

" *WorkBook* "

화학 양론과 계산 문제들

1st. ed.

더 이상의 인강, 다른 교재가 필요 없다.

원리부터 응용까지

중화반응을 제외한 모든 계산 문제들

Skills from practices!

2015

(2016학년도)

written by Dr. Chemi

WORKBOOK, 화학 양론과 계산 문제들 Contents

WORKBOOK, 화학 양론과 계산 문제는 다음과 같이 구성되어 있습니다.

I. Introduction

II. 수능에서 양론의 유형

III. 연습 문제

IV. 산화 환원에서 계산 문제

V. 질량 백분율과 원소 분석 문제

VI. 산화 환원반응

VII. 동위 원소 문제

I. Introduction : 1p ~ 13p

화학 양론의 기본 개념과 탄화수소의 연소 반응식 계수 맞추기와 간단한 계산으로부터 양론을 이해할 수 있도록 구성하였습니다.

II. 수능에서 양론의 유형 : 14p ~ 67p

여러 예제 문제를 제시하면서 문제의 자료 분석과 반응식 계수의 응용, 분자량을 구하는 풀이 방법을 단계별로 제시하여 누구나 쉽게 접할 수 있도록 구성하였습니다. 자세한 강의가 문자화 되었다고 생각하면 됩니다. 자료 분석과 관계식을 유추할 수 있도록 다양한 방법으로 풀이 방법도 예시하였습니다.

여러 skill을 익힐 수 있도록 다양한 예제를 수록하였습니다.

III. 연습 문제 : 68p ~ 159p

앞에서 익힌 skill을 확인할 수 있도록 40개의 연습 문제로 구성되어 있습니다. 문제의 앞부분의 숫자는 시험이 실시된 시행 연월이고 문제 번호, 답으로 되어 있습니다. 2012 ~ 2013년 평가원, 교육청 2013년 ~ 2014년의 문제에서 주의할 만한 것을 선별하였고 자작 문제와 개정 전의 화학2 (2005 ~ 2012)를 조금 변형한 문제들도 포함되어 있습니다. 화학 양론뿐만 아니라 평가원에서 출제한 소소한 계산 문제들도 자세한 풀이와 해결 방법을 제시하였습니다.

VI. 산화 환원에서 계산 문제 : 160p ~ 168p

산화 환원에서 정량적인 문제들을 발췌하여 자세한 해설을 하였습니다.

계속 수능에서 출제 될 것 같은 예감.

V. 질량 백분율과 원소 분석 문제 : 169p ~ 184p

원소 분석은 화학에서 매우 중요한 분석 방법이고 일반 화학 책에는 어느 책이든 나오는 내용입니다. 아마도 수능에서도 빼놓지 않고 나오는 문제가 될 것이지만 내용에 한계가 있어 실수하지 않도록 기본에 충실한 해설을 실었습니다.

VI. 산화 환원반응 계수 : 185p ~ 216p

산화 환원 반응에서 계수 맞추는 skill을 익히는 과정이다. 여러 예제를 통해 외우지 않고 연습하면 누구나 반응식을 완결할 수 있도록 자세한 설명을 하였습니다.

몇 번 연습하면 몸에 체득이 되어 외우지 않고도 가능하게 됩니다. 계속 수능에서 출제 될 것 같은 예감.

VII. 동위 원소 문제 : 217p ~ 225p

개정 전에는 매년 나오던 문제였는데 최근에는 출제되지 않지만 알면 쉽고 모르면 약간 헛갈리는 문제들입니다. 시간이 나면 한 문제씩이라도 풀어 보기를 권합니다. 간단한 예제를 제시하고 자세한 설명을 하였습니다.

아무쪼록 문제들을 풀어 보면서 풀이는 단순히 tip으로 생각하고 여러분의 방법대로 풀어가면서 “습” 하는 것이 매우 중요합니다. 연습하여 skill을 최대한으로 확보하고 단순한 산수 계산이지만 틀리지 않도록 하는 것도 매우 중요합니다. 연습만이 실수하지 않는 것입니다. Skill은 반복된 연습에서 나오는 것입니다. 화학 양론은 개념보다는 자료 분석을 빠르게 하여 정확한 방정식을 세우고 실수 없이 산수를 풀어나가는 것 입니다.

다시 반복하지만 연습이 많이 필요합니다.

수능에서 양론 문제와 중화 문제를 풀기 위해서는 다른 부분의 개념 정리가 잘 되어 있어야 뒷부분에 나오는 양론 문제를 풀 시간이 생깁니다. 다른 단원의 Smart Solution Series를 공부하여 수능 화학 1에 대한 자신감을 가지기를 바랍니다.

Smart Solution Series

Smart Solution I : 화학 양론과 계산 문제들

Smart Solution II : 중화 반응 계산 문제들

산과 염기 단원 중에서 중화 반응에 관한 계산 문제들을 발췌하여 자료 분석과 다양한 풀이 방법을 제시하여 학생들이 쉽게 이해하도록 기술하였습니다.

평가원 문제, 교육청 문제, 개정 전 화학 1 문제로 매우 다양한 유형의 문제를 풀 수 있는 기본 skill을 가질 수 있도록 한 교재입니다.

Smart Solution III : 원자의 주기적 성질과 수소 원자의 스펙트럼, 오비탈, 분자 구조와 탄화수소에 관련된 평가원 문제(개정 전 화학 2 문제를 현 교육과정에 맞게 수정한 문제)들을 발췌하여 풀이 방법과 주의할 사항들을 자세하게 기술한 교재로 **복습과 오개념을 정리할 수 있게 만든 완벽한 교재**입니다.

수능에서 Smart Solution III 영역의 문제가 10 ~12 문제가 출제된다.

