

1. 금속의 반응성

금속의 반응성이 평가원문제에 슬금슬금 나오고 있고, 언젠가는 어려운 문제가 출제될 수 있는 부분이다. 기본 원리만 알고 있으면 어떤 문제라도 다 적용시킬 수 있다. 연습하여 skill을 키우자.

1.1. 생각의 시작

시작 전에 알아 두어야 할 것들

다음 금속의 이온화 경향 서열은 꼭 외우자.

“칼카나마알아철니주납(수소)구리수은 은 백금 금”

아래 도표에서 백금(Pt)빠졌네. 그래도 OK!

찬물과 뜨거운 물, 묽은 산과 반응하는 것들 확인

묽은 산과 반응하지 않는 것들 확인

이온일 때는 어떤 성질이 있는가 확인!!!!

금속의 이온화 경향

← 금속의 산화성 증가

K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	(H)	Cu	Hg	Ag	Au
찬물과 반응-수소 기체 발생 ←											Cu는 HNO₃와 반응하여 수소기체 대신 NO, NO₂기체 발생 →			
뜨거운 물과 반응-수소 기체 발생 ←											묽은 산 (HCl, 황산, 아세트산 등) 과 반응 안함			
hot steam 과 반응 - 수소 기체 발생 ←														
묽은 산 (HCl, 황산, 아세트산 등) 과 반응 - 수소기체 발생 ←														

이온의 반응성은 금속의 반응성과 다르다.

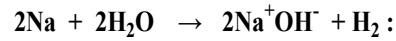
← 이온의 환원성 감소

K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	(H ⁺)	Cu ²⁺	Hg ⁺	Ag ⁺	Au ³⁺
용융전기분해해야 금속으로 얻어짐 ←				← 수소이온이 수용액에서 전자 받기 제일 좋아하고 좋아하는 정도 감소							→ 전자받는 것 (환원) 좋아하여 금속이 되려고 한다. Au³⁺ 짱			
수용액에서 절대로 환원되지 않는다. 수용액에서 절대로 금속으로 석출되지 않는다. 이 이온들의 반응성은 수용액에서 매우 작아서 환원 반응이 절대로 일어나지 않는다..											금이온은 시험에 잘 언급 없음. 은이온 짱			
											Hg는 액체 금속이므로 생략			

p. 35와 같이 이해해도
좋아요.

1.2. 금속과 중류수와의 반응

반응성이 큰 K, Na 를 중류수에 넣었을 때



다른 이온이 없는 중류수라고 가정하고

반응하면 Na 2 mol에 수소기체 1 mol 발생 : Na^+ 2 mol

물에서 분해된 음이온 OH^- 2 mol : 총 이온수 증가 :

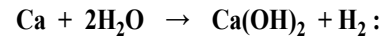
외우는 거 아니다.--이해

물이 환원되어 수소 발생하므로

물의 양은 점점 감소하여 이온 농도 증가한다.

물의 액성은 당연히 염기성, pH 커진다.

Ca을 중류수에 넣었을 때



다른 이온이 없는 중류수라고 가정하고

반응하면 Ca 1개에 수소기체 1 mol 발생, Ca^{2+} 1 mol

물에서 분해된 음이온 OH^- 2 mol : 총 이온수 증가 :

외우는 거 아니다.--이해

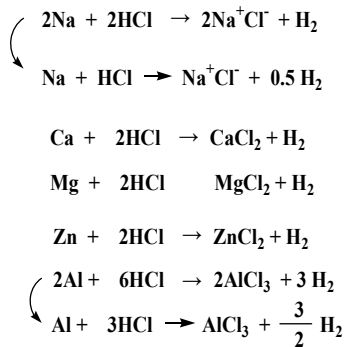
물이 환원되어 수소 발생하므로

물의 양은 점점 감소하여 이온 농도 증가한다.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 는 물에 대한 용해성이 나빠 잘 녹지 않는다. 녹은 것은 완전히 해리하지만, 안 녹은 것은 고체로 된다.

