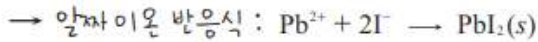


04. 수용액에서의 반응들

알짜이온 반응식



※ 구경꾼 이온

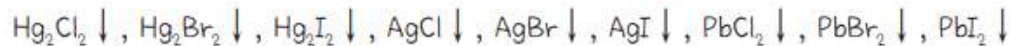
반응에 참여하지 않고 단지 상대이온으로 존재하는 것으로, 필요없는 이온이 아니라 어떤 이온이 되어도 상관없다.

용해도 규칙

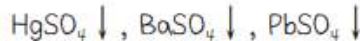
1. 잘 녹는 것

① 1족 양이온, NH_4^+

② Cl^- , Br^- , I^- (예외: Hg_2^{2+} , Ag^+ , $\text{Pb}^{2+} + \text{Cl}^-$, Br^- , I^-) 수온납!



③ 복잡한 음이온(NO_3^-) (예외: Hg^{2+} , Ba^{2+} , $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) 수바납!



2. 잘 녹지 않는 것

① OH^- , O^{2-} (예외: 1족 양이온, Ba^{2+})

② CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , CrO_4^{2-} , S^{2-} (예외: 1족 양이온, NH_4^+)



산화, 환원

1. 정의
2. 산화수 부여
3. 산화제, 환원제
4. 이온화 경향
5. 반응식 완결
6. 적정

1. 정의

	산소 기준	수소 기준	전자 기준
산화	산소와 결합	수소가 나감	전자가 나감
환원	산소가 나감	수소와 결합	전자와 결합

<예> $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ 에서 Mg는 산소를 얻어 MgO가 되었으므로 산화된 것이다.

$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$ 반응은 전자가 나갔으므로 산화 반응이다.

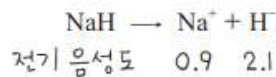
2. 산화수 부여

i) 원칙

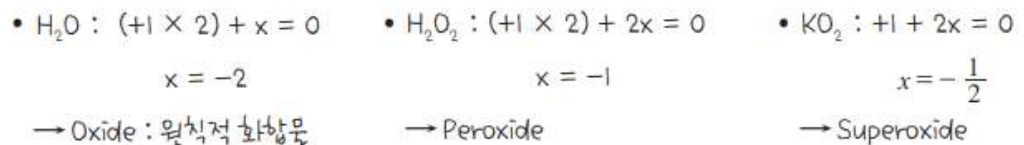
- ① **단체, 중성 = 0**
- ② **이온은 이온의 전하가 산화수** (ex : $Zn^{2+} = +2$, $Cl^- = -1$)
- ③ **H : +1, O : -2**
- ④ **1족 : +1, 2족 : +2, 17족 : -1**

ii) 예외

- ① 금속과 결합한 수소 : -1



- ② 과산화물



- ③ $OF_2 : x + (-1) \times 2 = 0$
 $x = +2$

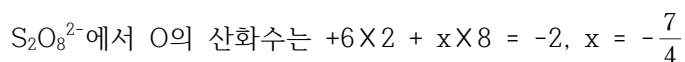
- ④ $Cl_2O : (x \times 2) + (-2) = 0$
 $x = +1$

구체적인 예)

- ① N_3^- 에서 N원자의 산화수는 $x \times 3 = -1$, $x = -\frac{1}{3}$
- ② NO_3^- 에서 N원자의 산화수는 $x + (-2) \times 3 = -1$, $x = +5$
- ③ BaO_2 에서 O원자의 산화수는 $+2 + x \times 2 = 0$, $x = -1$
- ④ $Na_2Cr_2O_7$ 에서 Cr원자의 산화수는 $+1 \times 2 + x \times 2 + (-2) \times 7 = 0$, $x = +6$
- ⑤ ICl 에서 각 원자의 산화수 I는 +1, Cl은 -1
- ⑥ 다원자 양이온은 NH_4^+ 과 Hg_2^{2+} 이 있으며 이중 Hg_2^{2+} 의 수은의 산화수는 +1이다.

예외적인 산화수)

- ① $S_2O_8^{2-}$ 에서 S의 산화수는 $x \times 2 + (-2) \times 8 = -2$, $x = +7$ 이 아니다. S은 16족 원소이므로 최대 산화수는 +6이기 때문이다. 따라서 이 경우에는 산소의 산화수가 예외가 된다.



- ② SO_4^{2-} 도 S의 산화수는 +6이고 O의 산화수가 $-\frac{7}{4}$ 이다.

