

< 2017학년도 6월 대학수학능력시험 모의평가 화학 I 18번에 대한 고찰 >

안녕하세요, Walker입니다.  
다음 문제를 기억하시나요?

18. 다음은 탄화수소 X(s)의 원소 분석 실험이다.

(실험 과정)

(가) 그림과 같은 장치에 산소 600mL를 넣고 X 160mg을 완전 연소시킨다.

(나) A관과 B관의 증가한 질량을 각각 구한다.

(실험 결과 및 자료)

- 반응 후 남은 산소의 부피: 240mL
- A관의 증가한 질량:  $x$ mg
- B관의 증가한 질량:  $y$ mg
- $t^{\circ}\text{C}$ , 1기압에서 기체 1몰의 부피: 24L

$\frac{x}{18} + \frac{y}{44}$ 는? (단, 온도와 압력은  $t^{\circ}\text{C}$ , 1기압으로 일정하고, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

① 20    ②  $\frac{35}{2}$     ③ 15    ④  $\frac{27}{2}$     ⑤  $\frac{21}{2}$

맞습니다. 며칠 전, 6월 모의평가에 출제되었던 문항입니다.  
전형적인 문제라고 하기는 뭐하다만, 그렇다고 신 유형이라 하기에 뭐한 문제입니다.  
대신에 평소에 사용하던 단위와는 달리, mL와 mg이 포함되어 있어 처음 볼 때 약간의 괴리감이 들기에는 충분한 문제라고 생각됩니다.

이번 칼럼의 목적은 본 문항의 풀이 및, 앞으로 출제될 방향과 대비책을 설계해보기 위함입니다. 이 문항에 대한 풀이는 2가지가 있는데, 이는 질량을 이용한 풀이와, 탄화수소 연소식을 이용한 풀이입니다.  
한번 쪽 읽어보세요.

「1. 질량을 이용한 풀이」

① 소모된 산소는 360mL이다. 이는  $\frac{3}{200}$ 몰이고, 0.48g의 질량을 갖습니다.

시료 X의 질량은 0.16g이므로 A관과 B관에서 증가한 질량  $x$ ,  $y$ 의 총합은 0.64g임을 알 수 있습니다. 여기서 찾을 수 있는 식은  $x + y = 640$ 이네요.

② A관과 B관에서 증가한 질량을 통해 시료의 질량을 구하는 방법은 이전 기출문제에 출제되었던 방향과 같습니다.

○ 시료 중 수소(H)의 질량 = 물의 질량  $\times \frac{\text{물 분자당 수소의 원자량}}{\text{물의 분자량}} \rightarrow \frac{x}{9}$ mg

○ 시료 중 탄소(C)의 질량 = 이산화탄소의 질량  $\times \frac{\text{이산화탄소 분자당 탄소의 원자량}}{\text{이산화 탄소의 분자량}} \rightarrow \frac{3}{11}y$ mg

따라서  $\frac{x}{9} + \frac{3y}{11} = 160$ 이라는 식이 나옵니다.

고로 등식  $x + y = 640$ ,  $11x + 27y = 160 \times 99$ 를 풀어주면 답이 나오겠네요.

등식을 풀 때 계산이 너무 많지 않느냐는 분들이 계실 텐데,

$11x + 11y = 640 \times 11$ ,  $11x + 27y = 160 \times 99$ 를 푸실 때 우변이  $160 \times 11$ 로 묶어지니

그걸 이용해서 푸시면 훨씬 낫습니다.

(※ 앞으로 등식을 푸실 때도 공약수가 있는지 확인하시면 편할 겁니다.)

따라서  $x = 90$ ,  $y = 550$ 이 나오므로  $\frac{x}{18} + \frac{y}{44} = \frac{35}{2}$ 입니다.

## 「2. 탄화수소 연소식을 이용한 풀이」

위의 질량을 이용한 풀이도 괜찮지만, 구하라는 것에 대한 의미를 좀 더 살펴봤으면 합니다.

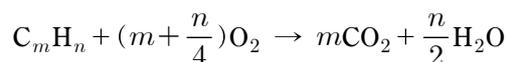
$\frac{x}{18}$ 은 A관에서 흡수된 물의 몰수를 의미합니다.

$\frac{y}{44}$ 은 B관에서 흡수된 이산화탄소의 몰수를 의미합니다.

그리고 논리를 더욱 확장해보면,  $\frac{x}{18}$ 은 탄화수소 내의 수소 원자 수의 절반의 값을 나타내고

$\frac{y}{44}$ 은 탄화수소 내의 탄소 원자 수를 나타냅니다. 이를 반응식을 통해 더욱 명확히 해보겠습니다.

