

2020학년도 모의논술고사[의학계-화학]

1. 2020학년도 모의논술고사 예시답안

[문제II-1]

(1)

탄화수소의 연소 생성물로 CO₂ 뿐만 아니라 CO도 생성된 것으로부터 산소가 부족한 상태에서 불완전 연소가 진행된 것을 알 수 있다. 생성된 CO와 CO₂의 질량으로부터 연소된 탄화수소에 포함된 C의 질량과 생성된 H₂O의 질량으로부터 연소된 탄화수소에 포함된 H의 질량을 알 수 있으므로, 각 질량을 몰수로 환산하여 실험식을 구할 수 있다.

0.70 g의 CO가 생성되었으므로, 생성된 CO에 포함된 C의 질량은

$$0.70 \text{ g CO} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 0.30 \text{ g C}$$

$$2.20 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 0.60 \text{ g C}$$

따라서 연소 생성물 중의 총 C의 질량은 $0.30 + 0.60 = 0.90 \text{ g C}$ 이다.

연소 생성물 중 포함된 수소의 질량은

$$0.90 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 0.10 \text{ g H}$$
이다.

연소 생성물에 포함된 총 C의 몰수는 $0.90 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} = 0.075 \text{ mol C}$ 이고

연소 생성물에 포함된 총 H의 몰수는 $0.10 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1 \text{ g H}} = 0.10 \text{ mol H}$ 이다.

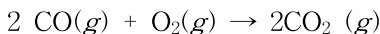
따라서 C : H의 몰비는 $0.075 : 0.1 = 3 : 4$ 이므로 탄화수소의 실험식은 C₃H₄이다.

(2)

밀폐된 용기에서 모든 탄화수소가 산소와 반응하였으므로 사용된 산소의 질량은 연소 생성물의 총 질량에서 탄화수소의 질량을 제외하여 얻을 수 있다.

$$0.70 \text{ g CO} + 2.20 \text{ g CO}_2 + 0.90 \text{ g H}_2\text{O} - 1.00 \text{ g C}_3\text{H}_4 = 2.80 \text{ g O}_2$$
이다.

연소 생성물 중 CO는 더 많은 산소가 존재한다면 아래의 반응과 같이 연소된다.



연소 생성물 중에 포함된 0.70 g의 CO를 CO₂로 전환하기 위해서는

$$0.70 \text{ g CO} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol CO}} \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 0.40 \text{ g O}_2$$
가 더 필요하다.

따라서 C₃H₄ 1.00 g의 완전 연소를 위해서는 $2.80 \text{ g} + 0.40 \text{ g} = 3.20 \text{ g}$ 의 산소가 필요하다.

[문제II-2]

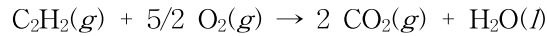
(1)

$3 \text{ C}_2\text{H}_2(g) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6(l)$ 의 표준 반응 엔탈피는 생성물의 표준 생성 엔탈피의 합에서 반응물의 표준 생성 엔탈피의 합을 빼어 구하면 되므로

$$\Delta H_f^\circ \text{ C}_6\text{H}_6(l) - 3 \times \Delta H_f^\circ \text{ C}_2\text{H}_2(g) = 49.0 \text{ kJ/mol} - 3 \times 226.77 \text{ kJ/mol} = -631.3 \text{ kJ/mol}$$
이다.

(2)

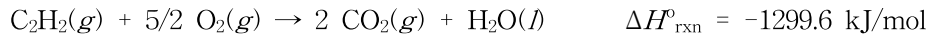
아세틸렌의 연소에 대한 화학 반응식은 아래와 같고



아세틸렌의 연소열은 아래와 같다.

$$2 \times \Delta H_f^\circ \text{CO}_2(g) + \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(l) - (\Delta H_f^\circ \text{C}_2\text{H}_2(g) + 5/2 \times \Delta H_f^\circ \text{O}_2(g)) \\ = 2 \times (-393.5 \text{ kJ/mol}) + (-285.83 \text{ kJ/mol}) - (226.77 \text{ kJ/mol} + 5/2 \times 0 \text{ kJ/mol}) = -1299.6 \text{ kJ/mol}.$$

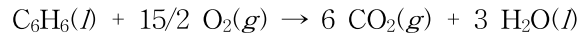
따라서 아세틸렌의 연소에 대한 열화학 반응식은 아래와 같다.