3. 산화제, 환원제

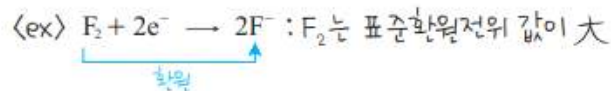
i) 산화제 : 자신은 환원, 남을 산화시키는 물질

① 전자와 결합하면 환원

전자와 결합 잘하면 환원이 잘 된다.

= 남을 잘 산화시킨다.

= 강한 산화제이다 (=산화력 大)



② 산소는 나가야 환원

산소가 잘 나가야 환원 잘 된다.

= 남을 잘 산화시킨다

= 강한 산화제이다.

= 산화력 大

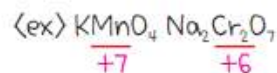
<ex> H_2O_2 , O_3 등

③ $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$ = 산화수는 감소 \rightarrow 환원

+2 0 = 산화수 감소 잘 되면 \rightarrow 환원 잘 된다

= 남을 잘 산화시킨다

= 강한 산화제 = 산화력 大



ii) 환원제 : 자신은 산화, 남을 환원시키는 물질

① 전자가 나가야 산화

= 전자가 잘 나가면 산화 잘 된다

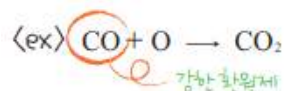
= 남을 잘 환원시킨다

= 강한 환원제 = 환원력 大 = 금속성 大 = 正 小 = 이온화 경향 大

② 산소와 결합해야 산화

= 산소와 결합 잘 하면 산화가 잘 된다

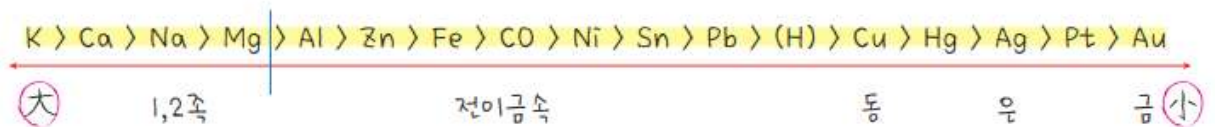
= 남을 잘 환원시킨다



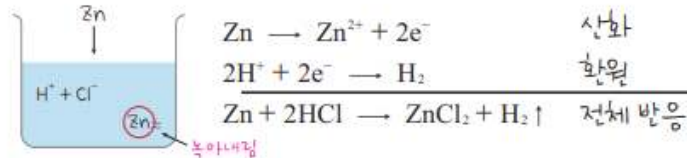
[산화제, 환원제 정리]

- ① 기체 상태에서 강한 산화제 : 전자친화도가 큰 화학종
- ② 기체 상태에서 강한 환원제 : 이온화 에너지가 작은 화학종
- ③ 이온이 수용액 상태에서 강한 산화제 : E° (표준환원전위)값이 큰 화학종
- ④ 이온이 수용액 상태에서 강한 환원제 : E° (표준환원전위)값이 작은 화학종의 환원된 화학종 (금속)

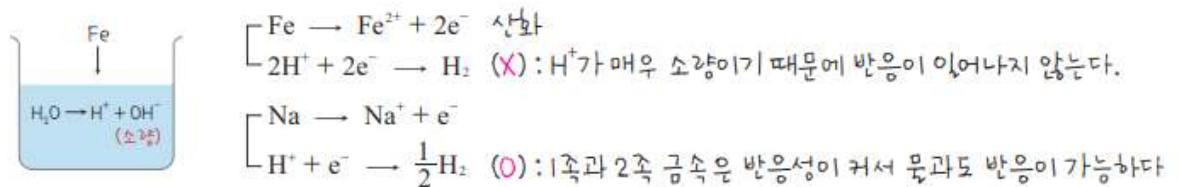
4. 이온화 경향



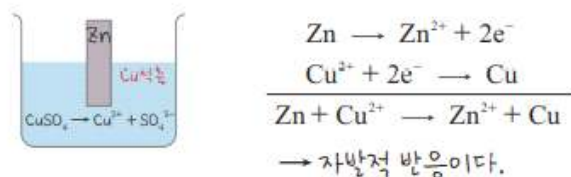
① 산과의 반응



② 물과의 반응성



③ 반응의 자발성 예측 : 이온화 경향이 큰 것이 이온화된다.