1.3. 금속과 산 수용액

Tip : 다음의 식을 여러 번 써 보자. 외우는 것이 아니다.



금속 1몰 당 생성되는 수소의 몰수로 생각하는 것이 편할 수도 있다.

<더 알고 싶은 학생들에게

염산과 반응하면서 침전이 생기는 반응인 경우

Pb인 경우 PbCl_2 가 침전이므로 음이온도 같이 감소한다.

----- **몰라도 될 것 같음**
 $\text{Pb} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$

산 수용액이라고 하면 예를 들면, 염산은 HCl 기체가 물에 녹아 해리되어 H^+ 이온이 존재한다. 여기서 주의 할 것은 찬 물과 반응하는 **1족의 알칼리 금속과 Ca**이다.

반응하면서 온도가 올라가면 Mg도 반응하겠지만, 이런 조건은 제외함시다.

일단, 찬물과 반응하는 것들만 고려함시다.

금속의 반응성은 매우 순서적 이라 반응성이 좋은 것이 먼저 다 반응하고 나면 그 다음 순서로 옮겨 반응한다.

그러면 양이 문제이다. 수용액이라 물은 많을 것이고 염산의 농도에 따라 수소이온 mol수, 반응하는 금속의 몰수 가 방정식에 따라 양적 관계가 딱 맞으면 좋은데 금속의 몰 수가 더 많으면 여분의 알칼리 금속이 물과 반응하여 수소기체가 더 나오게 된다.

(1). 산성 수용액과의 반응에서의 이온수의 변화

(i). 충분한 염산과의 반응

1가 금속, 2가 금속과 3가 금속의 경우로 나누어 생각하면서 방정식 써보고 외우지 말자.

①. 1가 금속과 염산과의 반응

매우 격렬한 반응이다. Na 2mol에 수소기체 1mol발생.

Na 2개와 염산의 2개의 H^+ 와 바뀌므로 양이온의 변화가 없다. 음이온의 변화도 없다.

②. 2가 금속과 염산과의 반응

2가 금속 1mol과 수소 이온 2mol 반응,
 양이온의 수 감소

③. 3가 금속과 염산과의 반응

Al을 생각하자.

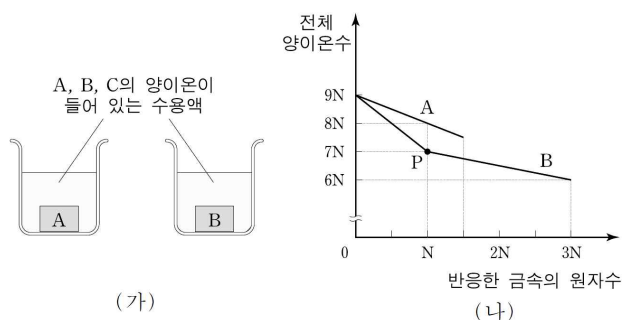
3가 금속 1 mol과 수소 이온 3개 반응,
 수소 1.5 mol
 양이온의 수 감소

기출 문제 분석 5 : 2010.11.20.4.

그래프에서 전체 양이온 수가 줄어드는 반응이다. 산화되는 금속의 양이온의 전하가 석출되는 금속의 양이온의 전하보다 크다.

이것을 외우지 말고 들어가고 나가고의 그림으로 그려 확인할 수 있도록 연습하자.

