

산화 환원반응에서 알아야 할 것들

1. 주어진 반응식이 산화 환원반응인지 확인할 수 있어야 한다.

이것은 매우 간단한 문제인데 ‘산화수’를 알면 된다. 화학에서 산화수의 개념은 매우 중요하다. 그러므로 시험 때마다 단골로 나온다.

산화수는 원자들이 결합할 때 공유전자쌍을 공유하는데 결합하면 마음이 바뀌어 **전기음성도가 큰 원소가** 그 공유전자쌍을 다 소유한다고 가정했을 때 전자의 잃고 얻음을 가상의 수로 표시한 것이다. 그러므로 **산화수를 생각할 때는 전기음성도의 크고 작음이 매우 중요하다**. 전기 음성도의 개념은 화학 1 절친 만들기 project-2에 상세히 설명하였다.

몇 가지 원칙이 있는데 알아야 한다. 다 열거하지는 않겠지만 여러분들이 차분하게 정리하세요. 중요한 것만 여기서 이야기 합니다.

① 일반적으로 산소는 전기음성도가 작은 원자와 결합할 때 항상 -2의 값을 갖는다. 하지만 예외로 과산화물 즉 H_2O_2 에서는 -1의 값을 갖는다.

외우지 말고 분자식에서 유추 가능하다. 모르는 것 x 라고 하고 수소는 전기 음성도 비교하니까 +의 값이므로 +1, $(2)(+1) + (2)(x) = 0$ 로 풀면 $x = -1$ 이다.

② 수소의 전기음성도는 2.1인데, 수소보다 큰 전기음성도를 가진 원자와 만날 때 항상 +1의 값을 갖는다.

③ 수소가 수소보다 전기음성도가 작은 금속과 만날 때는 -1값을 갖는다.

NaH일 때 Na는 +1, H는 -1의 값을 갖는다. 외우는 것이 아니라 계산하면 된다.

④ 산소가 F를 만날 때 는 앞에 서술한 것처럼 F의 전기음성도의 크기 때문에 산소는 plus 값을 갖는다.

OF_2 의 경우 F는 -1, 그러므로 산소는 +2

이것을 물어본 수능 문제가 있다. 지금 역대 수능에서 이런 지문은 없었는데 문제가 진화되고 있으니 더욱 함정에 걸리지 않도록 주의한다.

(적용 예) 2013.11 시행 수능 9번 지문 (가)

2. 산화수를 계산해 알아내면 그 원소의 산화수의 증감이 의미하는 것을 알아야 한다.

산화수가 증가하면 산화, 산증이라고 외운다. 그 반대는 환원이니까 이것만 알면 된다.

산화수가 감소하면 환원이다.

3. 산화 환원반응의 계수를 맞추는 연습이 필요하다.

산화수의 변화로 맞추는 방법과 반쪽 반응식을 써서 하는 이온 전자법이 있는데 일단 산화수법으로 설명한 것은 2014.6월 모의 평가 project-1에 자세하게 설명하였다. 참고 바람. 화학 1의 범위에서는 예전의 화2 형태의 산화 환원 반응의 계수 맞추는 것은 없는데 혹시나 하는 생각에 다룬다.

$a\text{NO}_2 + b\text{H}_2\text{O} \rightarrow c\text{HNO}_3 + d\text{NO}$ 의 계수를 맞춘다?

그냥 미정계수 맞추기해도 되는데 꼬이면 시간이 많이 든다

두 가지 방법이 있는데 산화수 방법으로 맞추는 방법과 이온 전자법이 있는데 우선 산화수법으로 설명하기로 하고 각 원자의 산화수를 구한다. 연습이 되면 실수 없이 할 수 있다.

물에서 산소, 수소의 산화수 변화 없으므로 제외하고 N의 산화수만 가지고 한다.

1. $\text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$ 의 반쪽 반응식 만들기

① 산화수 $+4 \rightarrow +5$, 1개의 전자 차이가 나므로 이것을 식으로 표시하면



② 양변의 산소수가 안 맞으면 H_2O 의 O로 맞춘다.



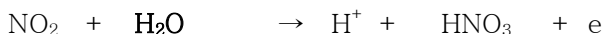
O 2개 O 3개 이므로 NO_2 쪽에 $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 를 1개 더해 준다.



