaCl 용융 전기 분해로 (+)극에서 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ 로 산화, (-)극에서 $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$ 환원 반응이 일어난다. 이 수용액을 전기 분해하면 (+)극은 같은 염소 기체가 발생하고, (-)극에서는 나트륨 이온의 환원 대신 물(H_2O)의 환원 반응이 일어나 수소(H_2)가 발생한다. 물을 전기 분해하면 $\text{O}_2 : \text{H}_2 = 1 : 2$ 몰 수 비로 발생하며, $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$ 와 같이 1몰의 Mg^{2+} 이온을 모두 환원하려면 전자 2몰이 필요하다.

2. 수용액 전기 분해 : ④

물(H_2O)은 비전해질이므로 전기 분해를 하려면 소량의 전해질이 필요하고, (+)극에서는 산소(O_2), (-)극에서는 수소(H_2)가 발생하며 같은 조건에서 부피는 $\text{O}_2 : \text{H}_2 = 1 : 2$ 이다. KBr 수용액은 (+)극에서 Br_2 , AgNO_3 와 CuSO_4 수용액은 (-)극에서 Ag, Cu가 석출된다.

3. 농도 차 전지 : ③

$\text{Cu(s)}|\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 0.0010\text{M})||\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 0.010\text{M})|\text{Cu(s)}$ 전지에서 $E = -\frac{0.060}{2} \log \frac{0.0010}{0.010}$ 이므로 0.030 V이고, 농도가 낮은 쪽은 산화, 농도가 높은 쪽은 환원 반응으로 서로 농도가 같아 지려는 경향을 띤다. 염다리는 이온이 이동하는 통로이다.

4. 염 수용액의 전기 분해 : ⑤

코발트의 환원 전위가 물보다 크므로 (-)극에서는 코발트 환원 반응이 일어나고, (+)극에서는 황산 이온이 산화할 수 없으므로 물이 산화한다. 코발트 이온(Co^{2+}) 1 몰 환원에 쓰이는 전자는 2 몰이고 전자 2 몰이 작용하면 물이 산화해 생기는 산소(O_2)는 0.5 몰이다.

5. 철의 부식 : ②

$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ 로 철의 산화, $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 로 산소(O_2)의 환원 반응이 전자(e^-) 이동으로 일어난다. 어떤 원소가 전자를 내어주면 산화, 전자를 받으면 환원이다.

6. 염의 용융 전기 분해와 수용액 전기 분해 : ①

NaCl의 용융 전기 분해로 (-)극에서는 $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$ 반응, (+)극에서는 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ 로 염소를 얻을 수 있다. 수용액에서는 (-)극과 (+)극 모두 물과 경쟁하지만, (+)극에서는 염소가 우세하다.

7. 리튬 이온 전지 : ④

리튬은 1족 금속 또는 알칼리 금속이며 물과 반응하면 강염기인 LiOH를 생성하며 수소(H₂)가 발생한다.

8. 연료 전지 : ③

메탄올 연료 전지에서 산화수를 순서대로 나타내면 -2, 0, +4, -2이므로 탄소가 산화하고, 산소가 환원하는 반응이다. (-)극에서 메탄올의 탄소가 산화하면서 전자를 내놓고, (+)극에서는 산소가 전자를 받아 환원한다. 전해질은 산(H⁺), 염기(OH⁻), 염이 있고, 산소(O₂) 1 몰 당 4 몰의 전자를 받으므로 메탄올 2 몰 당 이동하는 전자는 12 몰이다.

9. 철의 부식 : ②

산성비가 내리면 철의 부식 과정 중 산소의 산화를 촉진할 수 있다. 철의 부식을 막기 위해 Ca 금속을 사용하면 Ca이 물과 쉽게 반응할 수 있어 위험하다. 철이 산소와 물의 접촉을 차단하여 부식을 막는 방법으로 도금, 페인트 칠 등이 있고, 아연 도금을 하면 아연이 철보다 반응성이 커서 도금막 표면에 생기는 산화 피막이 부식을 막을 수 있고, 도금막이 깨어지더라도 아연에서 철 방향으로 전자가 이동하여 아연이 먼저 산화함으로써 철의 부식을 막을 수 있다.