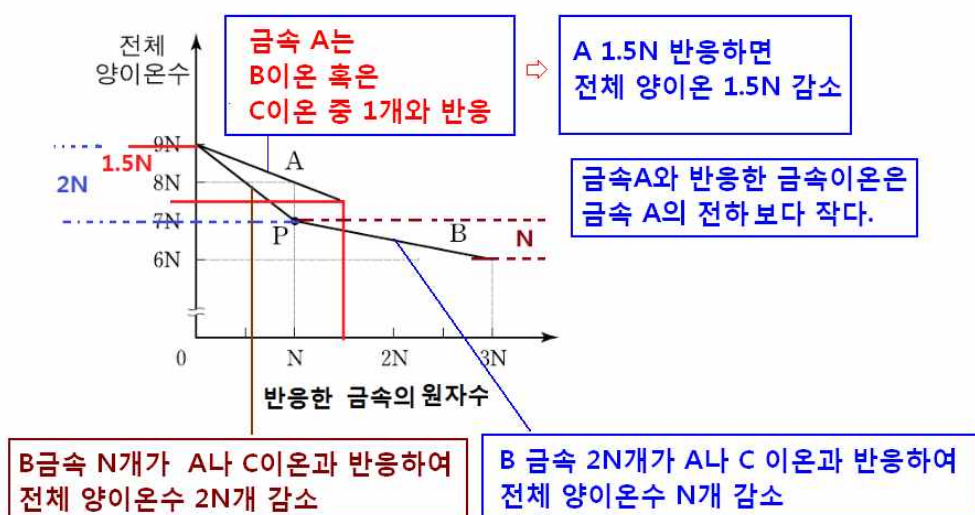
20. 그림 (가)는 금속 A, B, C의 양이온이 3N개씩 들어 있는 수용액에 금속 A, B를 각각 넣은 것을, (나)는 반응한 금속 A, B의 원자수에 따른 수용액에 있는 전체 양이온수를 각각 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- < 보 기 > —————
- ㄱ. 반응성은 C가 A보다 크다.
 - ㄴ. 금속 양이온의 전하는 B가 A보다 크다.
 - ㄷ. 점 P에서 $\frac{B \text{ 양이온수}}{A \text{ 양이온수}}$ 의 값은 $\frac{4}{3}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



그래프를 해석하면 그림과 같이 된다.

㉠. 그래프에서 A가 이온으로 1.5개 나오면 수용액에 있는 B혹은 C이온이 반응하여 양이온 수가 1.5개 줄어든다.

즉 1개 들어가면 전체 1개 줄어든다.

A가 2가이면; B⁺ 혹은 C⁺일 수 있다.

A가 3가면 감소하는 비율이 맞지 않는다.

이온의 반응성과 금속의 반응성은 반대이다.

그런데 그래프에서 B 직선은 2개의 기울기 직선이다. B에 대해 A이온과 C이온이 반응한다는 것을 알 수 있다.

첫 번째, 두 번째 직선을 보면 반응한 금속 B가 1개 반응하면 2개의 양이온의 비율이 줄고 금속 B가 2개 반응하면 1개의 양이온 비율로 감소한다.

B는 1가 이상이므로 C는 1가 금속으로 판단할 수 있고 A는 2가 금속이다.

C 이온 반응성이 크므로 C의 반응성은 작다.

㉡. ㉠에서 예측한 금속의 전하를 이용한다.

B의 첫 번째 직선에서 B가 1개 산화되면 전체 양이온수 2개 감소 : 1개 나오면 3개가 붙는다. 2개의 차이가 난다.

즉, B는 3가 양이온이고 1가 이온인 C이온 3개 반응되므로 양이온 2개 감소한다.

B의 두 번째 직선에서 B가 2개 산화되어 양이온 3개 반응되면 1개 감소하므로 A는 2가, C는 1가, B는 3가

㉢. P에서는 3N개의 C⁺이온이 N개의 금속 B와 반응하므로 B이온 N개 생겼다. 원래 3N개가 있으니 B이온은 $N + 3N = 4N$ 가 P점에 존재한다.

A이온은 원래 3N개 존재.

Pitfall: 점 P에서는 자체 녹아 있는 B 이온의 수도 생각해야 한다.

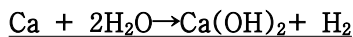
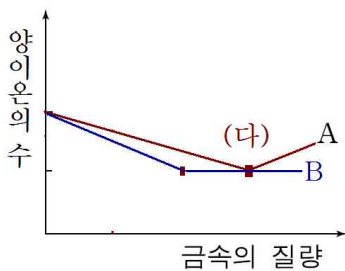
기출 문제 분석 6 : 09.6.20.4.