③ H가 안 맞으면 H^+ 로 맞춘다.



왼쪽에 H 1개 부족하므로 H^+ 를 더해 준다.



2. $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}$ 의 반쪽 반응식 만들기

① 앞서 한 것과 동일하게 산화수의 변화를 전자로 맞춘다.

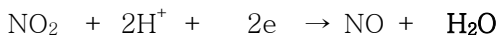
$+4 \rightarrow +2$ 이므로 왼쪽에 전자 2개로 전하량이 같게 만든다.



② 산소수가 안 맞으므로 오른쪽에 물하나 첨가



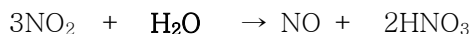
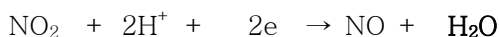
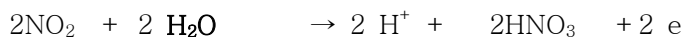
③ 수소수 안 맞으므로 왼쪽에 2H^+ 첨가



앞에서 했던 반쪽 반응식과 같이 연달아 써 본다.

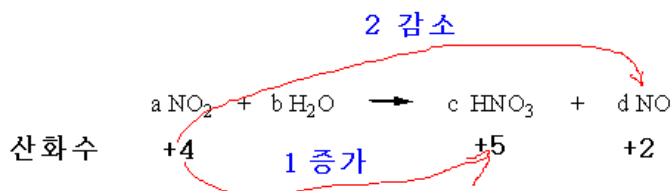


두식에서 전자를 없애기 위해 (1)의 식에 2배하여 더해주면 된다.



위의 방법이 정상적인 방법이고 어려워 보이지만 관심있는 학생은 열심히 연습해보고!!!

두 번째 방법은



산화수의 증감은 전자의 움직임이므로 산화 환원의 전자수는 동일해야 한다.

산화수의 증감을 전자로 보면 1개와 2개, 같은 전자 수가 되어야 하므로 NO_2 에 2배 해주면 단순히 NO_2 가 HNO_3 로 변해가는 과정이므로 HNO_3 에도 2배,

NO_2 가 NO 로 가는 반응은 원래 1개로도 충분하므로 1, 두 개를 합치면 NO_2 계수가 3이 나온다.

그러면 다 맞출 수 있다. NO_2 알고 HNO_3 아니까.

여기서 잠깐!!!

위 산화 환원 반응에서 **반응에 참여한 전자수를 물어보면???**

언젠가는 나올 것 같은 느낌!!!

2개의 전자가 반응에 관여한다. 산화수의 변화에 대한 최소공배수라고 할까!!!,

4개가 아닙니다.

예를 들면 산화수의 증감이 각각 2와 3이면 6개의 전자가 반응에 관여, 증감이 2와 5면 10개의 전자가 관여한 반응이다. 각 증감을 같게 만드는 배수가 그 물질의 계수가 된다.

세 번째 방법



반응물의 N이 생성물의 N 2개로 변했으니 반응물의 N의 수는 더 커야 하는데 얼마나 커야 할까?

우선 2배하니 N의 수는 맞는데 O의 수가 안 맞아,

다시 3배하면 3NO_2 이고 생성물의 N과는 1개 차이, 생성물 HNO_3 나 NO 중 2의 계수가 어느 것이 좋을까? 짝짝 감으로 HNO_3 에 2배하면 ok!!!!

하지만 이렇게 풀면 관여한 전자의 수를 알 수가 없다.

이런 식으로 풀라고 하는 건가????????????????

아니쥬!!!!

2014.6월 평가에서 나온 문제를 보면 단순히 계수의 비교를 물어 본 것으로 보아 외우든지 감으로 풀어 보라고 한 것 같은 생각이 들지만 **수능은 외우는 것이 아니라 이해하고 유추할 수 있는 문제가 나온다.** 결과를 보면 쉽지만 처음 생각하기는 매우 어렵게 느껴질 것이다. 3가지 방법중 화학 1의범위에 잘 적용되는 방법은 두 번째 방법이다.

학생들이 자신이 쉬운 방법으로 알아서 하세요.