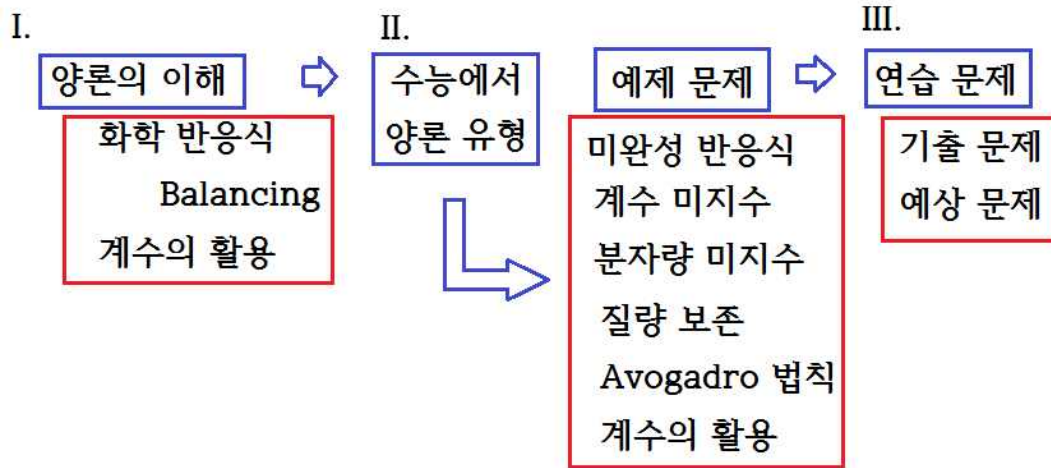
Smart Solution IV : 산화 환원에 관한 문제로 평가원이나 교육청 문제에서 가끔 나오는 이온 수의 변화 문제와 금속의 반응성 문제들을 정리한 교재로 빠른 시간에 복습 정리할 수 있도록 구성된 교재입니다. 개정 전 화학 1, 화학 2 문제들을 현 교육 과정에 맞게 새롭게 교정하였습니다.

Smart Solution V : final 교재로 2015년 9월 평가원 시험 후에 6월과 9월의 평가원 시험 경향에 따라 2015년 수능 예상 문제들로 구성된 교재이며 9월 모평 이후에 발매될 예정입니다.

화학 1을 공부하는 학생들이 수능에서 perfect한 실력을 발휘할 수 있도록 성의를 다해 만든 자료입니다. 부디 **꼭**하여 좋은 결과를 얻기를 바랍니다. 질문은 whangf@nate.com으로 mail 보내시거나 orbi 쪽지 보내시면 빠르게 답변 드립니다.

Good Luck ! 2015. 1. From Dr. Chemi

WORKBOOK의 구성과 사용법



I ~ III. I과 II를 끝내면 문제 풀이 III은 하루에 2~3문제를 매일 연습하자. 40문제이므로 2주안에 끝낼 수 있다. 어려운 문제를 check하고 다시 반복한다. 다 하고 나면 감을 잊지 않기 위하여 하루에 1개씩 푼다.

IV. 산화 환원 양론 : 반응식을 완전히 이해하면 너무 쉬운 부분이 된다.

V. 원소 분석 : 하루에 5분만 투자하자. 한 문제씩만 푼다.

VI. 산화 환원 계수: 공부 후 감을 잊지 않기 위하여 하루에 1문제 연습

VII. 하루에 1문제 풀기 : 5분만 할애하자.

I. Introduction

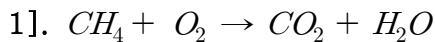
양론(stoichiometry)을 이해하기 위해서 완전한 반응식이 필요하다. 반응식에서 반응물의 계수와 생성물의 계수를 알아야 반응의 양적 관계를 알 수가 있다.

일단 탄화수소와 몇 가지 탄소 화합물들에 연소 반응에 대한 반응식을 만들어 보면서 계수 맞추는 작업을 해보자. 반응 물질과 생성 물질이 주어진다면 쉽게 할 수 있다. 외우는 것이 아니고 연습하여 익숙하게 하는 것이다.

※ 탄화수소의 연소 반응은 반응물과 생성물 쓰기 → 반응물의 탄소 수 기준으로 생성물의 탄소 수 맞추기 → 반응물의 수소 수를 기준으로 생성물의 수소 수 맞추기 → 생성물의 산소를 기준으로 반응물의 산소 원자 수 맞추기 → 반응물의 산소 분자로 맞추기의 순으로 한다.

다음의 연소 반응식에서 계수 맞추는 연습을 해보면서 skill을 익히자.

I]. 반응식의 계수 맞추기(balancing equation)



①. 반응물 기준으로 생성물의 탄소의 수를 맞추면, 1 개씩이므로 OK

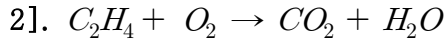
②. 반응물의 수소의 수를 맞추면, 반응물에는 4개,

H_2O 에서 2개이므로 $2H_2O$ 가 된다.

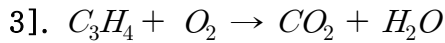
③. $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ 가 되고 생성물의 O의 수를 맞추면,

생성물에서 4개 이므로 반응물 O_2 에 2배하여 준다.

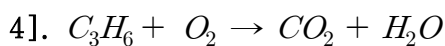
④. $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ 하면 완결



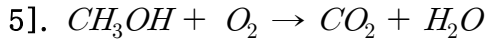
- ①. 반응물 기준으로 생성물의 탄소의 수를 맞추면, 반응물에 2개이므로
생성물 CO_2 에 2배
- ②. 반응물을 기준으로 수소의 수를 맞추면, 반응물에는 4개,
 H_2O 에서 2개이므로 $2H_2O$ 로 한다.
- ③. $C_2H_4 + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ 가 되고 생성물의 O를 기준으로
반응물의 O의 수를 맞추면, 생성물에서 6개이므로 O_2 에 3배하여 준다.
- ④. $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$ 하면 완결



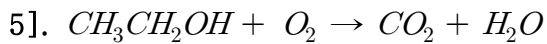
- ①. 반응물과 생성물의 탄소의 수를 맞추면, 반응물에 3개이므로
생성물 CO_2 에 3배
- ②. 수소의 수를 맞추면, 반응물에는 4개, H_2O 에서 2개이므로 H_2O 에 2배 한다.
- ③. $C_3H_4 + O_2 \rightarrow 3CO_2 + 2H_2O$ 가 되고 O의 수를 맞추면, 생성물에서 8개
이므로 O_2 에 4배하여 준다.
- ④. $C_3H_4 + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 2H_2O$ 하면 완결