Tip: 먼저 생각해야 할 것은 수소 기체의 SOURCE가 무엇이나를 생각하자.

HCl 수용액이므로 반응성이 큰 금속을 넣으면 수소 기체가 발생한다. 그리고 HCl의 H^+ 가 없으면 수소 기체가 나오지 않아야 하는데 A의 경우는 계속 나오고 있다. 금속의 반응성 순서를 보면 물과 반응해서 수소 기체를 만드는 금속이 있음을 알 수 있다.

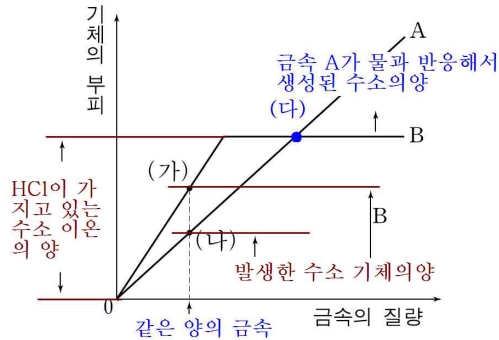
금속의 반응성을 단지 기율기로 보아서는 안 된다.

화학 반응은 질량의 반응이 아니라 반응물질간의 입자수의 반응이다.



** 좀 억지이긴 하다. $Ca(OH)_2$ 의 용해성은 별로 좋지 않다.

20. 그림은 일정량의 묽은 염산(HCl)에 금속 A, B를 각각 넣었을 때 발생하는 기체의 부피를 금속의 질량에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 압력과 온도는 일정하고, 금속 A, B의 이온은 모두 +2가이다.)

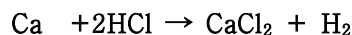
- <보기>
- ㄱ. 금속의 반응성은 $A > B$ 이다.
 - ㄴ. 원자의 상대 질량은 $A > B$ 이다.
 - ㄷ. 수용액의 pH는 (나) > (가)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

원자의 상대 질량(원자량)은 같은 양을 사용하였을 때 금속 B의 경우 수소기체가 많이 발생하였으므로 입자 수가 많다. 그러므로 원자량이 작다. 원자량은 $A > B$

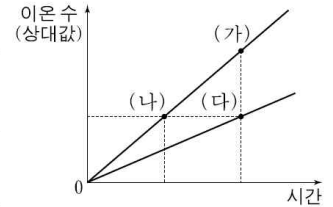
(가)와 (나)점을 비교하면 (가)가 더 많이 반응하였으므로 그 만큼 H^+ 의 양이 반응한 것이고 산성이 줄어들므로 pH는 증가한다.

금속 A와 B가 다 2가 금속 양이온이므로 각 금속 1개 들어 갈 때 H^+ 이온 2개 없어지므로 HCl에 의한 수소 발생 때 까지는 양이온은 계속 감소할 것이다.



(다)점 이후 A 용액은 염기성으로 변한다. 반응성이 큰 금속이 물과 반응하면 염기성이 되고 Ca 양이온이 증가한다. 전체 이온수도 (다)점 이후로 양이온 1개와 물에서 음이온 2개 생성되므로 어느 정도 증가 할 것이다.**

17. 물 100mL가 들어 있는 두 개의 비커에 같은 질량의 서로 다른 알칼리 금속 A와 B를 각각 넣어 반응시켰다. 그림은 시간에 따른 수용액의 이온 수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

