

화학 양론과 계산 문제들 보충

여러분이 힘들어하는 양론 문제에 대하여 어떻게 연습을 해야 하는지를 제시하였습니다.

지금 여러분은 매우 불안 할 것입니다.

영어공부하다 갑자기 수학 공부해야 되는데 하고 갑자기 생각이 나서 30분도 못하고

다시 이상한 생각들이 꾸물꾸물 올라옵니다.

불안해져서 그런 생각들이 올라오면 자신한테 이야기하세요.

“너, 불안하구나. 그런데 괜찮아 공부하고 있잖아!” 하고 자신에게 이야기 해주세요.

화학에서 헬 무제에 대해 한 개라도 불안감을 없애는 방법은 이 자료 읽고 연습하세요.

외우는 것 아닙니다.

ATOM에 있는 “화학 양론과 계산 문제들” file 공부한 친구들은 다른 문제와 비교해 보시고
그리고 다시 문제를 풀어 보세요. 그러면 자신감이 들 것입니다.

계산이 복잡하다고 생각하지 말고 차분하게 풀어 가세요.

조만간 중화 문제와 양론 문제를 헬 type로 만들어
하루에 한 개씩 풀 분량으로 ATOM에 upload 할 것입니다.

참고하세요.

Good Luck!

From chemi

다음의 문제를 풀면서 화학 반응의 양론의 문제들에 대한 확실한 과정을 익히자. 간단한 문제도 있지만 여기서는 계수가 약간 복잡한 것을 다루므로써 각 계수의 역할을 살펴보기로 하자.

다음 반응은 NH₃(g)를 산화하여 질산을 생산하는 과정 중에 사용되는 반응이다. 다음 반응을 강철 용기에서 반응시켰다.

$$aNH_3(g) + bO_2(g) \rightarrow cNO(g) + dH_2O(g)$$

이 반응에 대하여 아래의 질문에 답하시오.
(단, 원자량은 N; 14, H; 1, O; 16이다.)

(1) 반응계수를 완결하시오.

(2) NH₃(g) 17g과 O₂를 48g을 사용하여 반응할 때

- ① 반응물질 중 남는 기체의 양
- ② 생성된 NO 기체와 H₂O의 양은?
- ③ 반응 전과 반응 후의 몰 수 비는?
- ④ 반응 전과 반응 후의 압력 비는?

(3) NH₃(g) 34g과 O₂를 32g을 사용하여 반응할 때

- ① 반응물질 중 남는 기체의 양
- ② 생성된 NO 기체와 H₂O의 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.

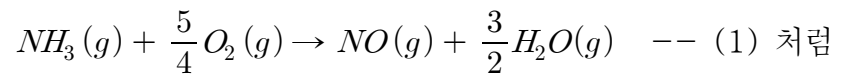
반응 계수는 외우는 것이 아니고 맞추어야 하므로 이것이 안 되는 학생은 연습하여야 한다.

- ① 우선 반응물질 NH₃에서 N에 대해서 계수를 맞춘다.
- ② 생성물 NO도 원자 1개 이므로 OK
- ③ NH₃의 H에 대하여 H₂O의 H와 비교하여 H₂O의 H수를 정한다. NH₃에서 H가 3개 이므로 H₂O에서는 $\frac{3}{2}$ 하면 H수는 맞는다.
- ④ 이제는 O의 수만 맞추면 된다. NO에서 O 1개, H₂O에서 O는 $\frac{3}{2}$ 개이므로 총 O의 수는 $\frac{5}{2}$ 가 되고 이것을 산소 기체 O₂로 하려면 반으로 나누면 $\frac{5}{4}$ 가 된다. 즉, 산소 기체의 계수는 $\frac{5}{4}$ 이다.
- ⑤ 분수를 없애기 위해 양변에 4를 곱해서 계수들을 정수로 한다.
그러면 $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$.

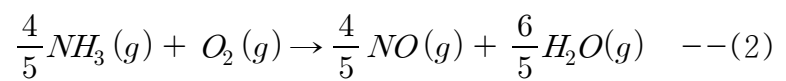
즉, NH₃의 4몰과 산소 5몰이 반응하면 4몰의 NO가 생성되고 6몰의 H₂O가 생성된다.

*양적인 문제를 풀 때는 기준이 되는 반응물의 계수를 “1”에 맞추어 간단히 하면 더 편할 수도 있다.

즉, NH₃를 기준으로 하면



혹은 산소를 기준으로 하면



혹은 비례식으로 풀어야 한다.