10. 용융 전기 분해 : ③

소금(NaCl)을 용융 전기 분해하면 $2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 반응과 같이 생성물이 Na : Cl₂ = 2 : 1로 생성된다.

11. 철의 도금 : ⑤

철 숟가락에 은을 도금하려면 철 숟가락이 전자를 받아 은 이온이 환원, (+)극은 전해질에 공급할 은판(Ag)의 산화가 필요하다.

12. 전기 정련 : ②

조동에 들어 있는 소량의 은(Ag), 금(Au), 백금(Pt) 등이 (+)극 아래에 쌓이게 만들고, 순동은 (-)극에 연결해 조동의 구리가 산화해 전해질에 녹아 들어가고 (-)극에서 환원으로 높은 순도의 구리를 생성한다.

13. 전하량과 전자 몰 수 : ②

$Q = I \times t$ 이므로 $2A \times 800 \text{ min} \times 60 \text{ s/min} = 96000 \text{ C}$ 이고, 전자 1 mol = 1 F이므로 전자 1몰이 이동한 것이다.

14. 납 축전지 : ③

납 축전지의 방전 반응은 (-)극 산화($\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$), (+)극 환원($\text{Pb}^{4+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}$)이다.

15. 알루미늄의 성질 : ④

알루미늄은 산과 $2\text{Al} + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2$, 염기와 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2$ 와 같이 반응해 양쪽성 원소이다. 산화 알루미늄(Al_2O_3)이 산과 반응해 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 와 같다. 알루미늄 포일의 산화 피막은 염기와도 반응 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$)한다.

16. 용융 전기 분해와 패러데이 법칙 : ①

용융 전기 분해에 투입된 전기량이 800 분이 48000 초이고 96000 C으로 1F이다. 2F에 Ca 40.0 g이 석출되므로 1F로는 칼슘 20.0 g이 생성된다.

17. 전기 분해 : ②

전기 분해는 갈바니 전지와 각 전극 반응이 반대이다. (-)극 산화, (+)극 환원인 것은 갈바니 전지이고, 전기 분해에서 (-)극은 전자를 받는 환원, (+)극은 전자를 내어놓는 산화 반응을 한다.

18. 금속 반응성과 석출 분석 : ⑤

금속의 반응성은 $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Ag}$ 순이므로 Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+ 이온 수용액에 전류를 통하면 은(Ag), 구리(Cu), 아연(Zn) 순으로 석출된다.

19. 알루미늄 전기 제련 : ③

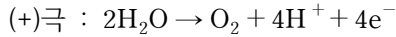
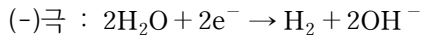
(A) 탄소 전극에서는 산화 반응으로 생긴 산소($2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{e}^-$)가 전극의 탄소와 반응해 CO_2 가 발생할 수 있다. 용기 내부에 탄소가 얇게 도포된 전극 (B)는 알루미늄 환원 ($\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$)이 일어나고, (C)에서는 (B)에서 환원된 알루미늄이 흘러나온다.

20. 도금 : ③

철 숟가락에 구리를 도금하려고 할 때, (-)극에 철 숟가락, (+)극에 구리판, 전해질에 Cu^{2+} 이온이 들어 있는 용액에서 전해질 양이온은 (+)극에서 (-)극으로 이동하고, 구리판은 질량이 감소한다.

21. 전기 분해와 pH : ②

염 수용액을 전기 분해할 때 각 전극에서 물(H_2O)의 경쟁이 이루어진다.