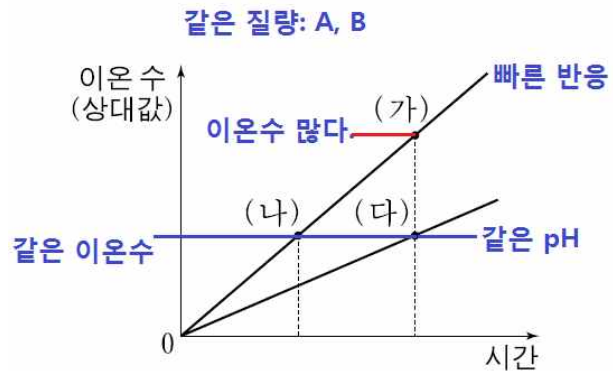
— < 보 기 > —

- ㄱ. 수용액의 pH는 (나)가 (가)보다 크다.
- ㄴ. (나)와 (가)까지 발생한 기체의 총 부피는 같다.
- ㄷ. 반응이 완결된 후 두 수용액에 존재하는 이온 수는 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

알칼리 금속과 물과의 반응이다. 같은 몰 수이면 같은 이온 수가 존재할 것이다.

반응식을 한번 써보고 하는 것이 좋다.



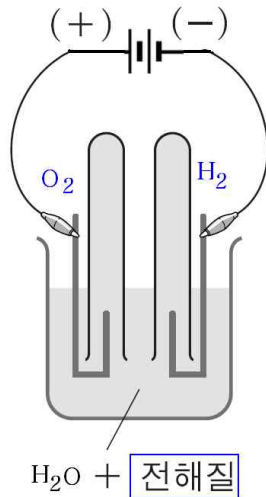
(나)(가)의 선은 같은 이온 수 이므로 같은 몰 수 반응이다.

(가)-(나) 라인의 이온수가 더 많으므로 원자량이 작은 알칼리 금속이다.

반응성을 비교할 수도 있다. 같은 시간에서 생성되는 이온의 수를 비교하면 된다.

3. 전기 분해

3.1. 물의 전기분해



금속 이온의 반응성 순서를 이해하면 설명할 수 있다.

순수한 물에는 이온이 없으므로 전기가 통하지 않는다. 물을 전기 분해 할 때는 물이 전기 분해되면서 영향을 미치지 않고 단지 이온으로 존재하여 전류를 통하게 하려고 전해질을 넣어준다. 예를 들면 H_2SO_4 , Na_2SO_4 , KNO_3 , NaOH 등 양쪽 전극에서 산화나 환원이 되지 않는 이온을 가진 물에 잘 녹는 전해질을 선택한다.

전극은 반응성이 없는 탄소 막대나 백금 전극을 이용한다. 간이 실험에서는 연필심, 샤프심등을 이용한다.

(-)극에서는 직류 전기의 전자가 전극 쪽으로 이동하여 물이 환원되어 수소기체가 발생되며 전극 부위는 OH^- 이온이 생긴다. (-)극 부근에 페놀프탈레인을 떨어뜨리면 붉은 색으로 변화한다. (H-OH에서 H^+ 가 수소로 된다고 하면 OH가 남는다. 그래서 부근이 염기성이다).

(+)극에서는 물이 산화되어 산소 기체가 발생된다.

수소 기체와 산소 기체의 생성비는 H_2O 을 분해하면 그 비를 알 수 있다.

전해질에서 NaCl , KCl , HCl 과 같이 Cl^- 음이온이 있거나 반응성이 좋은 이온 Cu^{2+} , Ag^+ 과 같은 이온이 있는 CuSO_4 , CuCl_2 , AgNO_3 등은 물이 분해 되는 것보다 빨리 (-)극에서는 구리, 은 같은 금속이 환원되고 (+)극에서는 Cl^- 이온이 산화되어 Cl_2 기체가 발생하므로 물의 전기분해때는 사용하지 않는다.

Na_2SO_4 , KNO_3 , NaOH 등의 금속 이온들은 물속에서 환원되지 않으므로 OK!!!