$4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$ 에서 기준으로 잡고 반응이 4:5로 진행되고 생성물은 4:6으로 식을 만든다.

(2) ①주어진 질량을 몰로 고치고 어떤 물질이 최소양인가를 찾아야 한다. NH₃ : 1몰, O₂ ; 1.5몰

NH₃ : 1몰일 때는 O₂는 1.25몰 필요하고 0.25몰 남는다.

$$(4:5 = 1: x, x = 1.25)$$

O₂를 기준으로 하면 NH₃가 1.2몰 필요하다. 모자란다.

$$(4:5 = x : 1.5 \text{를 풀면 된다.})$$

반응을 진행시키는 최소량은 NH₃가 결정한다.

② NO는 같은 몰수가 생성되고 H₂O는 1.5몰 생성된다.

③ 반응 전의 몰수는 (1+1.5 = 2.5몰)

반응 후의 혼합기체의 몰수는 남은 O₂를 포함하여 (1+1.5+0.25 = 2.75몰)

④ 일정한 부피이므로 압력 비는 몰수 비이다.

(3) NH₃ : 2몰, O₂ ; 1몰

①어떤 것이 최소양인지를 결정해야 한다. (1)식과 (2)식을 보면서 결정한다.

NH₃ : 2몰일 때는 O₂는 2.5몰 필요하다. 주어진 양은 1몰이므로 산소가 최소량이다. 산소를 기준으로 양적인 계산을 해야 한다. 산소 1몰이면 NH₃는 0.8몰 필요하다. NH₃가 1.2몰 남는다. 정량적인 것이 결정이 되면 (1)이나 (2)식을 그대로 사용해도 좋다.

② NO는 NH₃와 같은 몰수, H₂O는 NH₃의 1.5배

③ 반응 전 몰수 = 3몰

$$\text{반응 후 몰 수} = 0.8+1+0.8+1.2+(2-0.8) = 5\text{몰}$$

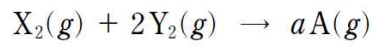
④ 일정한 부피이므로 압력 비는 몰수 비이다.

물론 수능에서는 이런 유형의 문제는 나오지 않았지만 화학 양론을 이해하는데 도움은 될 것이다. 만약 문제에서 실제의 기체가 아닌 미지의 기체로 문자가 나오면 매우 복잡해진다.

지금까지 수능에서는 탄화수소의 산화를 제외하고는 반응 물질과 생성 물질의 수는 3개 정도이다. 그리고 반응식의 계수도 미지수가 1개이고 쉽게 예측할 수 있게 나온다. 분자량이 제시되지 않으면 연립 방정식을 풀어야 한다. 반응식은 몰수 비로 진행되므로 몰수가 주어지지 않으면 분자량을 먼저 생각해야 한다. 분자량을 미지수로 결정한다.

2014년 9월 18번 문제를 다시 보면서 생각해 보자.

18. 다음은 X_2 와 Y_2 가 반응하여 A를 생성하는 화학 반응식이다. a 는 반응식의 계수이다.



표는 반응 전과 후의 기체에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후		
	X_2 의 부피(L)	Y_2 의 부피(L)	X_2 의 질량(g)	Y_2 의 질량(g)	전체 기체의 부피(L)
I	11.2	V_1	0	0.5	16.8
II	V_2	11.2	21	0	22.4

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X, Y는 임의의 원소 기호이고, 온도와 압력은 일정하며, 기체 1몰의 부피는 22.4L이다.) [3점]

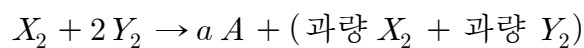
<보기>

ㄱ. $a = 1$ 이다. ㄴ. $V_2 = 22.4$ 이다. ㄷ. A의 분자량은 46이다.

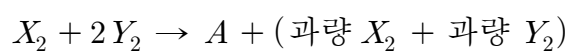
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

분자량을 주지 않고 기체의 부피로 대신하였다. 기체 1몰의 부피가 있으므로 몰수로 고쳐서 다시 표를 만들면

실험	반응 전		반응 후		
	X_2 몰	Y_2 몰	X_2 질량	Y_2 질량	전체 몰수
I	0.5	$\frac{V_1}{22.4}$	0	0.5	0.75
II	$\frac{V_2}{22.4}$	0.5	21	0	1



㉠ 실험 I에서 X_2 0.5몰, Y_2 1 몰 반응해야 한다. 생성물의 계수가 2이면 전체 몰수는 1몰을 초과 하므로 계수는 1이 되어야 한다.