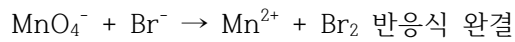


5. 반응식 완결 : 산화수법 & 반쪽반응

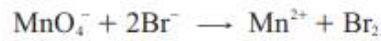
i) 산화수법

- ① 원자수 맞춘다
- ② 산화수 맞춘다
- ③ O는 H_2O 로, H는 H^+ 로 맞춘다
- ④ 산성, 염기성 조건 고려

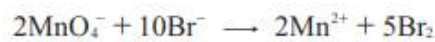
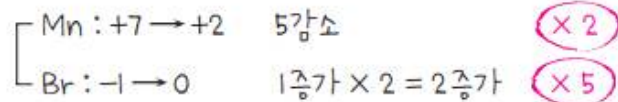
<ex. 1> 산성용액에서



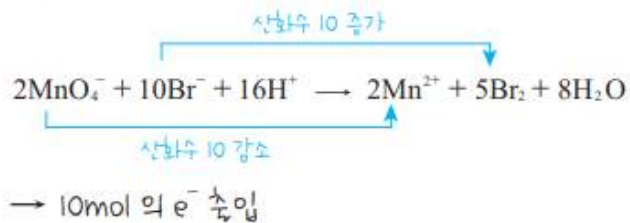
① 원자수 맞추기



② 산화수 맞추기



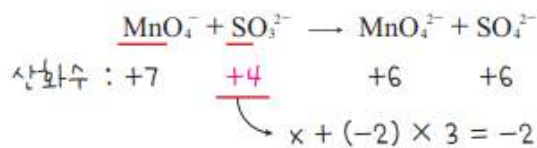
③ O, H 맞추기



○ 반응식 완결 후 검토해야할 사항

1. 각 원자의 원자수가 반응물과 생성물에서 일치하는지를 검사할 것(질량보존의 법칙)
2. 반응물, 생성물의 전하가 일치하는지를 검사할 것
3. 증가된 산화수와 감소된 산화수가 일치하는지 검사할 것

<ex. 2> 염기성용액에서



① 원자수 맞추기



② 산화수 맞추기



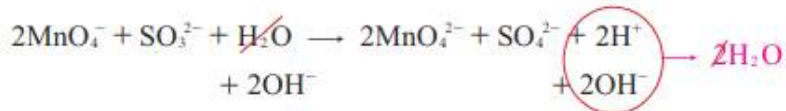


O : 11

O : 12

③ O, H 맞추기

H^+ 는 산성 조건이므로 양쪽에 2OH^- 더해준다



ii) 반쪽반응

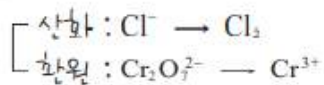
- ① 반반으로 나눈다
- ② 원자수 맞춘다
- ③ O, H 맞춘다
- ④ 전자개수 맞춘다 (최소 공배수)
- ⑤ 산성, 염기성 조건 고려

<ex. 1> 산성용액에서

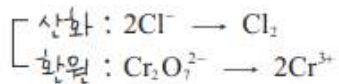


산화수 : +6 -1 +3 0

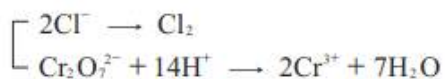
① 산화와 환원 나눠주기



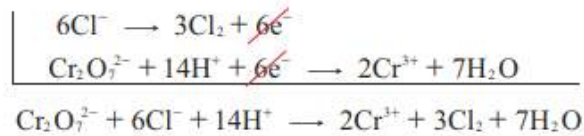
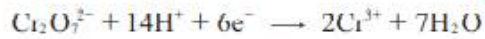
② 원자수 맞추기



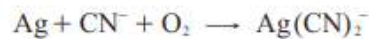
③ O, H 맞추기



④ 전자개수 맞추기

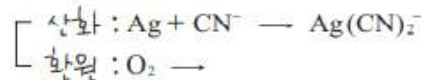


〈ex.2〉 염기/생용액에서

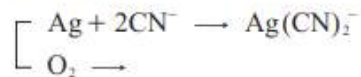


$$\begin{aligned} \text{상위와 하위} : 0 \quad -1 \quad 0 \quad x + (-1) \times 2 = -1 \\ x = +1 \end{aligned}$$

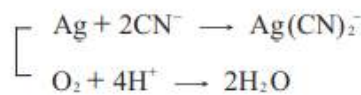
① 산화와 환원 나눠주기



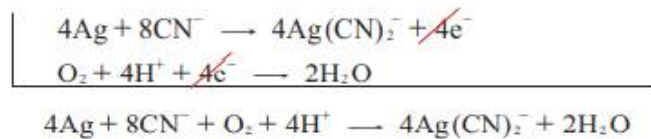
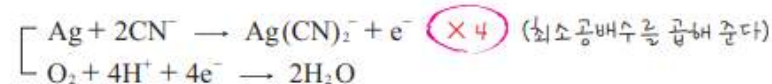
② 원자수 맞추기