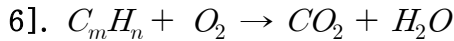
- ①. 반응물과 생성물의 탄소의 수를 맞추면, 3개이므로 생성물 CO_2 에 3배
- ②. 수소의 수를 맞추면, 반응물에는 6개, H_2O 에서 2개이므로 H_2O 에 3배 한다.
- ③. $C_3H_6 + O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$ 가 되고 O의 수를 맞추면, 생성물에서 9개
이므로 O_2 에 $\frac{9}{2}$ 배하여 준다.
- ④. $C_3H_6 + \frac{9}{2}O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$
- ⑤. 분수를 없애기 위해 양변에 2배하여 정수로 바꾸어 준다.
- ⑥. $2C_3H_6 + 9O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ 완결



- ①. 반응물과 생성물의 탄소의 수를 맞추면, 1개씩이므로 OK
- ②. 수소의 수를 맞추면, 반응물에는 4개, H_2O 에서 2개이므로 H_2O 에 2배 한다.
- ③. $CH_3OH + O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ 가 되고 O의 수를 맞추면,
생성물에서 4개이고 반응물에 1개 있어, 필요한 O는
3개로 O_2 에 $\frac{3}{2}$ 배하여 준다.
- ④. $CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
- ⑤. 분수를 없애기 위해 양변에 2배하여 정수로 한다.
- ⑥. $2CH_3OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 4H_2O$ 완결



- ①. 반응물과 생성물의 탄소의 수를 맞추면, 2개이므로 생성물 CO_2 에 2배
- ②. 수소의 수를 맞추면, 반응물에는 6개, H_2O 에서 2개이므로 H_2O 에 3배 한다.
- ③. $CH_3CH_2OH + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ 가 되고 O의 수를 맞추면,
생성물에서 7개이고 반응물에 1개 있어, O 6개로 O_2 에 3배하여 준다.
- ④. $CH_3CH_2OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$



①. 반응물과 생성물의 탄소의 수를 맞추면, m개이므로 생성물 CO_2 에 m배

②. 수소의 수를 맞추면, 반응물에는 n개, H_2O 에서 2개이므로 H_2O 에 $\frac{n}{2}$ 배

한다.

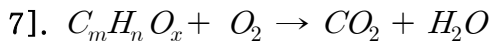
③. $C_mH_n + O_2 \rightarrow mCO_2 + \frac{n}{2}H_2O$ 되고 O의 수를 맞추면 생성물에서

O의 수는 $(2m + \frac{n}{2})$ 이므로 O_2 의 수로 바꾸어 주면 $\frac{1}{2}(2m + \frac{n}{2})$ 이고

간단히 하면 $(m + \frac{n}{4})$ 이다.

④. $C_mH_n + (m + \frac{n}{2}) O_2 \rightarrow mCO_2 + \frac{n}{2}H_2O$ 하면 완결

⑤. 이식 외우는 것이 아니다.



①. 반응물과 생성물의 탄소의 수를 맞추면, m개이므로 생성물 mCO_2

②. 수소의 수를 맞추면, 반응물에는 n개, H_2O 에서 2개이므로 H_2O 에 $\frac{n}{2}$ 배

한다.

③. $C_mH_nO_x + O_2 \rightarrow mCO_2 + \frac{n}{2}H_2O$ 되고 O의 수를 맞추면 생성물에서

O의 수는 $(2m + \frac{n}{2})$ 이고 O_x 가 반응물에 있으므로 생성물 쪽에서 빼주면

$[(2m + \frac{n}{2}) - x]$ 이고 O_2 의 수로 바꾸어 주면 $\frac{1}{2}[(2m + \frac{n}{2}) - x]$ 이고

간단히 하면 $\frac{1}{2}(2m + \frac{n}{2} - x)$ 이다.

④. $C_mH_nO_x + \frac{1}{2}(2m + \frac{n}{2} - x) O_2 \rightarrow mCO_2 + \frac{n}{2}H_2O$

⑤. 외우지 말고 연습하자.

II]. 반응식과 양론(양적인 관계)

1]. 양론의 의미

화학 반응식을 이용하여 반응물의 양에 따라 생성물이 얼마나 생길 수 있을까를 계산할 수 있다. 반응식의 계수는 반응 물질과 생성 물질의 가장 기본적인 몰수 비를 의미하며 각 물질은 계수의 비율대로 반응한다. 화학 반응은 반응물을 고체, 액체와 기체로 반응을 진행하고 생성물도 경우에 따라 고체, 액체, 기체일 수 있다. 물론 산 염기 중화 반응 혹은 침전이 생기는 반응같이 수용액에서의 반응도 정량적인 반응을 한다. 그러므로 반응을 진행할 때 반응물의 양은 질량, 부피, 압력등으로 양을 결정한다.

수능에서 출제 되는 반응은 대부분 기체 반응의 양적인 관계를 다루고 있으므로 반응물질들이 기체인 것을 예로 들어 공부하여 보자.

반응물질이 기체이므로 기체의 질량, 기체의 부피 혹은 기체의 압력등으로 그 반응에 사용된 양을 정하고 반응 물질의 분자량을 알아야 반응식에 적용할 수 있다. 반응식에 적용하기 위해서는 사용된 물질의 사용 몰수를 알아야 하므로 양론에서는 사용된 물질의 분자량 혹은 몰 부피등이 필수적이다. 생성된 물질의 양을 구하기 위해서도 생성 물질의 분자량을 알아야 한다. 그러므로 **양론을 풀기 위해서는 몰수, 분자량 때로는 부피를 질량으로 바꾸기 위해 기체의 밀도 혹은 1몰의 부피가 필요할 수도 있다는 것을 잊지 말자.**

반응 물질이 질량으로 주어지면 분자량을 이용하여 몰수로 바꾸고 반응식의 계수의 비대로 적용하여 생성물의 양을 결정한다.