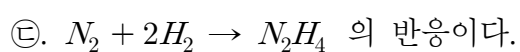
A는 0.5몰 생겨야 하고 남은 Y_2 의 몰수는 0.25몰이다.

Y_2 의 분자량은 2이다. 수소 기체이다.

반응물 Y_2 몰수는 1.25몰이다. 그러므로 부피는 $22.4 \times 1.25 = 28L$ 이다.

㉡ $X_2 + 2Y_2 \rightarrow A + (\text{과량 } X_2 + \text{과량 } Y_2)$ 에서 Y_2 의 사용량이 0.5몰이므로 X_2 는 0.25몰 반응하고 21g이 남고 생성물 A가 0.25몰 생긴다. 전체 몰수가 1몰이다. X_2 의 21g은 0.75몰에 해당한다. X_2 의 분자량은 28이다. 질소다.

X_2 의 사용량은 1몰이므로 부피는 22.4L이다.

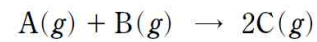


분자량은 $(28+4= 32)$ 이다.

9월 문제는 지금 까지 나왔던 것 보다 매우 쉬운 문제였다. 미지수를 결정하는 것도 어렵지 않았고 몰수가 주어져서 계산하기가 어렵지 않았다.

2014년 6월 20번 문제를 보면서 비교해 보자.

20. 다음은 기체 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학 반응식이다.



표는 반응 전후의 기체에 대한 자료이며, A의 분자량은 2이다.

실험	반응 전		반응 후		
	A의 질량(g)	B의 질량(g)	A의 질량(g)	B의 질량(g)	전체 기체의 부피(L)
I	0.4	22.8	0	x	8
II	0.8	7.6	y	0	6

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응 전후의 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

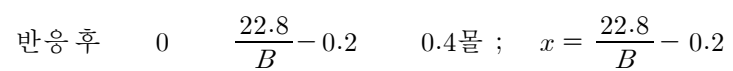
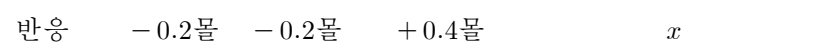
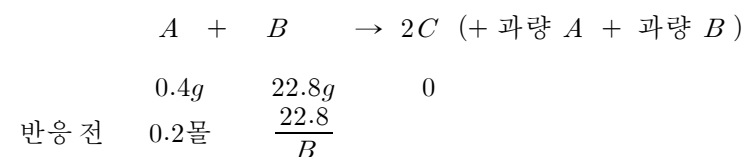
<보기>

ㄱ. x 는 3.8이다. ㄴ. C의 분자량은 36.5이다. ㄷ. 실험 II에서 A를 모두 반응시키는 데 추가로 필요한 B의 최소 질량은 7.6g이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

반응 계수와 A의 분자량, 반응 후 전체 기체의 부피라는 것은 반응 후 몰 수비와 같다는 것을 안다. B의 분자량은 미지수로 정해야 한다. 그냥 B로 하자. A의 질량을 몰수로 표현하고 B의 질량도 미지수를 포함한 몰수로 바꾸자.

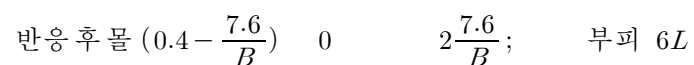
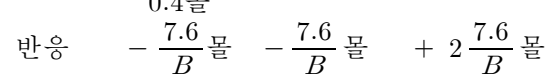
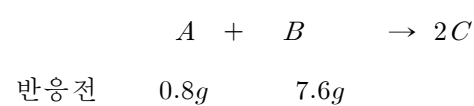
(실험 I)



$$\left(\frac{22.8}{B} - 0.2\right) + 0.4 = \frac{22.8}{B} + 0.2 \rightarrow \text{부피 } 8L$$

$$\frac{22.8}{B} + 0.2 \rightarrow 8 \quad \text{--- (1)}$$

실험 (II)



$$(0.4 - \frac{7.6}{B}) + 2\frac{7.6}{B} = 0.4 + \frac{7.6}{B} \rightarrow \text{부피 } 6 \quad \text{--- (2)}$$

(1)식과 (2)식의 비율이 8 : 6 이므로

$(\frac{22.8}{B} + 0.2) : (0.4 + \frac{7.6}{B}) = 8 : 6 = 4 : 3$ 가 만들어 진다. 주의 깊게 보면 22.8은 3 x 7.6이므로 계산하지 말고 식으로 그대로 써서 간단히 하자.

$$3[\frac{3 \times 7.6}{B} + 0.2] = 4[0.4 + \frac{7.6}{B}], \frac{5 \times 7.6}{B} = 1, B = 38$$

B의 분자량은 38이다.

x를 구하기 위해서는 첫 번째 반응 조건에서 22.8g에서 0.2몰 반응하였으므로 $22.8 - (38 \times 0.2) = 15.2g$ 이 된다.

