13. 전기 화학(I)

1. 전지 표시 : ③ [영남대]

$Cu|CuSO_4(1M)\parallel AgNO_3(1M)|Ag$에서 전해질이 모두 1 M이므로 표준 환원 전위만 계산하는데, (+)극 표준 환원 전위에서 (-)극 표준 환원 전위를 빼면 된다. +0.799 V-0.337 V = +0.462 V

2. 전지 전위 : ⑤ [중앙대]

네른스트 식은 $E = E^{\circ} - \frac{0.0592}{n}\log Q$이고, 평형에 이른 갈바니 전지는 전기를 발생시킬 수 없고, 전체 전지 전압을 구하려면, $E^{+} - E^{-}$이다. 일반적으로 KCl 염다리를 사용하는 이유는 안정하고 쉽게 앙금을 생성하지 않기 때문이다.

3. 표준 전위 : ① [조선대]

전지의 표준 전위는 (+)극의 표준 환원 전위에서 (-)극의 표준 환원 전위를 빼서 계산하는데, 표준 환원 전위값이 작은 쪽이 (-)극, 크면 (+)극이며 표준 환원 전위는 세기 성질이다.

4. 산화수 : ④

$\underline{O}F_2$에서 산소의 산화수는 화합물에서 유일하게 +2이다. $Ca\underline{O_2}$에서 산소의 산화수는 -1이다.

5. 산화 환원 반응 계수 : ④ [전남대]

$Fe(MnO_4)_2$에서 산화에 사용하는 용액이 $KMnO_4$이며 산화하는 것은 Fe^{2+} 이온이다. 각 반쪽 반응을 만들고 전자를 소거하여 전체 반응식을 완성한다.

6. 산화 환원 반응 : ④

반응식에 H^{+}가 있으면 산성 조건, OH^{-}가 있으면 염기성 조건이다. MnO_4^{2-}는 산화할 수(환원제)도 환원할 수(산화제)도 있으며, MnO_4^{2-}, MnO_4^{-}, MnO_2에서 Mn산화수는 각각 +6, +7, +4이다.

7. 갈바니 전지와 전해 전지 : ③

갈바니 전지와 전해 전지에서 산화 전극은 전자를 내어놓고, 환원 전극은 전자를 받아들인다. 전자는 도선을 통하여 이동하며 갈바니 전지는 화학 에너지를 전기 에너지로 전환한다. 전해질이 녹아 있는 용액을 통해 양이온이 이동하는 방향을 전류가 흐르는 방향으로 약속한다.

8. 네른스트 식과 전지 표시 : ②

$Zn|Zn^{2+} \parallel Cu^{2+}|Cu$ 전지에서 왼쪽이 산화 전극으로 (-)극, 오른쪽이 환원 전극으로 (+)극이다. $Q = \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$이므로 $[Zn^{2+}] = [Cu^{2+}]$이면 $Q = 1$이고 $\log Q = 0$이므로 $E = E^\circ$이다. 전지가 수명을 다한 경우는 평형에 이른 것이고, $[Zn^{2+}] > [Cu^{2+}]$이면, $Q > 0$이므로 $E < E^\circ$이다.

9. E°와 평형 상수(K) : ②

$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$이고 $\Delta G^\circ + RT\ln K = 0$이므로 $\ln K = \frac{nFE^\circ}{RT}$이다. 평형에 이르면 전지는 기능할 수 없다.

10. Sn^{2+}의 산화제 : ③

산화제(력, 성)의 경우 상대 물질을 산화하려는 능력을 가리키므로 Sn^{2+}의 산화제(력, 성)로 작용하려면 $Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^-$ 반응을 이끌어내기 위해 $Sn^{4+} + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}$ 반응보다 E° 값이 큰 것을 선택한다.