4. 반응성이 다른 금속끼리의 연결

여기서도 금속의 이온화 경향 서열이 매우 중요하다.
다 외우고 있겠지

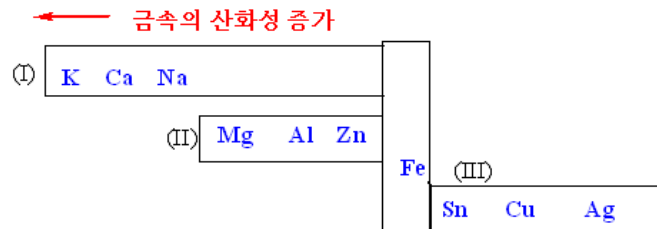
금속이 공기 중에서 산화되는 것은 공기 중의 산소와 반응하는 것이다. 금속과 산소와의 산화 환원과정이다.

금속이 물과 접촉에서 산화되는 것도 물속에 녹아있는 산소와의 반응이다. 물은 단지 전해질의 역할을 하는 것이다.

소금물이 더 전해질이라 철의 산화가 촉진되는 이유이다.

철의 산화 방지라는 말은 철이 산화되지 않게 하는 방법이다. 다시 말하면 산화란 산소가 금속에게 전자를 달라는 것인데, 철이 산소에게 전자를 주는 대신 Mg나 Zn이 먼저 산소에게 주어 철이 산소에게 전자를 주지 않게 보호하는 것이다.

금속은 전기가 잘 흐르는 도체이다. 전기는 전자의 흐름이다.



먼저 위의 그림을 이해하자. 철에 3종류의 금속계열을 부착(연결 혹은 도금)시켰을 때 일어나는 현상을 생각해 보자.

(I) 이 계열의 금속은 반응성이 큰 금속이므로 철을 도와주기도 전에 자신들이 먼저 공기 중에서 산소와 수증기 등에 의해 먼저 산화된다. 철에 아무런 도움이 되지 못한다.

(II) 이 계열의 금속들은 Fe보다 반응성이 크고 공기 중에서 산화되어 자신의 보호막을 만든다. ①Al은 공기중의 산소와 반응하여 부동태인 Al_2O_3 를 형성하므로 Al 자체로는 많이 사용하지만 연결하여 사용하지 않는다. 일단 제외.

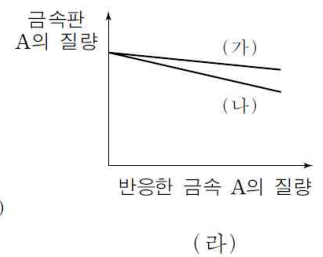
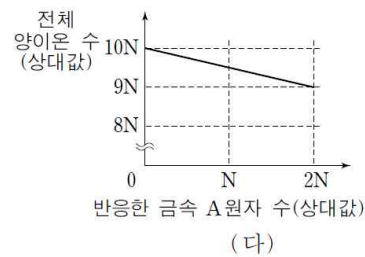
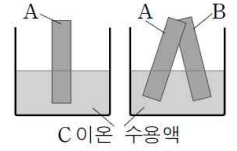
② Mg나 Zn을 철과 연결하면 철보다 먼저 산화되고 Mg나 Zn이 산화하여 생긴 전자가 철 쪽으로 이동하여(전자가 철 쪽으로 이동하였다고 하여 철이 환원되는 것은 아니다) 철의 산화 방지를 돕는다. 이렇게 자신이 산화되면서 다른 금속의 산화를 방지하는 금속을 희생금속이라고 한다.

③ 철의 표면을 공기와의 접촉이 없게 아연으로 도금한 것을 합석이라고 한다. 아연으로 도금한 합석표면이 흠집이 나도 아연이 철의 산화 방지(부식)를 돕는다.