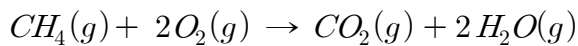
화학 반응에서는 반응을 완결하기 위해 반응 물질 중 한 종류를 과량으로 사용하여 한 종류의 반응물만 남게 반응을 시켜 생성 물질을 최대한 많이 생기게 한다. 이렇게 양을 적게 사용하는 물질을 한계 반응물(limiting agent)이라고 한다. 적은 양의 물질의 몰수가 기준이 되어 반응식의 계수 비대로 반응시킨다.

현 화학 1에서는 한계 반응물을 지적해서 배우지는 않지만 개념은 사용되고 있다. 양론을 잘 이해하기 위해서는 과량이 아닌 적게 사용된 물질을 판단할 수 있어야 한다.

양론 계산을 하려면 사용된 물질의 몰수를 계산하기 위해 계산기가 필요한데 수능에서는 사용할 수 없으므로 분자량이 정수로 나오는 물질들을 많이 사용하며 반응식도 계수가 복잡하지 않고 단순한 것만을 위주로 출제되고 있다.

2]. 예를 들어 양론 계산에 대해 더 알아보자.

앞에서 탄화수소의 연소 반응식 중에서 다음의 기체 반응을 고려해 보자.



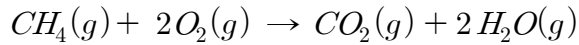
이 반응이 부피가 일정한 반응 용기에서 일어나는 반응이라면 반응 물질의 양은 압력 혹은 질량으로 표시된다. 일정한 온도와 일정한 부피에서 압력은 기체의 몰수 비를 의미한다. 혹은 실린더 반응기에서 일정한 온도와 압력 조건에서 부피는 기체의 몰수 비이다. 위의 연소 반응 물질이 다 실명화 되어 있으므로 분자량은 쉽게 구할 수 있다.

.
.....
....
..
..

...

...

양론 계산을 위해 다음의 과정으로 차례로 알아보자.



①. CH_4 1몰을 사용하면 생성된 CO_2 는 2몰, H_2O 는 2몰 생성된다. 이 반응에 사용된 O_2 는 2몰이다. 그러나 실제로 반응을 완결하기 위해 O_2 의 양을 과량으로 사용한다. 반응물과 생성물이 다 기체 이므로 반응 후 용기에서는 압력의 변화가 생기게 된다. 압력의 변화는 몰수의 변화이다. 반응 전과 반응 후의 몰수의 변화 등을 물어 보는 문제가 출제되기도 하였다. (* 위의 예는 반응 물질의 계수의 합과 생성 물질의 계수의 합이 같아 몰수의 변화가 없는 특별한 예이다.)

* 단 H_2O 는 액체가 아닌 기체 상태가 되어야 하므로 주어진 온도나 상태 표시를 잘 살펴보아야 한다.

②. CH_4 를 0.5몰 사용하면 반응식의 계수의 비율대로 1:2→1:2의 비율이므로 그대로 적용하면 생성된 CO_2 는 0.5몰, H_2O 는 1몰이다. 이 반응에 사용된 O_2 는 1몰이다.

③. CH_4 를 8g 사용하면?

④. CO_2 22g을 얻기 위해 필요한 CH_4 의 최소량은 얼마인가?

⑤. $\text{H}_2\text{O}(g)$ 9g을 생성하기 위해 필요한 CH_4 의 최소량은 얼마인가?

지금까지 계수와 주어진 자료를 이용하여 양론의 가장 기본 적인 예를 생각해 보았다. 반응식이 주어지면 주어진 질량을 몰수로 전환하고 반응식의 계수비대로 적용하여 실수 없이 풀면 된다.

3]. 계수가 복잡한 식에서 양론 계산 tip

$2C_3H_6 + 9O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ 의 식을 생각해 보자.

①. C_3H_6 1몰을 사용하면 생성되는 CO_2 의 몰수는?

반응식의 계수 비율 2 : 6으로 반응하므로(여기서 약분하면 안 된다. 전체 반응식이 더 이상 정수비로 간단하게 되지 않으므로) $2 : 6 = 1 : x$, $x = 3$ 몰이 된다.

②. CO_2 2몰이 생성되려면 필요한 C_3H_6 의 몰수는?

반응식 계수 비율 $C_3H_6 : CO_2 = 2 : 6$ 으로 반응하므로 $2 : 6 = x : 2$,
 $x = \frac{2}{3}$ 몰이 된다.

※ 계수가 복잡한 경우 일단 비례식으로 연습하고 조금 익숙하게 되면 기준이 되는 물질의 계수를 1로 만들어 적용할 수 있다. 예를 들어 CO_2 2몰이 생성을 기준으로 하면 반응식에서 CO_2 의 계수가 6이므로 양변을 6으로 나누어 CO_2 의 계수를 1로 만든다. $\frac{2}{6}C_3H_6 + \frac{9}{6}O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$, CO_2 1몰이면 C_3H_6 가 $\frac{1}{3}$ 몰이므로 CO_2 2몰이면 C_3H_6 가 $\frac{2}{3}$ 몰이 된다.

다음의 예에서 더 공부해 보자.

...

.

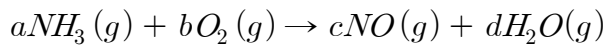
.....

4]. 계수가 복잡한 식에서의 양론 계산의 연습

복잡한 반응식에서 계수에 대한 이해를 돕기 위한 연습문제

반응식 계수가 1의 경우가 아닌 경우가 기준 물질이 될 때 많은 학생들이 힘들어 한다. 다음의 문제를 풀면서 화학 반응의 양론의 문제들에 대한 확실한 과정을 익히자. 간단한 문제도 있지만 여기서는 계수가 약간 복잡한 것을 다룸으로써 각 계수의 역할을 살펴보기로 하자.

다음 반응은 $\text{NH}_3(\text{g})$ 를 산화하여 질산을 생산하는 과정 중에 사용되는 반응이다. 다음 반응을 일정한 부피의 강철 용기에서 반응시켰다. (단, 온도는 일정하다.)



이 반응에 대하여 아래의 질문에 답하시오.