탄화수소의 일반적인 연소식은 다음과 같습니다.



생성된 물의 몰수는 탄화수소 내의 수소 원자 수의 절반의 값을,

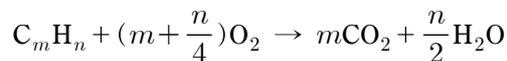
생성된 이산화탄소의 몰수는 탄화수소 내의 탄소 원자 수를 나타냄을 명확히 알 수 있습니다.

우리는 여기서 전략을 하나 세울 수 있는데, 질량 대신 몰수를 중심으로 활용해야 한다는 것입니다.

그렇다면 이제 자료를 봅시다. 일단 L와 g으로 환산해보죠. (이유는 아래에 설명하겠습니다.)

먼저 알 수 있는 것은 소모된 산소의 몰 수. 총 360L, 즉 15몰이 소모되었습니다.

그렇다면 반응식을 한 번 보도록 합시다.



① 소모된 산소의 몰수는 1몰의  $C_m H_n$ 이 반응할 때,  $(m + \frac{n}{4})$ 몰입니다.

위에서 소모된 산소의 몰수는 15몰이었으므로,  $m + \frac{n}{4} = 15$ 라는 식을 세워봅시다.

② 이는 1몰의  $C_mH_n$ 이 반응했다는 논리와 동일하므로, 시료  $C_mH_n$  1몰의 질량은 160g이랄 수 있습니다. 따라서  $12m+n=160$ 이라는 식을 세울 수 있습니다.

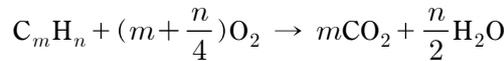
따라서 등식  $m+\frac{n}{4}=15$ ,  $12m+n=160$ 을 풀면  $m=12.5$ ,  $n=10$ 이 나옵니다.

$\frac{x}{18}+\frac{y}{44}$ 은 위에 말했다시피 탄화수소 내의 수소 원자 수의 절반의 값과, 탄화수소 내의 탄소 원자 수의 합을 나타내므로, 위  $m$ 과  $n$ 을 활용하면  $m+\frac{n}{2}$ 라는 식으로 바꿀 수 있습니다.

따라서  $\frac{x}{18}+\frac{y}{44}=m+\frac{n}{2}=\frac{35}{2}$ 입니다.

(※ ‘처음에 왜  $m+\frac{n}{4}=15$ 라는 식을 세울 수 있지?’라고 생각하시는 분들이 계실 수 있습니다.

수학적으로 본다면 일반적인 탄화수소의 연소식인



은 일종의 합수와 동일합니다. 이는 15몰의 산소가 연소되었다는 것을 가정할 수 있는 이유가 됩니다. 고로 위와 같이  $C_mH_n$  1몰의 질량이 160g이라는 논리를 펼칠 수 있던 것입니다.

그러나 이 탄화수소가 실제로 존재함은 알 수 없습니다. 단지 1몰의  $C_mH_n$ 이라 가정한 것뿐이기 때문입니다.

이는 구하려는 값에 맞춰 전개한 풀이입니다. 그러므로 이에 유의하고 학습하시길 바랍니다.)

### 「3. mL와 mg이 나오면, 무조건 L와 g으로 풀어라?」

자, 이제 2번째 풀이에서 mL와 mg을 L와 g으로 환산한 이유를 설명드려볼까 합니다. 기출문제를 한번 살펴보도록 하죠. 가볍게 풀어보기도 합니다.

17. 다음은 C, H, O 원소로 구성된 어떤 물질 X의 실험식을 구하는 실험이다.

(가) 그림과 같은 장치에 22mg의 물질 X를 넣고 충분한 양의 산소를 공급하면서 가열한다.

(나) 반응 후 A편과 B편의 증가한 질량을 구한다.

(실험 결과)

구분	CaCl <sub>2</sub> 을 제외한 편	NaOH을 제외한 편
증가한 질량(mg)	27	44

물질 X의 실험식은? (단, C, H, O의 원자량은 각각 12, 1, 16이다.) [3점]

① CHO   ② CH<sub>2</sub>O   ③ C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O   ④ C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O   ⑤ C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>

3. 다음은 C, H, O로 구성된 물질 X의 실험식을 구하는 실험이다.

(가) 그림과 같은 장치에 물질 X 46mg을 넣고 산소를 충분히 공급하면서 가열하여 완전 연소시킨다.

(나) 반응 후 A편과 B편의 증가한 질량을 구한다.