11. 원소의 반응성 : ①

금속성은 E° 값이 작을수록 크므로 $C > A > B$ 순이고, 할로젠의 반응성은 E° 값이 클수록 강하므로 $Y_2 > X_2 > Z_2$ 순이다. $X_2 + 2Z^- \rightarrow Z_2 + 2X^-$ 반응은 할로젠 반응성이 $X_2 > Z_2$이므로 자발적 반응이 일어나고, A와 B를 전극으로 한 전지는 표준 상태에서 0.80-(-0.76) V이다.

12. 전자 이동과 산화 환원 : ③

어떤 물질이 전자(e^-)를 잃으면 산화, 전자를 얻으면 환원이라 한다. 일반적으로 (-)극은 반응성이 큰 금속, (+)극은 반응성이 작은 금속을 도선으로 연결한다.

13. 산화수 : ④

산화수는 총합이 그 이온의 전하 수와 같고, 화합물에서 산소는 -2, 수소는 +1이다. 예외적으로 과산화물에서 산소의 산화수는 -1, OF_2에서 산소의 산화수는 +2이고, 금속의 수소화합물에서 수소의 산화수는 -1이다.

14. 산화 환원 반응식 : ②

반쪽 반응식을 나타내면 다음과 같다.

$MnO_4^- + 8H^+ + 2Cl^- + 5e^- \rightarrow MnCl_2 + 4H_2O$ … ㉠, $5Fe^{2+} \rightarrow 5Fe^{3+} + 5e^-$ … ㉡

㉠ + ㉡하면 $MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ + 2Cl^- \rightarrow MnCl_2 + 5Fe^{3+} + 4H_2O$를 얻는다.

15. 갈바니 전지 원리 : ①

전자는 도선을 따라 반응성이 큰 금속에서 반응성이 작은 금속으로 이동하며, (A) 극판에서 산화로 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$, (B) 극판에서 환원으로 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ 반응이 일어난다. 염다리인 (C)는 이온이 이동하는 통로이다.

16. 금속의 반응성과 표준 환원 전위 : ⑤

금속의 반응성(환원성)이 크면 표준 환원 전위가 작고, 금속의 반응성은 D > C > B > A로서 표준 환원 전위(E°)를 비교해 판단할 수 있다.

17. 수소 전극 : ①

수소(H_2)는 기체로 다루기 곤란하므로 백금을 수소가 반응하는 장소로 이용하며 수소 기체의 압력은 1 atm, 온도는 25 ℃, 수소 이온(H^+)의 농도는 1 M일 때 표준 환원 전위(E°)는 0.00 V이다. 수소는 연결된 반쪽 전지에 따라 산화하거나 환원 반응한다.

18. 금속의 반응성과 표준 환원 전위 : ③

표준 환원 전위(E°)는 수소 이온 농도가 1 M, 온도 25 ℃, 압력 $P_{H_2} = 1\,\mathrm{atm}$을 기준으로 수소 이온의 환원($2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$)을 $E^\circ = 0.00\ V$로 하여 상대적으로 정한 값이다. 일반적으로 금속의 반응성이 크면 표준 환원 전위가 작다. 금속 이온과 비금속 이온이 반응하는 예는 착이온을 형성하거나 앙금을 형성하는 예가 있는데, 여기서는 그 근거를 알 수 없다. (-) 전하를 띠는 전자가 도선으로만 흐르므로 전류 흐름의 반대 방향이고 염다리인 (C)를 통해 주로 전해액에서 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하는 것은 양이온인 X^{2+}, 오른쪽에서 왼쪽으로 이동하는 것은 음이온인 SO_4^{2-}이다.

19. 네른스트 식과 전지 전압 : ⑤

$Zn|Zn^{2+} \parallel Cu^{2+}|Cu$ 전지에서 네른스트 식은 $E = E^\circ - \frac{0.0592}{2}\log\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$이므로 각각 0.10 M와 2.0M을 대입하면 1.14 V이다.