(단, 원자량은 N; 14, H; 1, O; 16이다.)

(1) 반응계수를 완결하시오.

(2) $\text{NH}_3(\text{g})$ 17g과 O_2 를 48g을 사용하여 반응할 때

- ① 반응물질 중 남는 기체의 양
- ② 생성된 NO 기체와 H_2O 의 양은?
- ③ 반응 전과 반응 후의 몰 수 비는?
- ④ 반응 전과 반응 후의 압력 비는?

(3) $\text{NH}_3(\text{g})$ 34g과 O_2 를 32g을 사용하여 반응할 때

- ① 반응물질 중 남는 기체의 양
- ② 생성된 NO 기체와 H_2O 의 양은?
- ③ 반응 전과 반응 후의 몰 수 비는?
- ④ 반응 전과 반응 후의 압력 비는?

우선 화학에서 양적인 문제를 풀기 위해서는 반응식의 계수를 맞추는 일이 우선이다. 반응 계수는 외우는 것이 아니고 맞추어야 하므로 이것이 안 되는 학생은 연습하여야 한다.

II. 수능에서 양론 계산의 유형

위의 예제 연습 문제를 풀면서 계수에 따른 양적인 관계를 공부하였다. 계수가 복잡해도 그 기본은 같은 것임을 알 것이다. 물론 수능에서는 복잡한 계수 유형의 문제는 나오지 않겠지만 화학 양론 계산을 이해하는데 도움은 될 것이다. 만약 문제에서 실제의 기체가 아닌 미지의 기체로 문자가 나오고 반응식에 계수의 미지수가 나오면 익숙하지 않아 당황스러울 수 있다.

문제는 반응식이 임의의 문자로 표현되거나 반응식의 계수에 미지수가 있어 분자량을 알 수 없을 때 계산은 매우 복잡하게 된다.

지금까지 수능 문제에서는 탄화수소의 산화를 제외하고는 반응물질과 생성물질의 수가 3개 정도이다. 그리고 반응식의 계수도 미지수가 1개이고 쉽게 예측할 수 있는 1 혹은 2정도 이다. ※ 합정으로 계수를 3으로 하면 멘붕이 올 수도 있다. 분자량이 제시되지 않으면 미지수를 도입하고 방정식을 풀어야 한다. 반응식은 몰수 비로 진행되므로 몰수가 주어지지 않으면 주어진 질량을 임의의 몰로 정하거나 분자량을 미지수로 하고 주어진 질량에 대한 몰수로 변환시켜 반응식의 계수대로 반응을 진행시켜 식을 만들어야 한다.

현 화학 1에서 생각해야 될 양론 계산에 관한 유형을 살펴보자.

양론 계산에서 중요한 것은 반응식, 반응식의 계수, 사용한 물질의 몰수 혹은 분자량이다. 이것을 알면 양적인 문제는 쉽게 풀리게 되지만 수능에서는 임의의 문자로 된 반응식, 미 완결된 계수, 미지의 분자량을 포함한 문제가 제시된다. 위의 연습 문제를 풀어 보면 제시된 문제에서 어떤 것을 미지수로 정하고 풀 것인가에 대한 실마리를 알 수 있을 것이다.

현 화학 1의 기체 반응에 대한 양적 문제에 대하여 우리가 적용해야 할 이론은 **질량 보존의 법칙과 아보가드로의 법칙**이다. 이상기체 상태 방정식은 배우지 않고 보일의 법칙과 샤를의 법칙은 중학교 때 배우긴 하였지만 현 화학 1 교과서에서는 기체의 압력과 부피의 관계에 대해서는 아무런 언급이 없다. 그러므로 질량 보존의 법칙과 아보가드로의 법칙만 잘 알고 가면 된다.

잊지 말아야 할 질량 보존의 법칙(일정 성분비의 법칙)과 아보가드로의 법칙을 다시 확인하자.

①. 반응식과 주어진 각 물질의 사용된 질량은 반응식과 어떤 관계인지를 파악한다. → 질량 보존의 법칙

②. 사용된 화합물의 어떤 정보를 얻을 수 있나 알아야 한다.

③. 반응식의 계수는 몰수의 비라는 것을 알아야 한다.

④. 몰수의 비는 아보가드로의 법칙에서 얻어진다.

같은 온도, 같은 압력에서 부피는 몰수의 비이다.

같은 온도, 같은 부피에서는 압력이 몰수의 비이다.

0°C, 1기압, 22.4L는 기체의 종류와 상관없이 1몰의 기체이다.

일정한 온도, 압력에서 부피가 몰수 비 혹은 일정한 온도, 부피에서 압력이 몰수 비를 의미한다는 것을 꼭 기억해야 한다. 제시된 부피를 몰로 환산할 수 있는 기준이 없으면 몰수 비이고 기준이 있으면 몰수이다. 분자량은 질량과 몰수로 계산이 가능하다. 그러므로 나올 수 있는 변수는 일정한 온도와 압력에서 혹은 일정한 부피에서 질량, 몰수 비, 압력 비 혹은 부피 비의 자료가 주어지고 미지수로 표현될 수 있다. 분자량은 질량과 몰수로 계산된다.

화학 반응식에서 반응 물질의 계수는 단지 기준을 잡아주는 역할을 한다. 각 물질의 계수 비는 각 물질의 기준 된 몰수를 의미한다. 화학 반응은 계수의 비(즉, 몰수의 비)로 반응이 진행된다. 혹은 계수와는 상관없는 질량비로 적용하기도 한다.

지금까지 수능에 관련된 화학 양론의 출제 문제 유형은 아래와 같다.

유형1: 반응식이 완전 혹은 반응식의 계수가 미지수

질량 보존의 법칙과 아보가드로의 법칙의 두 가지 자료를 제시하는 유형

예) 2014.11.18

유형2: 아보가드로의 법칙만을 이용한 문제

- ①. 반응식의 계수가 미지수
- ②. 주어진 자료에서 사용된 질량이 미지수
- ③. 주어진 자료에서 질량이 아닌 부피로 표현되면서 미지의 부피 사용

예) 2013.9.15, 2013.11.19, 2014.6.20, 2014.9.18

유형3: 질량만으로 실험 진행

예) 2013.9.20

※ 반응 용기가 피스톤이 있는 실린더의 경우 실린더는 내부의 압력과 외부의 압력을 동일하게 되기 위하여 부피가 변화한다. 특히 실린더 반응기를 주의하여야 한다. - 뒷부분 연습문제에 실린더 문제가 있다.