(실험 결과)

- A편의 증가한 질량: 54mg
- B편의 증가한 질량: 88mg

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

(보기)

ㄱ. 물질 X 46mg 중 수소 원자의 질량은 A편의 증가한 질량으로부터 구할 수 있다.

ㄴ. 물질 X 46mg 중 탄소 원자의 몰수는 B편에서 흡수된 CO<sub>2</sub>의 몰수와 같다.

ㄷ. X의 실험식은 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O이다.

① ㄱ   ② ㄴ   ③ ㄱ, ㄴ   ④ ㄱ, ㄷ   ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12. 다음은 C, H, O로 구성된 물질 X의 실험식을 구하는 실험이다.

(가) 그림과 같은 장치에 물질 X [ ]mg을 넣고 산소를 공급하면서 완전 연소시킨다.

(나) 반응 후 A편과 B편의 증가한 질량을 구한다.

(실험 결과)

- A편의 증가한 질량: 27mg
- B편의 증가한 질량: [ ]mg

○ X의 실험식: CH<sub>2</sub>O

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

(보기)

ㄱ. [ ]은 45이다.

ㄴ. [ ]은 44이다.

ㄷ. X의 분자량은 46이다.

① ㄱ   ② ㄴ   ③ ㄱ, ㄴ   ④ ㄱ, ㄷ   ⑤ ㄴ, ㄷ

16. 다음은 탄화수소의 실험식을 구하는 실험이다.

(시료)

- 시료 I: 탄화수소 X
- 시료 II: 탄화수소 X와 Y의 혼합물 (X의 질량 백분율 = 65%)

(실험 과정)

(가) 그림과 같은 장치에 일정량의 시료 I을 넣고 산소를 충분히 공급하면서 가열하여 완전 연소시킨다.

(나) 반응 후 A편과 B편의 증가한 질량을 구한다.

(다) 시료 II에 대하여 (가)와 (나)를 수행한다.

(실험 결과)

시료	증가한 질량(mg)	A편	B편
I	18	88	88
II	18	66	66

Y의 실험식은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.) [3점]

① CH   ② CH<sub>2</sub>   ③ CH<sub>4</sub>   ④ C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>   ⑤ C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

2014학년도 예비평가

2014학년도 6월  
모의평가

2015학년도 6월  
모의평가

2015학년도  
대학수학능력시험

단위가 mg으로 나와있지만, 우리가 한 번이라도 이를 g으로 환산하고 풀이한 적이 있나요? 아마 없다고 확신합니다.

그렇다면 왜 환산하지 않아도 되었을까요?

우리는 단지 질량속의 비율만을 구하면 되기 때문입니다.

위에 질량을 이용한 풀이에 대해서 수소, 탄소의 질량을 구하는 식을 다시 갖고 오겠습니다.

○ 시료 중 수소(H)의 질량 = 물의 질량  $\times \frac{\text{물 분자당 수소의 원자량}}{\text{물의 분자량}}$

○ 시료 중 탄소(C)의 질량 = 이산화탄소의 질량  $\times \frac{\text{이산화탄소 분자당 탄소의 원자량}}{\text{이산화 탄소의 분자량}}$

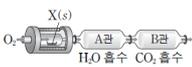
물의 질량이 어떻게 되었든, 이산화탄소의 질량이 어떻게 되었든 단지 우리가 거기에 곱해주는 것은 비율입니다. 이는 질량이 무엇이 되었든 간에 비율만 곱해진다면, 주어진 질량 내 우리가 구하고 싶은 원소의 질량이 구해진다는 것을 의미합니다.

그렇다면 이번 6월 대학수학능력시험 모의평가 18번 문항을 다시 보도록 하죠.

18. 다음은 탄화수소 X(s)의 원소 분석 실험이다.

(실험 과정)

(가) 그림과 같은 장치에 산소 600mL를 넣고 X 160mg을 완전 연소시킨다.



(나) A관과 B관의 증가한 질량을 각각 구한다.

(실험 결과 및 자료)

- 반응 후 남은 산소의 부피: 240mL
- A관의 증가한 질량: xmg
- B관의 증가한 질량: ymg
- t°C, 1기압에서 기체 1몰의 부피: 24L

$\frac{x}{18} + \frac{y}{44}$ 는? (단, 온도와 압력은 t°C, 1기압으로 일정하고,

H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

- ① 20    ②  $\frac{35}{2}$     ③ 15    ④  $\frac{27}{2}$     ⑤  $\frac{21}{2}$

x, y가 mg이 되었든, g이 되었든 우리는 거기에 비율을 곱해 구하고 싶은 원소의 질량을 알 수 있습니다.