2014.6월6. 평가원

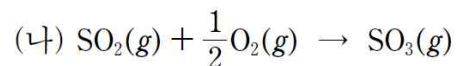
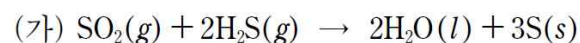
6번 문제는 간단하므로 위와 같은 방법으로 풀어서 계수를 정하면 된다. 그래야 양적인 문제를 풀 수가 있다.



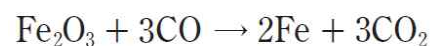
2014.6.7.번 문제도 산화 환원반응 식을 만들면 더 쉽다.

다음의 산화 환원 반응식에서 계수 지우고 맞추어 보는 연습도 필요한 것 같다.

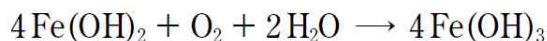
2013. 6. 18



2013.9.5.



2013.11.8.



4. 산화수가 변화하는 반응은 무조건 다 산화 환원반응이다.

NH_3 만드는 방정식은 기본으로 써야 하고 이 반응도 산화 환원 반응이다.

탄화수소가 산소와 반응하는 식

광합성 반응식

포도당 연소식등을 써보고 산화수의 변화를 check 해보세요.

5. 산화제와 환원제의 구별

산화제는 남을 산화시키는 물질이다. 어떻게? 만나는 물질에서 전자를 빼앗는 것입니다.

그러면 상대 물질은 전자를 잃어 산화되고 자신은 전자를 얻어 (얻환) 환원됩니다.

환원제는 다른 물질에게 전자를 주어 자신은 장렬히 산화되고 다른 물질은 환원됩니다. 그

래서 다른 물질을 환원시켜 **환원제**라고 즉, 환원을 시키는 물질이라는 뜻입니다.

산화 환원은 상대적이라 같은 물질이라도 어떤 상대를 만나냐에 따라 산화 환원의 형태가 달라집니다. 외우는 것이 아니라 화학식에서 산화수의 변화로 찾는 것입니다.

내가 이정도 안다고 생각하고 문제를 풀어보자.

(가) 당연히 산화환원 반응이다. 탄소 원소의 산화수=0(**산화수 정의에 의하여**), 산소 분자의 산소도 원소이므로 산화수=0, CO에서 탄소의 전기음성도는 산소보다 작으므로 산소는 항상 -2, 탄소는 +2

(나) Fe_2O_3 에서는 O가 당연히 -2, 그러면 Fe는 +3, 반응물 Fe = 0, 산화수의 변화 이므로 산화 환원반응

(다) CaCO_3 에서 Ca^{2+} , CaSiO_3 를 하려고 하니 애매모호 pass

CaCO_3 에서 C의 산화수는 $(+2) + x + 3(-2) = 0$ 에서 $x = +4$, CO_2 에서 탄소의 산화수 +4이므로 변화없다. 산화 환원반응 아니다.

그럼 이 반응은? 중화반응이다.

SiO_2 는 비금속 산화물이고 이러한 비금속 산화물은 산성을 띤다. CaCO_3 는 염기성이다. 어찌 아냐고? 옛날 옛날 초등학교때부터 들어왔던 이야기인즉, 대리석, 조개껍질에 염산이나 식초를 떨어뜨리면 거품(CO_2)이 생긴다. 기억날 것입니다. 산과 중화반응하여 분해되어 CO_2 나오는 것입니다. 지금도 매우 중요한 fact이고 화학방정식을 만들 수 있어야 하는 중요한 반응입니다.

2013.6 문제 5번에 짚하고 나옵니다.

2013.9.6.

다시 산화 환원반응이다.

수돗물 정수할 때 염소기체를 사용하는 이유가 여기에 있다.

Cl_2 의 산화수 = 0

HCl의 H=+1, $Cl^- = -1$,

HClO에서 H=+1, O=-2, $Cl = +1 + (x) + (-2) = +1$

H_2O 에서는 H, O의 산화수 변화는 없다.

ㄱ. 식 오른쪽에 HCl 눈에 보이시는가? 산성

Cl의 산화수는 매우 다양하다. HCl만 생각하면 아니 됩니다.

6. 산화수와 원자가 전자

산화수는 원자가전자의 수와도 매우 밀접한 관계가 있다.