유형이 중요한 것이 아니고 중요한 것은 주어진 자료를 보고 빠르게 관계식을 만드는 skill만 있으면 지문에 나오는 모든 것은 쉽게 풀 수가 있다.

문제를 푸는 기본 step은

- ① 반응식을 적고
- ② 주어진 자료에서 사용된 질량(혹은 몰수), 생성된 질량(혹은 몰수)을 찾는다.
반응 후의 전체 몰 수 비가 제시되기도 한다.
- ③ 반응식을 쓰고 반응 전, 반응, 반응 후의 3단계로 자료를 적용한다.

반응식 쓰고 각 반응물질과 생성 물질에 대하여

반응 전: 주어진 반응물질의 자료

반응: 반응 계수 적용된 자료

반응 후: 과량으로 남은 물질, 생성된 물질의 몰수를 계산한다.

문자화된 식에서 관계식을 찾아 식을 세우고 계수나 분자량을 계산한다.

다음에 나오는 예제 문제를 풀면서 하나 씩 익히자.

다음의 예제를 풀어 보면서 수능 형태의 문제들을 살펴보자.

[예제 1] 다음은 기체 A와 B의 반응에 대한 자료이다.

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$$

A와 일정한 질량의 B를 반응시켰을 때, A의 질량에 따른 C의 질량을 측정한 것을 그래프로 그린 것이다.

위의 자료에서 구할 수 있는 정보는 무엇인가?

일정한 질량의 기체 B를 넣고 기체 A의 양을 증가시켜 4g까지 넣어 생성된 C의 질량을 표현한 그래프이다. 질량 보존의 법칙을 적용할 수 있다.

실험에 사용한 기체 B는 기체 A 4g과 완전히 반응하여 생성물 C 기체를 5g 생성하였다. 질량 보존의 법칙으로 사용된 기체 B의 양은 쉽게 구할 수 있다. 기체 B는 1g 반응 하였다. 질량으로만 보면 반응 계수는 의미가 없다. 반응 계수는 몰수 관계를 의미한다. 그러므로 질량으로 나온 비를 몰수의 비로 만들 수 있어야 한다.

주어진 자료에서 다음의 관계식을 만들 수 있다.

	$2A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$		
질량비	4g	1g	5g
계수 적용	(2)2	(1)1	(2)2.5

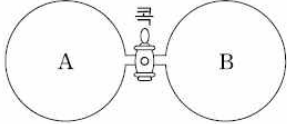
사용된 질량비를 계수와 적용하면 A 4g은 2몰에 해당, B 1g은 1몰에 해당, C 5g은 2몰에 해당한다. 여기서 질량과 몰의 관계가 나오므로 각 물질의 분자량 비를 구할 수 있다. A의 분자량은 2, B는 1, C는 2.5의 비이다.

반응식의 계수와 질량비를 알면 사용된 화합물의 분자량의 비를 알 수 있다.

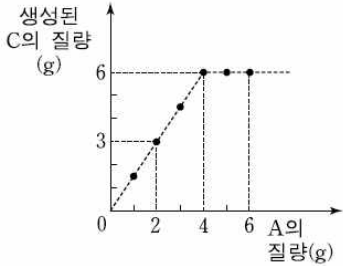
예제 2. 다음은 어떤 기체 반응에 대한 실험이다.

[화학 반응식]
 $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$

[실험 과정]
 (가) 그림과 같이 강철 용기에 A 1g과 B xg을 넣고, 콕을 열어 반응시킨 후 생성된 C의 질량을 측정하였다.
 (나) 과정 (가)와 같은 질량의 B에 대하여 A의 질량을 2g, 3g, 4g 으로 바꾸면서 과정 (가)를 반복하였다.

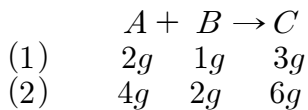


[실험 결과]
 (가)와 (나)로부터 다음과 같은 그래프를 얻었다.



위의 자료에서 얻을 수 있는 정보는 무엇인가?

반응식에서 A, B, C가 각각 1몰 : 1몰 : 1몰 비로 반응한다.



질량으로 기준을 잡을 때 (1)을 기준으로 보면 A의 계수는 1이므로 2g 반응, 분자량을 2로 보고, B의 분자량은 1, C의 분자량은 3이 된다. 그러므로 분자량의 비는 2 : 1 : 3 이 된다.

(2)를 기준으로 보면 A의 분자량은 4, B의 분자량은 2, C의 분자량은 6이 되지만 분자량의 비는 2 : 1 : 3이 된다. 결론적으로 반응식의 계수와 질량비를 알면 사용된 화합물의 분자량의 비를 알 수 있다. 결론을 외우지 말고 이런 자료는 어떻게 푸는가를 알면 저절로 정보가 눈에 보이도록 연습한다.

반응식 계수에 미지수가 있는 경우에 대하여 살펴보자.

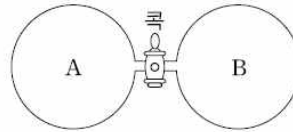
예제 3. 다음은 어떤 기체 반응에 대한 실험이다.

[화학 반응식]



[실험 과정]

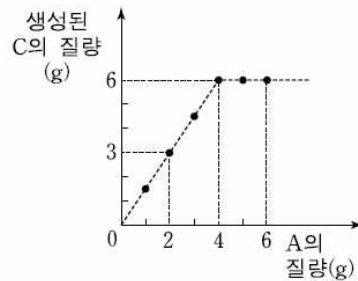
(가) 그림과 같이 강철 용기에 A 1g과 B x g을 넣고, 콕을 열어 반응시킨 후 생성된 C의 질량을 측정하였다.