그렇다면 주어진 mg을 g으로 환산할 시, 1000이 곱해집니다. 이는 소모된 산소의 양이 1000배가 된다는 것을 의미합니다. (위에서 말했던 것처럼, 일종의 함수이기 때문이죠.)

그러므로 mL에 1000을 곱한 값인 L로 환산이 가능한 겁니다. 단위만 바뀌었고, x와 y의 값은 일정하니 답이 동일하게 나오는 거구요.

그러나 분자 수를 물어봤을 시 이는 완벽한 풀이가 되지 못합니다.

단위에 따라서 질량은 달라지는데, 이는 분자 수에 영향을 주기 때문입니다.

(아래에 그에 관한 EBS 문항이 있습니다.)

앞으로 값을 물어본다면 탄화수소 연소에 관한 어떠한 문항이 나오던 간에, 우리는 위 단위를 문제 없이 전개할 수 있음을 알아야 합니다. mL, mg이 나오면 그냥 무조건 L, g으로 치환해버리세요. 그러나 몰수 등을 물어봤을 시 주어진 값에 맞춰 다시 계산해야 합니다.

「4. EBS 연계문학+Walker 모의평가 적중 문항+앞으로의 출제 방향 예측」

신기하게도 위 문항이 완전히 새로 출제된 것은 아닙니다.

작년 10월 교육청 모의고사와 올해 EBS 수능특강에도 비슷한 문제가 출제가 되었습니다.

8. 다음은 C, H, O로 이루어진 물질 X에 대한 자료이다.

[자료 I]  
그림과 같은 장치에 X 3.0g을 넣고 완전 연소시켰더니, A관의 증가한 질량과 B관의 증가한 질량의 비가 9:22였다.

[자료 II]  
X 3.0g을 완전 연소시킬 때 반응하는 O<sub>2</sub>의 질량은 3.2g이다.

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

< 보 기 >

ㄱ. X를 구성하는 C와 H의 질량 비는 6:1이다.  
ㄴ. X 3.0g에 들어 있는 O의 질량은 1.6g이다.  
ㄷ. X의 실험식은 CHO이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2015학년도 10월 서울시 교육청 모의고사

10 다음은 C, H, O로 이루어진 물질 X의 실험식을 구하는 실험이다.

[실험 과정]  
(가) 그림과 같은 장치에 X 90mg을 넣고 산소를 충분히 공급하면서 가열하여 완전 연소시킨다.

(나) 반응 후 증가한 A관과 B관의 질량 비를 구한다.  
(다) 반응한 산소(O<sub>2</sub>)의 질량을 구한다.

[실험 결과]  
○ 반응 후 증가한 질량 비 (B관) : (A관) : 22/9  
○ 반응한 산소(O<sub>2</sub>)의 질량 : 96mg  
○ X의 실험식 : C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>

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

- [ 보 기 ]  
ㄱ. A관의 증가한 질량은 54mg이다.  
ㄴ. x+y+z=4이다.  
ㄷ. X 90mg에 포함된 O의 몰수는 0.0015몰이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2016 EBS 수능특강

EBS 문항을 한번 보도록 합시다.

ㄷ 선지를 보면 X 90mg에 포함된 O의 몰수는 0.0015몰이라고 물어봤습니다.

물론 맞는 값은 0.003몰입니다.

만약에 처음에 g으로 치환한 후, 단위를 고려하지 않은 채 몰수를 계산했다면 3몰이 나옵니다. 그러나 단위가 mg이므로 기존 g으로 고려한 몰수에서 1000을 나눠준 0.003몰이 정답입니다. 위에 내용을 연장해보면, 우리가 얻을 수 있는 결론은 단위는 치환을 해도 되지만, 단위가 주어진 질량 내 분자수를 구할 때는 치환한 단위를 기존 단위로 다시 바꿔야 한다는 것입니다.

Walker 모의평가에서는 완벽히 똑같은 문항이 출제되었습니다.

Walker 6월 직전 모의평가 중 16번에 출제되었는데 한번 풀어보시고 아래 2가지 해설을 보시기 바랍니다.

16. 다음은 탄화수소 X, Y의 실험식을 구하는 실험이다.

[시료]  
○ 탄화수소 X와 Y의 혼합물. 질량:32mg

[실험 과정]  
(가) 그림과 같은 장치에 시료를 넣고 산소를 충분히 공급하면서 가열하여 완전 연소시킨다.