C의 분자량은 $\frac{2+38}{2} = 20$ 이다. (C 기체는 HF이다.)

실험 II에서 나머지 수소를 다 반응시키려면 B가 0.2몰 더 필요하다. 그러므로 분자량 38에 0.2몰을 곱하면 7.6g이 된다.

이처럼 분자량이 주어지지 않으면 연립방정식을 풀어야 한다. 수능 때 계산에 말려들지 않으려면 평소에 차분하게 연습해 두는 것이 좋다. 괜히 수를 곱할 필요가 없는데 곱해서 더 복잡하게 하지 않도록 한다. 수능에서는 계산이 복잡하면 무언가 틀린 것이다. 어디서든 약분이 되고 간단한 값이 나온다.

9월 문제와 비교하면 6월 문제는 몰수를 구하기 위한 분자량 계산이 더 필요했던 문제이다.

또 다르게 생각해 보면 수능 2013.11.19.번 문제의 반응식의 계수가 같은 반응은 반응전과 반응 후의 몰수가 같다고 외운 학생은 이 문제 풀기가 더 헛갈릴 수 있다.

실험 (I) 반응 전의 몰수 = 반응 후의 몰수

$$[0.2 + \frac{22.8}{B}] = 0.4 + \frac{x}{B}$$

실험 (II) 반응 전의 몰수 = 반응 후의 몰수

$$[0.4 + \frac{7.6}{B}] = 2 \frac{7.6}{B} + (0.4 - \frac{7.6}{B}) \text{ 인데 무언가가 이상 하다.}$$

2013.11.19번 문제와 비교하면서 어디가 다른지를 살펴보자.

2013.11.19.

19. 그림은 탄화수소 C_mH_n 을 강철 용기에서 연소시키기 전과 후에 용기에 존재하는 물질에 대한 자료를 나타낸 것이다. 연소 후 용기 내 H_2O 과 O_2 의 질량은 표시하지 않았다.

$C_mH_n : xg$ $O_2 : 4xg$ 전체 몰수 : y 몰 연소 전	$CO_2 : 3.3xg$ H_2O, O_2 전체 몰수 : y 몰 연소 후
---	--

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.) [3점]

<보기>	
ㄱ. C_mH_n 1몰이 연소되면 H_2O 3몰이 생성된다.	
ㄴ. 연소 후 H_2O 의 몰수는 $0.4y$ 몰보다 작다.	
ㄷ. 연소 후 O_2 의 질량은 $0.8xg$ 이다.	

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

연소 전의 몰수와 연소 후의 몰수가 같아 반응식의 반응물과 생성물의 계수의 합이 같다.

주어진 자료가 2014. 6.20과는 다르다. 2014.6.20문제는 2번의 실험으로 자료가 제시되었지만 수능 문제는 단순히 한 번의 실험 자료만 주어진 것이다. 이문제도 앞에서 푼 방법으로 풀이는 [Docs] 지식거래소에 “화학 양론과 계산문제들”에 자세히 설명되어 있다. 여러분이 한번 해 보라. 해보면 이렇게 하는구나 알 수가 있을 것이다.

<결론>

화학 양론 문제풀이는

- ① 반응식을 완결해야 하고
- ② 자료를 분석하여 고전적인 방법으로 풀어야 할지 결정
*고전적인 방법이란 몰 비로 푸는 방법을 의미함.
- ③ 미지수를 결정
분자량
계수
- ④ 질량을 몰로 변환하고, 최소량의 반응물에 대하여 반응식의 비율로 반응 전, 반응, 반응 후의 몰수의 식을 표현한다.
--이 부분을 많이 연습하라.
- ⑤ 아보가드로의 법칙을 적용하여 관계식을 만든다.
같은 온도, 압력일 때는 부피가 몰수 비
같은 온도, 부피일 때는 압력이 몰수 비
- ⑥ 관계식을 실수 없이 푼다.
간단한 계산이지만 연습을 많이 하라.
수능 문제는 생각보다 간단한 방법으로 계산이 되는 경우가 많다. 복잡하게 나오면 다시 살펴보라. 무언가가 잘못되어 가고 있는 것이다.
- ⑦ 보기 지문에 따라 답을 결정한다.