2011.11.16.①

반응성이 다른
금속과 금속의 연결

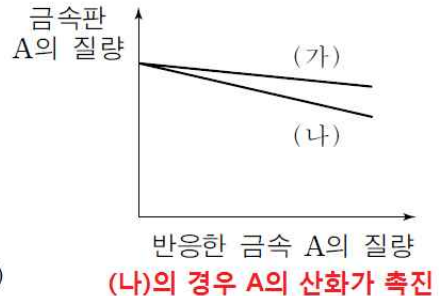
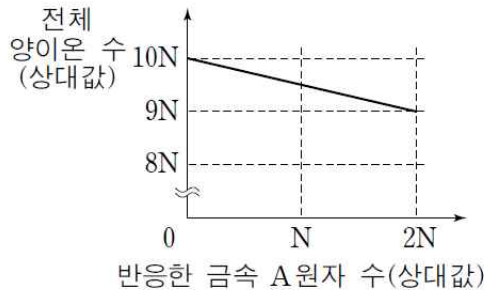
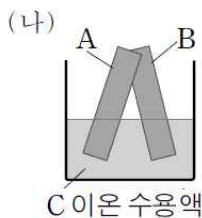
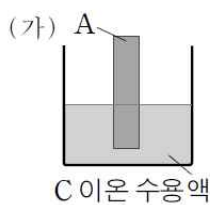
16. 그림 (가)는 금속판 A를 금속 C이온 수용액에, (나)는 금속판 A와 B의 일부를 접촉시켜 동일한 C이온 수용액에 담근 것을 나타낸 것이다. 그림 (다)는 (가)에서 반응한 금속 A 원자 수에 따른 수용액에 존재하는 전체 양이온 수를, (라)는 (가)와 (나)에서 반응한 금속 A의 질량에 따른 금속판 A의 질량을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 > —
- ㄱ. A 이온과 C 이온의 전하량 비는 3 : 2이다.
 - ㄴ. 원자의 상대적 질량은 C가 A보다 크다.
 - ㄷ. A와 B를 도선으로 연결하면 A의 부식이 방지된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



전체 이온수 감소 1의 비율이다. $\Rightarrow$ $\begin{cases} 2(+3) \text{나오고 } 3(+2) \text{불고} \\ 1(+2) \text{나오고 } 2(+1) \text{불고} \end{cases}$

그래프에서 반응한 금속 원자 A가 2이면 전체 양이온 수가 1 감소하므로 두 가지 경우이다. ①금속 A가 +3가일 때 2개 나오면 C 3개 붙는 경우 ②금속 A가 +2가일 때 1개 나오면 C가 2개 붙는 경우.

A가 3가, C가 2가 일 수 있다.

2A 떨어져 나가고 3C가 되어도 질량이 감소한다.

$2A > 3C$ 의 관계식에서 각각의 대소를 비교할 수 없다.

같은 금속 수용액에서 (나)가 더 빨리 질량이 감소하였다는 그만큼 더 산화가 더 잘 된 것이고 접촉함으로써 더 산화를 촉진시키므로 부식방지를 할 수가 없다.

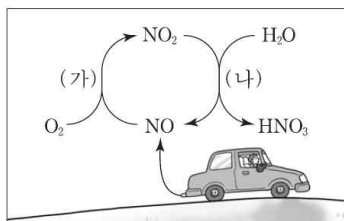
7. 산화 환원반응의 계수 맞추기

이 문제는 2010년 9월 시행 모의 평가 화학 2에 나왔던 문제로 많은 학생들이 틀렸던 문제이다. 예전 화학 2의 범위였지만 영역은 개정 후 화학 1으로 옮겨왔다.

충분히 풀 수 있고 이번 2014년 6월 11번 문제에 제시된 것과 연결하면 필수적으로 알아야 할 것 같다.

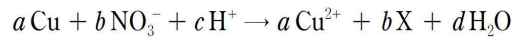
2014.6.11.

질소산화물은 많은 시험 속에서 제시되었다. 질소와 산소가 고온 고압에서 반응해 만들어 내는 NO와 NO₂이다.



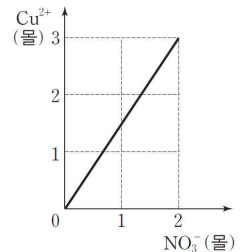
2010.9.14.화2.4.