아세틸렌의 물질량은 26이므로 아세틸렌 1 g당 연소를 통해 발생하는 열은

$$\frac{-1299.6 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2} \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2}{26 \text{ g C}_2\text{H}_2} = 50 \text{ kJ/g} \text{이다.}$$

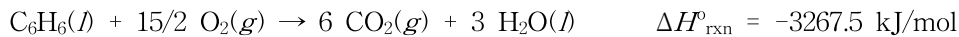
벤젠의 연소에 대한 화학 반응식은 아래와 같고



벤젠의 연소열은 아래와 같다.

$$6 \times \Delta H_f^\circ \text{CO}_2(g) + 3 \times \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(l) - (\Delta H_f^\circ \text{C}_6\text{H}_6(l) + 15/2 \times \Delta H_f^\circ \text{O}_2(g)) \\ = 6 \times (-393.5 \text{ kJ/mol}) + 3 \times (-285.83 \text{ kJ/mol}) - (49.0 \text{ kJ/mol} + 15/2 \times 0 \text{ kJ/mol}) \\ = -3267.5 \text{ kJ/mol}.$$

따라서 벤젠의 연소에 대한 열화학 반응식은 아래와 같다.



벤젠의 물질량은 78이므로 벤젠 1 g당 연소를 통해 발생하는 열은

$$\frac{-3267.5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_6} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_6}{78 \text{ g C}_6\text{H}_6} = 42 \text{ kJ/g} \text{이다.}$$

따라서 단위 질량 당 연료로서의 가치는 벤젠보다 아세틸렌이 더 높다.

2. 2020학년도 모의논술고사채점 기준

[문제II-1]

(1)

- 연소 생성물에 포함된 C와 H의 질량을 구했으면 6점
- C와 H의 질량으로부터 각각의 몰수 또는 몰비를 구했으면 4점
- C와 H의 몰비로부터 실험식을 정확하게 구했으면 4점

(2)

- 사용된 산소의 질량을 구했으면 2점
- 완전 연소를 위해 추가로 필요한 산소의 질량을 구했으면 2점
- 완전 연소를 위해 필요한 총 산소의 양을 구했으면 2점

[문제II-2]

(1)

- 표준 생성 엔탈피를 이용해 표준 반응 엔탈피를 구했으면 4점 (부호가 틀렸으면 0점)

(2)

- 아세틸렌과 벤젠 각각의 열화학 반응식을 구했으면 4점
- 아세틸렌과 벤젠 각각의 연소열을 구했으면 4점 (부호가 틀렸으면 0점)
- 아세틸렌과 벤젠 각각 1 g을 연소했을 때 발생하는 열을 구했으면 4점 (부호가 틀렸으면 0점)
- 아세틸렌과 벤젠의 단위 질량 당 연료로서의 가치를 명확하게 논술했으면 4점

3. 2020학년도 모의논술고사문항 해설

- [문제II-1]의 문항에서는 연소 반응에 대한 화학 반응식을 완성하고 화학양론을 이용하여 반응물과 생성물의 양적 관계 및 구성 원소들의 몰 비를 통해 실험식을 유추할 수 있는 능력을 파악하고자 하였다. [문제II-2]의 문항에서는 표준 생성 엔탈피로부터 표준 반응 엔탈피를 구하고 열의 출입에 대한 이해를 논리적으로 제시할 수 있는 능력을 파악하고자 하였다.
- 제시문 [가]와 [나]는 화학 반응식과 화학양론에 대한 설명을 제시하고 있음.
- 제시문 [다]는 탄화수소의 정의와 종류에 대한 설명을 제시하고 있음.
- 제시문 [라]와 [마]는 표준 생성 엔탈피와 반응 엔탈피 및 열화학 반응식에 대한 설명을 제시하고 있음.
- 제시문 [가]~[마]는 고등학교 화학I과 화학II 교과서에서 발췌하여 편집하였고 고교 교육과정 범위에 포함되어 있는 내용임.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
고등학교 화학I	노태희 외	천재교육	2011	41-46	제시문 [가]	○
	류해일 외	비상교육	2011	42-45		
고등학교 화학I	김희준 외	상상아카데미	2011	49	제시문 [나]	○
	노태희 외	천재교육	2011	49		
	박종석 외	교학사	2011	40		
고등학교 화학I	노태희 외	천재교육	2011	168- 174	제시문 [다]	○
	김희준 외	상상아카데미	2011	152- 158		
고등학교 화학II	노태희 외	천재교육	2011	85-87	제시문 [라]	○
	류해일 외	비상교육	2012	86-89		
고등학교 화학II	박종석 외	교학사	2011	88-91	제시문 [마]	○
	김희준 외	상상아카데미	2011	87-91		