(나) 반응 후 A관과 B관의 증가한 질량의 비를 구한다.  
(다) 반응한 산소(O<sub>2</sub>)의 질량을 구한다.

[실험 결과]

증가한 질량 (A관):(B관)	소모된 산소의 질량
a : b	112mg

○ X의 실험식 : CH<sub>4</sub>, Y의 실험식 : C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>

a+b의 값은? [3점]

- ① 12    ② 14    ③ 16    ④ 18    ⑤ 20

### ① 질량을 이용한 풀이

mg을 g으로 전부 치환합니다.

X에 들어 있는 탄소의 질량을  $w$ , 수소의 질량을  $x$ 라 합니다.

Y에 들어 있는 탄소의 질량을  $y$ , 수소의 질량을  $z$ 라 합니다.

실험식이 주어져 있으므로  $\frac{w}{12} : \frac{x}{1} = 1 : 4$ ,  $\frac{y}{12} : \frac{z}{1} = 3 : 4$ 라는 식을 세울 수 있습니다.

이를 통해  $3x = w$ ,  $9z = y$ 임을 알 수 있습니다. 시료의 질량이 32g이므로  $4x + 10z = 32$ 라는 식을 세울 수 있습니다.

A관의 증가한 질량과 B관의 증가한 질량을 각각  $ka$ ,  $kb$ 라 할 수 있습니다. ( $k$ 는 임의의 양수)

$ka$ 에서 이산화탄소 내 탄소의 비율인  $\frac{3}{11}$ 을 곱하면 시료 내 탄소의 질량인  $(3x + 9z)$ g이 나옵니다.

$kb$ 에서 물 내 수소의 비율인  $\frac{1}{9}$ 을 곱하면 시료 내 수소의 질량인  $(x + z)$ g이 나옵니다.

그리고  $ka + kb$ 의 값은 시료의 질량과 소모된 산소의 질량의 합인 144g입니다.

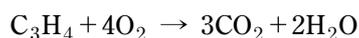
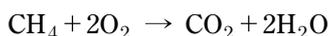
따라서 이를 정리하면  $20x + 42z = 144$ 가 나옵니다.

고로 등식  $4x + 10z = 32$ ,  $20x + 42z = 144$ 를 정리하면  $x = 3$ ,  $z = 2$ 가 나오고

이를 정리하면  $a : b = 5 : 11$ 가 나옵니다. 따라서  $a + b = 16$ 입니다.

### ② 탄화수소 연소식을 이용한 풀이

주어진 실험식을 통해 X와 Y의 일반적인 탄화수소 연소식을 써보면 다음과 같습니다.



시료 내에 X가  $x$ 몰, Y가  $y$ 몰 들어있었다고 하면

소모된 산소의 질량은 총  $(2x + 4y)$ 몰, 생성된 이산화탄소는 총  $(x + 3y)$ 몰, 생성된 물은 총  $(2x + 2y)$ 몰입니다.

g으로 치환하면 소모된 산소의 몰수는 총 3.5몰이므로  $2x + 5y = 3.5$ 라는 식을 세울 수 있고 시료의 질량이

32g이므로  $16x + 40y = 32$ 라는 식을 세울 수 있습니다. 두 식을 연립하면  $x = \frac{3}{4}$ ,  $y = \frac{1}{2}$ 가 나옵니다.

따라서 생성된 이산화탄소는 총  $\frac{9}{4}$ 몰이고, 생성된 물은 총  $\frac{5}{2}$ 몰이므로

$a : b = \frac{5}{2} \times 18 : \frac{9}{4} \times 44 = 5 : 11$ 입니다. 따라서  $a + b = 16$ 입니다.

질량에 관한 풀이, 몰수에 관한 풀이가 모두 가능하고, 이는 위에 언급하다시피 Walker 6월 직전모의평가의 문제와 2017학년도 6월 대학수학능력시험의 문제가 완벽하게 동일함을 알 수 있습니다.

※ 앞으로의 출제 방향에 대한 예측

본 문항은 단일 탄화수소의 연소에 대해 물어봤지만

앞으로 혼합 연소와 합쳐 물어볼 수 있습니다.

또한 C, H, O로 이루어져 있는 탄소 화합물과 탄화수소의 혼합 연소를 통해 위와 같은 자료를 제시한다면 상당한 고난도 문항이 될 거라 예상됩니다.

이에 관한 문항은 후에 배포될 여러 모의평가에 녹여볼 예정입니다.

앞으로도 끊임없는 연구와 노력을 통해 평가원에 걸 맞는 모의평가가 제작될 테니 많은 관심바랍니다.

감사합니다.