14. 다음은 구리(Cu)와 묽은 질산(HNO₃)의 산화·환원 반응식이다.



반응식에서 X는 질소 산화물이며, $a \sim d$ 는 계수이다. 그림은 이 반응에서 반응한 NO₃⁻의 몰수에 따른 생성물 Cu²⁺의 몰수를 나타낸 것이다.

$\frac{d}{a}$ 는?

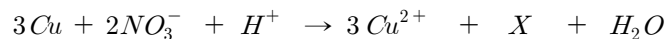


- ① $\frac{2}{3}$ ② $\frac{3}{4}$ ③ 1 ④ $\frac{4}{3}$ ⑤ $\frac{8}{3}$

반응식과 몰수비의 변화만 주고 계수를 맞추라는 거다. 여러분은 산화수의 변화로 계수 맞추는 법을 알고 있어야 한다.

어렵지 않으므로 따라 해보자.

그래프에서 Cu²⁺ 3몰에 NO₃⁻ 2몰 반응이므로 당연히 구리와 Cu²⁺ 계수가 3, NO₃⁻의 계수는 2

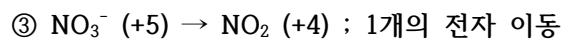
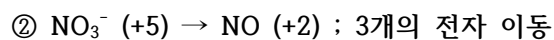
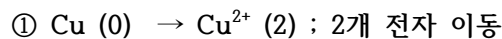


써 놓고 보니 X가 질소 산화물이란단.

즉, 여러분은 질소산화물의 종류를 알아야 한다는 것이다.

그러면 여러분은 NO₃⁻가 NO와 NO₂로 가는 두 개의 식에서 산화수의 변화만 빨리 계산하면 된다.

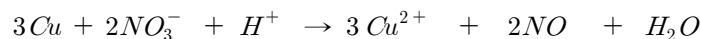
일단 구리부터



그래프에서 주어진 계수비는 구리 3, NO₃⁻가 2이므로

이 세 식으로부터 X가 NO 인지를 판단할 수 있다.

필요한 식은 ①과 ②이다.

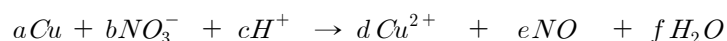


X를 NO로 고쳐 쓰고 NO에도 N의 수를 맞추기 위해

②식에 2배해준다. ①식에는 3배하고 ①과 ②식을 더한 후 왼쪽의 O의 수를 맞춘다. O 6개,

오른쪽의 O는 2NO의 2개이므로 H₂O에서 4개, 그러므로 왼쪽의 H⁺는 8개로 계수 완성이다.

자, 이제는 계수 없이 물질만 가지고 맞추어 보자



산화수의변화

①Cu (0) → Cu²⁺ (2) ; 2개 전자 이동

②NO₃⁻ (+5) → NO (+2) ; 3개의 전자 이동

두 물질의 이동한 전자수를 맞추니 6개의 최소공배수
이므로 양변에 6을 맞추기 위해 ①식의 Cu 쪽에는 3배, ②식에 2배하고 ①식과 ②식을 더하고 O를 맞추고 H를 맞추면 된다.

또 이번에는 NO₂로 해보자



산화수의변화

①Cu (0) → Cu²⁺ (2) ; 2개 전자 이동

②NO₃⁻ (+5) → NO₂ (4) ; 1개의 전자 이동

두 물질의 이동한 전자수를 맞추니 2개의 최소공배수
이므로 양변에 2을 맞추기 위해 Cu 쪽에는 그대로, N
쪽의 NO₃⁻ 와 NO₂는 2배하고 ①식과 ②식을 더하고
O를 맞추고 H를 맞추면 된다.



왼쪽의 O의 수를 맞춘다. O 6개,

오른쪽의 O는 2NO₂의 4개이므로 H₂O에서 2개, 그러므로 왼쪽의 H⁺는 2개로 계수 완성이다.