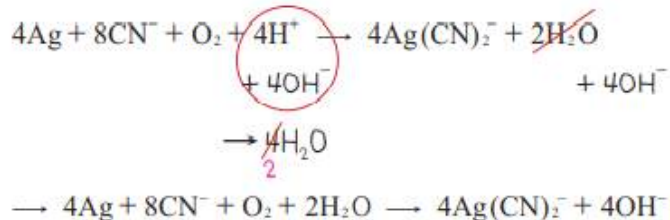
③ 0, H 맞추기



④ 전하 맞추기

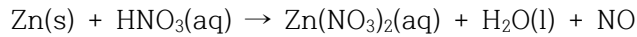


⑤ 염기성 조건 고려



- 실제 사용된 산화제의 몰수 구하기

전체 반응식에서 산화제와 환원제를 구하고 사용된 물질의 몰수도 구할 수 있다. 그러나 다음 반응식은 완결된 식을 통해 산화제의 몰수를 파악하면 오류를 범하게 된다. 따라서 반응식을 완성시키는 과정을 통해 실제 사용된 산화제의 몰수를 구해본다.



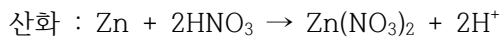
- (1) 산화 환원 반쪽 반응으로 나누어준다.



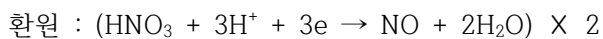
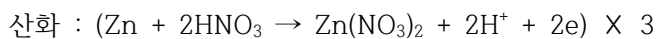
- (2) 원자수를 맞춘다.



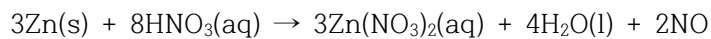
- (3) O는 H₂O로 H는 H⁺으로 개수를 맞춘다.



- (4) 전자는 최소공배수로 맞춘다.



- (5) 산화 환원 두 반응식을 더한다.

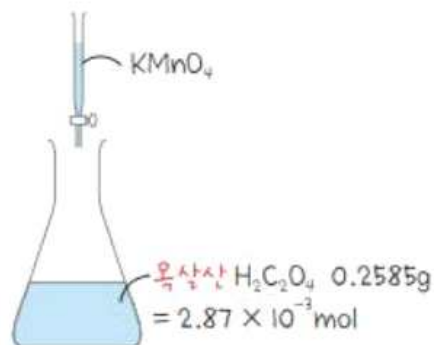


3몰의 Zn을 산화시키는데 사용된 산화제(HNO₃)는 2몰이다. 이 반응에서 산화제는 HNO₃로서 전체 반응식에서 8몰이 사용되었지만 실제로 사용된 산화제는 2몰 뿐이다. 6몰은 산화제가 아니라 산화 반응에서 원자수를 맞추기 위해 사용되었을 뿐이다. 즉 HNO₃는 2몰만이 환원되었으므로 산화제로 사용된 HNO₃는 2몰이다.

6. 저점



자주색 \longrightarrow 분홍색 : 지시약 필요 없음



→ 옥살산 $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 전부 산화된 지점 : 22.35ml (측정값)

→ $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 를 전부 산화시키기 위한 MnO_4^- 의 mol수

$$5 : 2 = 2.87 \times 10^{-3} : x \text{ mol}$$

$$x = 1.148 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\rightarrow \text{용액 } 22.35\text{ml} : 1.148 \times 10^{-3} \text{ mol} = \text{용액 } 1000\text{ml} : y \text{ mol}$$

$$y = 0.0513\text{M}$$

- ① 옥살산의 무게를 정확하게 달아(0.2585g) 황산용액 100mL에 용해시켜 삼각플라스크에 넣는다.
- ② 과망간산칼륨을 천천히 첨가하면서 색 변화를 관찰한다.
이 경우 과망간산칼륨은 자주색이고, Mn^{2+} 의 색은 분홍색이므로 옥살산이 존재하면 자주색의 과망간산칼륨은 분홍색의 Mn^{2+} 으로 변화된다.
- ③ 과망간산칼륨을 넣어주면서 색 변화 관찰시, 자주색이 분홍색으로 변하는 시점까지 들어간 과망간산칼륨의 양을 측정한다. 이때 22.35mL가 소모되었다.