$_{17}Cl: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 의 전자배치를 가진다. 원자가 전자는 5개인데 전자를 한 개 얻으면 전자배치가 Ar이 되어 안정화되지요. 이럴 때만 Cl의 산화수가 -1이고, 원자가 전자를 전기 음성도가 큰 원자에게 빼앗길 때는 +의 이온의 값을 가지지요. 이것이 산화수이고 Cl의 산화수는 +7 (예, $HClO_4$) 까지 될 수 있는 다양한 성질이 있다.

예를들어 다음의 물질에서 Cl의 산화수를 찾아보세요.

HClO, $HClO_2$, $HClO_3$, $HClO_4$

2013.9.13.

2주기 원소 X, Y의 수소 화합물과 Y의 불소 화합물 YF_3

화합물	XH_4	YH_3	YF_3
중심 원자의 산화수	-4	a	b

H는 C, Y는 N인 것은 다 알 수 있다.

CF_4 에서 C의 산화수 = +4

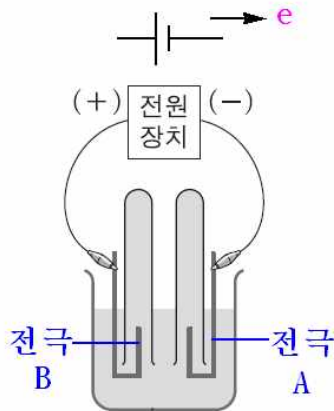
$2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$ 의반응에서 N이 산화수의 변화는 $+4 \rightarrow +2$

7. 전기 분해

전기 분해는 전형적인 산화 환원 반응이다. 직류전기를 사용하여 수용액의 전기 분해나 이온 화합물의 용융상태에서 이온화합물의 전기 분해를 수행할 수 있다.

또 금속 이온의 수용액을 이용하여 구리, 철등에 금속을 도금하는 것도 산화 환원 반응이다.

외부에서 직류 전기를 주므로 그 표시를 알아야 한다.



외부의(-)극에 연결된 전극 A에서는 전자가 흘러들어가 전극 A에서는 전자를 얻는 환원 반응이 일어나고 전극B에서는 산화 반응이 일어난다. 일반적으로 전극은 반응성이 없는 흑연 막대 전극이나 백금 전극을 사용한다. 전기 분해반응에서 전극을 잘 못 선택하면 산화 반응이 일어날 때 금속 전극자체에서 산화 반응이 일어날 수도 있다.

전극 A에서는 단지 전자를 수용액으로 운반하는 역할만 하므로 전극 자체는 외부에서 전자를 받았다 해도 환원반응이 일어나지 않는다. 단지 운반하는 역할이다.

금속은 절대로 환원 반응이 일어나지 않는다.

순수한 물은 전기를 통하지 않으므로 순수한 물에 전기를 통할 수 있게 전해질을 넣어준다.

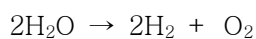
예를 들면, Cl^- 음이온 이 없는 전해질을 넣어준다.

H_2SO_4 , KNO_3 , Na_2CO_3 등

발생되는 수소와 산소의 비율은 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 의 역반응을 생각 해서 2:1이다.

음극: 물이 환원되어 수소기체 발생

양극: 물이 산화 되어 산소 기체 발생



산화수의 변화를 check하면 된다.

NaCl 수용액(aq)을 전기 분해하면

(-)극: H₂발생

(+)극 : Cl₂ 기체 발생

얼핏 생각하면 수용액에 Na⁺가 있어 Na⁺가 전극에서 전자를 얻어 금속 Na가 될 것 같은 데라고 하면 안 된다. 왜냐하면 Na⁺이온은 Na⁺이온으로 있는 것이 더 좋아 Na⁺이온은 환원이 잘 안 된다. NaCl 수용액에서 환원이 먼저 되는 것이 물이다.

양극에서는 물이 산화되어 산소가 발생되는 것과 같이 산소가 나오지 않고 먼저 Cl⁻가 산화 된다. 즉, 전기 분해는 어딘가에서 서열 문제가 발생한다. 음이온의 서열은 화학 1에서는 배우지 않고 금속이나 금속의 이온의 서열성은 금속의 반응성이라는 단원에서 배우게 된다.

NaCl고체를 녹여 전기 분해하면 당연히 물이 없어서

음극에서는 Na⁺이온이 금속으로 환원되고, 양극에서는 Cl₂기체가 발생한다. 그 비율은 식을 만들면 알 수 있다.