(-) 전극에서 물의 경쟁 반응이 우세하면 pH가 증가(OH^- 증가)하고, (+)극 전극에서 물의 경쟁 반응이 우세하면 pH가 감소(H^+ 증가)하며, (-) 전극과 (+) 전극에서 물이 모두 경쟁 반응이 우세하면 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 로 상쇄되므로 용액의 pH는 변하지 않는다.

22. 산화 환원 적정 : ④

$\text{Fe}^{2+} : \text{Ce}^{4+} = 1 : 1$ 이고, 물 농도(mol/L)와 부피(L)를 곱하면 몰 수(mol)가 되므로 Fe^{2+} 몰 수는 $0.050 \text{ mol/L} \times 20.0 \text{ mL} = 1.0 \text{ mmol}$ 이다. Ce^{4+} 몰 수는 $0.020 \text{ M} \times V \text{ mL}$ 이므로 Fe^{2+} 의 몰 수와 같아 $V = 50.0 \text{ mL}$ 이다.

23. 음극화 보호 : ①

음극화 보호는 철보다 반응성이 큰 금속을 연결해 먼저 산화함으로써 철의 산화를 막는데, 실질적으로는 철의 부식 환경에 수분이 많으므로 철보다 반응성이 큰 금속이지만 물과 반응하지 않아야 한다.

24. 전하량 : ⑤

$1\text{J} = 1\text{V} \times 1\text{C}$ 이고 계의 전압이 1V 이므로 계에 1A 전류가 $1\text{F}(96000 \text{ C}, \text{전자 } 1.0 \text{ mol})$ 흐르면 전기 에너지가 96000 J 이다. 2A 전류를 16 min 흘린다면 $2 \times 60 \times 16 \text{ C}$ 이며 전기 에너지는 0.020 J 이다.

25. 철의 부식 : ③

철의 부식은 철의 산화와, 수분 존재 하에서 산소의 환원으로 이루어진다. 녹에서 철의 산화수는 $0 \rightarrow +2 \rightarrow +3(\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+})$ 이다. 금속 Mg 을 철에 접촉시키면 음극화 보호 효과로 철의 산화를 막을 수 있고, 철보다 반응성이 작은 주석 도금막이 깨어지면 철의 부식이 촉진된다.

26. 메탄올 연료 전지 : ②

연료 전지에 사용하는 연료 중 메탄올을 사용하며, 산소와 반응은 다음과 같다.

$2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$: 탄소가 산화하며 산소가 환원된다. 메탄올 2 몰이 반응해 생성된 이산화 탄소가 STP에서 $2 \times 22.4 \text{ L}$ 이므로 메탄올 1 몰이 반응하면 22.4 L 가 생성된다.

27. CuSO_4 수용액의 전기 분해 : ④

(-)극에서는 환원 반응으로 구리(Cu)를 석출할 수 있고, (+)극에서는 물(H_2O)이 산화하여 H^+ 의 생성($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$)으로 pH가 감소한다.

28. 제철 반응 : ③

적철광(Fe_2O_3)은 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}(\text{l}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ 반응을 통해 제철할 수 있으며, 적철광의 철이 환원되고 일산화 탄소는 환원제로 작용한다. 이때 철의 산화수 변화는 $+3 \rightarrow 0$ 이

고, 반응에서 기체 계수가 서로 같으므로 압력에는 영향을 받지 않으며 $K_P = \frac{P_{\text{CO}_2}^3}{P_{\text{CO}}^3}$ 이다.

29. 마그네슘과 알루미늄 생성량 : ①

당량은 마그네슘이 12.0 g, 알루미늄이 9.00 g이므로 $2F$ 를 통하면 생성되는 질량은 마그네슘이 24.0 g, 알루미늄이 18.0 g이다.

30. NaBr 수용액의 전기 분해 생성물 : ①

수용액에서는 (+)극에서 산화, (-)극에서 환원 반응이 일어난다.

(+)극 반응 : $2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{e}^-$, (-)극 반응 : Na^+ 대신 H_2O 환원
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$