(나) 과정 (가)와 같은 질량의 B에 대하여 A의 질량을 2g, 3g, 4g 으로 바꾸면서 과정 (가)를 반복하였다.
 (다) 과정 (가)와 같은 용기를 사용하여 A 8g과 B 8g을 반응시켰다.

[실험 결과]

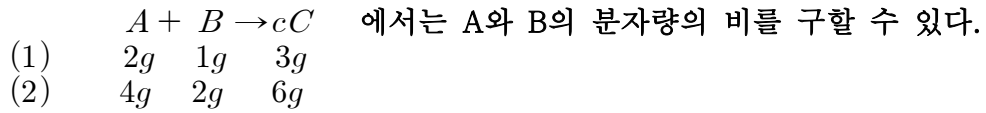
[i] (가)와 (나)로부터 다음과 같은 그래프를 얻었다.



[ii] (다)의 결과, 반응 후 용기 내 B와 C의 몰수의 비는 1:2였다.

계수 c 의 값을 구하라.

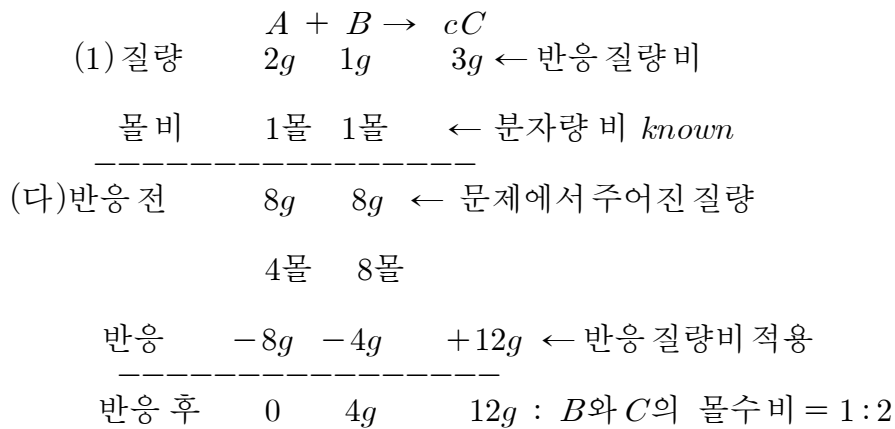
실험 (가)와 (나), 실험 결과 [i]만으로는 c 의 계수를 예측할 수 있지만 정확한 값을 얻을 수는 없다. 계수란 몰수의 비이므로 실험 결과에서 몰수 비 혹은 일정한 부피와 온도에서 압력 비의 값이 있어야 한다. 실험 결과 [ii]에 상대적 몰수의 비를 응용하면 된다.



(1)을 기준으로 보면 A의 계수는 1이므로 2g이 완전 반응, 분자량은 2로 하고, B의 분자량은 1로 할 수 있다.

그러나 C는 계수가 미지수이므로 생성된 양이 몇 몰인지를 알 수가 없다.

실험 (다)와 실험 결과 [ii]에서 반응은 일정한 질량비 2:1:3으로 반응이 진행되므로 반응 후 남아 있는 B의 양과 생성된 C의 양을 알면 계수를 찾을 수 있다.



반응 후 남은 B 4g은 4몰이고 비율로 1몰 비, C는 2몰 비이므로 C의 몰수는 8몰이 되어야 한다. C 12g이 8몰이 되어야 하므로 C의 분자량은 1.5이다.

C의 분자량이 *known*이므로 위의 식에서 (1)을 기준으로 하였을 때 C는 3g이 생성되므로 2몰이 된다. 그러므로 C의 계수는 2가 되어야 한다.

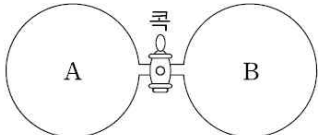
반응식의 계수는 1 : 1 : 2가 된다.

C의 계수 c는 2이다.

예제 다음은 어떤 기체 반응에 대한 실험이다.

[화학 반응식]
 $A(g) + B(g) \rightarrow cC(g)$, c 는 반응식의 계수이다.

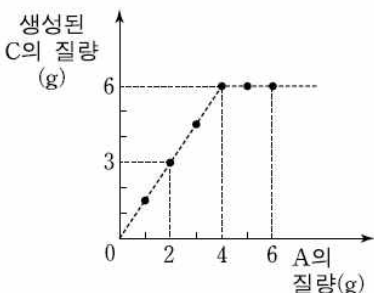
[실험 과정]
 (가) 그림과 같이 강철 용기에 A 1g과 B x g을 넣고, 콕을 열어 반응시킨 후 생성된 C의 질량을 측정하였다.



(나) 과정 (가)와 같은 질량의 B에 대하여 A의 질량을 2g, 3g, 4g …… 으로 바꾸면서 과정 (가)를 반복하였다.

(다) 과정 (가)와 같은 용기를 사용하여 A 8g과 B 8g을 반응시켰다.

[실험 결과]
 [i] (가)와 (나)로부터 다음과 같은 그래프를 얻었다.



[ii] (다)의 결과, 반응 후 용기 내 B와 C의 몰수의 비는 1:2였다.

실험 과정 (나)에서 A 2g을 사용하였을 때 반응 후 용기내의 혼합 기체의 분자 수 N_1 과 A 6g을 사용하였을 때 반응 후 용기내의 혼합 기체의 분자 수 N_2 의 비

($\frac{N_1}{N_2}$)는? (단, 온도는 일정하며, 반응은 완결된다.)

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

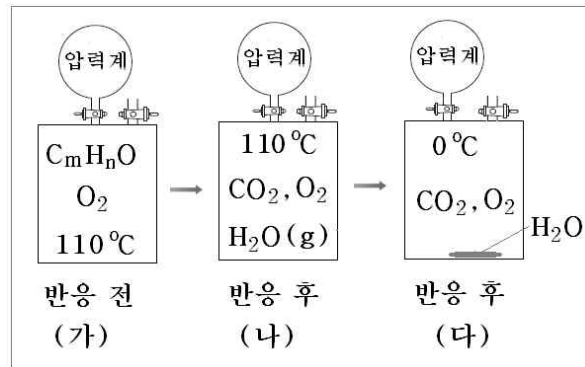
37]. 그림은 110°C , 1기압에서 탄화수소(C_2H_n) 기체와 산소(O_2)가 들어 있는 실린더를 이용한 반응기이고 표는 C_2H_n 을 완전 연소시켰을 때, 반응 전후의 혼합 기체의 전체 몰수에 대한 C_2H_n 과 이산화탄소(CO_2)의 몰수 비를 나타낸 것이다. 반응 전후 온도는 같다.