20. 평형 상수와 표준 환원 전위 : ②

$\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln Q$에서 어떤 반응이 평형에 도달하면 $\Delta G = 0$이고, $Q = K$, $\Delta G^\circ = -nFE^\circ$이므로 $\ln K = \frac{nFE^\circ}{RT}$이다. 25 ℃에서 $1F(96500\,C)$이고, 유효 숫자를 2개로 하면 $\frac{RT}{F} \times \frac{1}{\log e} = 0.059$이다.

21. 간단한 전지 표시법 : ②

금속 X와 Y의 반응성은 Y > X 순이고, 반응성이 큰 금속이 산화하는 (-)극이다. 따라서, Y가 (-)극, X가 (+)극이고, E°는 세기 성질이다. Y는 산화 전극인 (-)극, X는 환원 전극인 (+)극이고, 전해질은 Y^{3+}와 X^{2+}를 포함하고, 염다리는 전해질 사이에 ‖를 넣으면 된다. 전지를 간단하게 나타내면 $Y|Y^{3+} \| X^{2+}|X$이다.

22. 갈바니 전지 : ③

갈바니 전지에서 (-)극 산화, (+)극 환원 반응이고, 전자는 도선을 통해 이동하고 전류는 전자 이동의 반대 방향이며, 금속의 반응성은 (A) > (B)이다. 염다리는 이온의 이동 통로이다. 같은 원소로 이루어져도 농도 차 전지가 가능하다.

23. 네른스트 식 : ④

$\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT\ln Q$에서 $\Delta G = -nFE$이고 $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}$이므로 양변을 $-nF$로 나누면 전지 전위를 구할 수 있으며 $E = E^{\circ} - \frac{RT}{nF}\ln Q$이다.

24. 전지 표시 : ②

갈바니 전지는 '산화 전극|전해질 ‖ 전해질|환원 전극'인데, E°가 작은 것이 산화 전극이다.

25. 전지 전위 : ①

전지의 표준 환원 전위는 [{(+)극 표준 환원 전위}-{(-)극 표준 환원 전위}]이다. (+)극은 반응성이 작은 금속(표준 환원 전위가 큰 금속)이고, (-)극은 반응성이 큰 금속이며 표준 환원 전위는 세기 성질이다. 금속성 크기 순서는 Ag < Al < Mg이며, 전자는 (-)극에서 (+)극으로 도선을 통해 이동한다.

26. 표준 전지 전위 계산 : ⑤

표준 환원 전위는 세기 성질이고, 환원 전극(반응성이 작은 금속, (+)극) 전위에서 산화 전극(반응성이 큰 금속, (-)극) 전위를 빼므로 $-0.26-(-1.66) = 1.40\ (V)$이다.

27. 전지의 네른스트 식 : ④

전지의 전위는 $E = E^{\circ} - \frac{0.059}{2}\log\frac{[A^{2+}]}{[B^{2+}]}$이므로 $E = 1.10 - \frac{0.059}{2}\log\frac{1.00}{0.100} = 1.07\ (V)$이다.

28. 농도 차 전지 전위 계산 : ②

왼쪽 전극에서는 니켈 이온 농도가 낮아 산화, 오른쪽 전극에서는 이동한 전자를 니켈 이온이 환원 반응을 일으킨다. $E = 0.00 - \frac{0.0592}{2}\log\frac{1.00\times10^{-3}}{1.00} = 0.089\ V$이다.

29. 산화 환원 당량 : ①

당량은 각 원소에서 $\frac{(\text{원자량})}{(\text{전하량})}$으로 계산할 수 있다.

	은	마그네슘	알루미늄	아연	니켈
원자량(g/mol)	108	24	27	65	59
당량(g)	108	12	9	32.5	29.5

30. 염소의 산화수 : ③

$H_2O + \underline{Cl}_2 \rightarrow H\underline{Cl} + H\underline{Cl}O$ 반응에서 홑원소인 Cl_2에서 Cl 산화수는 0이지만, 나머지 염소는 차례로 -1, $+1$이다.