피스톤	전체 몰수에 대한 기체의 몰수 비	
	반응 전	반응 후
C_2H_n O_2	0.2	0
	0	$\frac{4}{9}$

반응 후 혼합 기체의 전체 몰수에 대한 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 몰수 비는?
(단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

- ① $\frac{1}{9}$ ② $\frac{2}{9}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{4}{9}$ ⑤ $\frac{5}{9}$

39]. 화합물 C_mH_nO 0.2몰을 다음과 같이 압력계가 장착된 강철 용기에서 0.8몰의 산소(O_2)와 함께 110°C 에서 완전 연소시켜 반응 후에 110°C 와 0°C 에서 압력을 측정하여 몰수로 변환하였다. 반응 후 혼합 기체의 몰수는 110°C 에서 1.2몰이었고 0°C 에서는 0.6몰 이었고 남은 산소(O_2)의 양은 0.2몰이었다. 0°C 에서 생성된 물이 기체로 변화하지 않는다고 가정하였다.



반응 후 혼합 기체에 대한 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

VI. 산화 환원 반응 계수

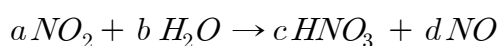
산화 환원 반응에서도 반응식의 완성을 위해 계수를 맞추는 것이 매우 중요하다. 간단한 반응식은 미정계수로 해도 되지만 조금 복잡하고 다양한 물질들이 나오면 시간이 많이 걸리게 된다. 계수 맞추는 작업은 산화수를 이용하여 반응에 참여한 전자 수만 맞추면 되므로 몇 번 연습하면 그냥 저절로 된다.

1. 산화 환원반응의 계수 맞추기

예제 문제를 풀면서 익히도록 하자.

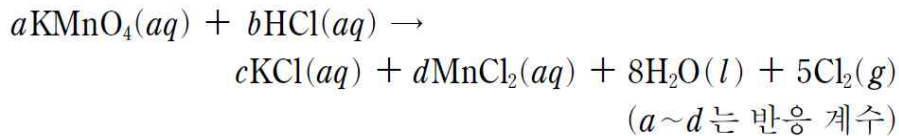
질소산화물은 많은 시험 속에서 제시되었다. 질소와 산소가 고온 고압에서 반응해 만들어 내는 NO와 NO₂이다. NO₂는 물과 반응하여 HNO₃(질산)을 만드는데 단순히 녹는 것이 아니라 산화 환원 반응을 거쳐 만들어 진다.

예제 1]. 다음의 반응식을 완결 해보자.



이것을 미정 계수법으로 풀었던 학생은 다시 산화수로 맞추어 푸는 연습을 하자.

예제 3]. 2014.11.9.에서 나온 반응식의 계수를 맞추어 보자. 이 반응도 이온이 없으므로 산화수의 변화를 먼저 확인하자.



계수 맞추기는 H_2O 와 Cl_2 의 계수가 주어져서 어렵지는 않지만 연습을 많이 하지 않으면 조금 시간이 많이 걸릴 수도 있다.

풀이 방법 1] 일단은 주어진 대로 풀어 보자.

식이 있을 때 산화수가 변화하지 않은 물질은 빼고 산화수가 변화하는 물질만으로 변화하는 물질의 계수를 먼저 알아보자. ※ 문제를 쉽게 내기 위하여 계수를 주었으니 사용해보자.



Cl 은 여러 물질이 있으니 $8\text{H}_2\text{O}$ 를 보면 왼쪽의 HCl 만 H 가 있으므로 HCl 에 16배 하고 시작해 볼 수도 있지만 산화 환원에서는 산화수 변화하는 물질에서부터 시작한다.

①. 우선 KMnO_4 (Mn 산화수: +7) \rightarrow MnCl_2 (산화수 2);

산화수의 변화; 5 \rightarrow 5개의 전자 관여

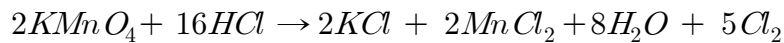
②. $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$ (산화수의 변화 1) \rightarrow 산화수는 1개의 Cl 원자에 대한 것이므로 Cl_2 가 있으므로 개수를 맞추자. 2배 \rightarrow 2개의 전자가 관여

③. 같은 전자의 수가 관여해야 하므로 최소 공배수 10을 맞춘다. $KMnO_4$ 는 2배하고, Cl_2 에는 5를 곱한다. 문제 지문에서 벌써 $5Cl_2$ 이므로 과정이 맞는다.

$KMnO_4$ 는 2배하므로 K 에 관련된 KCl 값과 $MnCl_2$ 의 계수가 결정된다.

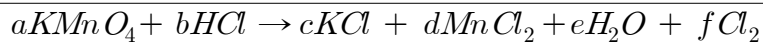
④. 최소 공배수를 통하여 곱한 다음 산소수를 맞추는 것이 step이다.

원래는 $2KMnO_4$ 에서 산소수를 찾아 부족한 산소를 H_2O 의 산소로 맞추는 것이 순서이지만 여기에서는 H_2O 의 계수가 known이므로 쉽게 맞추어 진다.



수능에서 쉽게 출제된 것이다.

풀이 방법 1] 위의 식에서 H_2O 와 Cl_2 에 계수가 없으면 시간이 많이 걸린다. 연습하지 않으면 정말 후회할 정도로 시간이 많이 걸린다. 몇 번하면 되므로 연습해 보자.



이런 식으로 만들면 수능 문제 중 4페이지에 나올 문제이다.

step대로 하면 어렵지 않으니 차근히 해보자.

.....