

열화학과의 반응의 자발성

2018. 03. 00

CONTENTS

- I 열화학
- II 반응의 자발성
- III 기출문제

출제포인트

- 이 섹션에서는 열화학 반응식에서 반응열의 개념과 엔탈피 변화를 묻는 문항이 자주 출제되고 있다.
- 발열 반응과 흡열 반응의 개념을 잘 알아두고, 헤스의 법칙을 이용하여 화학 반응의 엔탈피 변화를 계산할 수 있어야 한다.
- 반응의 자발성은 엔트로피 변화를 이용하여 나타내는 것을 기출 문제를 이용하여 확실히 정리해 놓자.

열화학

- 열화학

- 반응열 (Q) : 화학 반응 시 방출하거나 흡수하는 열
- 엔탈피(H) : 압력이 일정할 때 반응물과 생성물이 지니고 있는 화학에너지
- 엔탈피 변화(ΔH): 화학 반응이 일어날 때 출입한 열이며 반응 엔탈피라고 함
 - ❖ 반응 물질과 생성 물질의 엔탈피의 차이
 - ❖ $\Delta H = \text{생성물의 엔탈피} - \text{반응물의 엔탈피}$
- 발열 반응과 흡열 반응

발열 반응	<ul style="list-style-type: none">• 열이 발생하는 화학반응• $\Delta H < 0, Q > 0$ ($\Delta H = -Q$)
흡열 반응	<ul style="list-style-type: none">• 열이 흡수되는 화학반응• $\Delta H > 0, Q < 0$ ($\Delta H = -Q$)

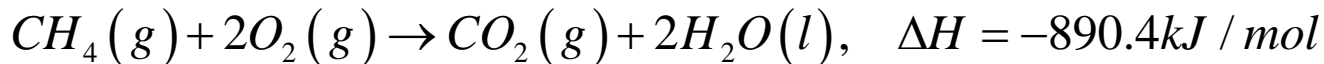
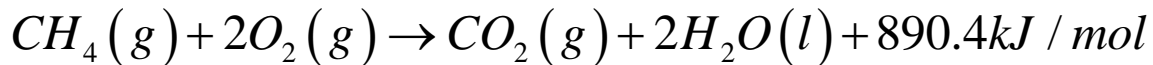
- 열용량(Q) : 물질의 온도를 1°C 높이는 데 필요한 열량

$$Q = n \times C_m \times \Delta T \quad (n: \text{몰수}, C_m: \text{몰 열용량}, T: \text{온도 변화})$$

열화학

- 열화학 반응식

- 정의 : 화학 반응식에 출입하는 열에너지 변화(반응 엔탈피)를 함께 나타낸 화학 반응식
- 예) 다음 반응은 $\Delta H < 0$ 이므로 발열 반응이고, Q(반응열)로 화학 반응식에 표기할 때는 생성물 쪽에 (+)부호로 나타낸다.



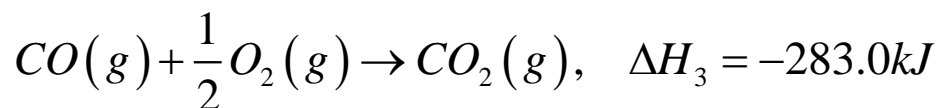
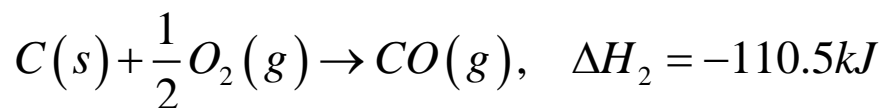
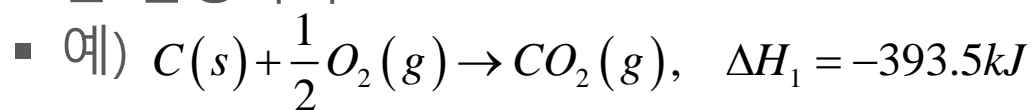
- 결합 에너지

- 정의 : 원자가 결합할 때 안정한 상태가 되면서 나오는 에너지
- 예) $H(g) + H(g) \rightarrow H_2(g), \quad \Delta H = -436kJ / mol$
- 반응 엔탈피
 - ❖ $\Delta H =$ 반응물의 결합 에너지의 합 - 생성물의 결합 에너지의 합

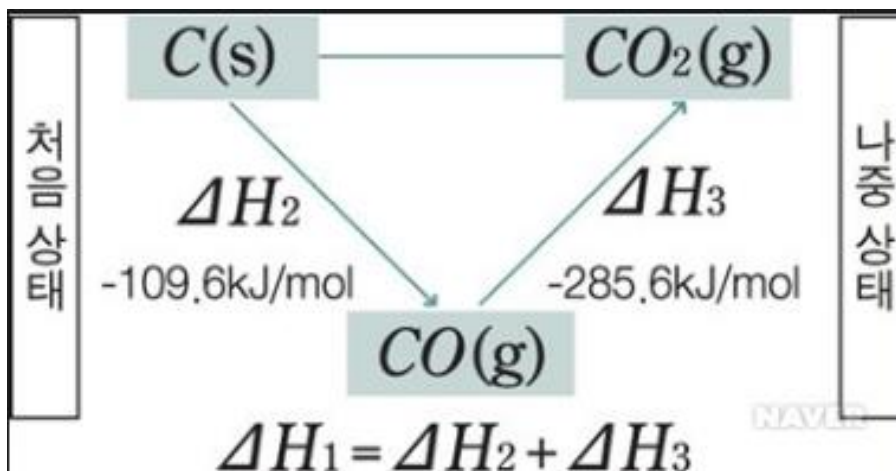
열화학

- 헤스의 법칙

- 화학 반응이 일어날 때의 반응열은 한 단계로 일어나든지 여러 단계를 거쳐 일어나든지 처음 상태와 나중 상태가 같으면 출입하는 열량은 일정하다.



$$\therefore \Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$



반응의 자발성

- 자발적 변화와 비자발적 변화
 - 자발적 변화 : 외부의 영향 없이 무질서도가 증가하는 방향으로 스스로 일어나는 변화
 - 비자발적 변화 : 자발적으로 일어나지 않는 변화
- 엔트로피
 - 무질서도의 척도로 기호 S로 나타낸다.
 - 엔트로피가 증가하는 과정은 자발적인 반응이다.
 - 엔트로피의 변화
 - ❖ $\Delta S = S_{\text{나중}} - S_{\text{처음}}$
 - ❖ $\Delta S > 0$, 엔트로피 증가(무질서도 증가)
 - ❖ $\Delta S < 0$, 엔트로피 감소(무질서도 감소)

반응의 자발성

- 자유 에너지 변화와 반응의 자발성

- 자유 에너지 변화 : $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

- 자유 에너지 변화에 대한 반응

- ❖ $\Delta G < 0$: 반응은 자발적

- ❖ $\Delta G > 0$: 반응은 비자발적

- 자유 에너지와 화학 평형

- ❖ $\Delta G = 0$: 평형 상태

- ❖ $\Delta G = -(RT)\ln K$

- R: 8.314 [J/mol·K], T: 절대온도, K: 평형상수

기출 문제

1. 다음 중 1 몰랄 농도에 관한 설명으로 옳은 것은? (07-01)

- ① 용액 1L 속에 녹아 있는 용질의 몰 수
- ② 용매 1000g 에 녹아 있는 용질의 몰 수
- ③ 용액 100g 에 녹아 있는 용질의 g 수
- ④ 용액 1L 속에 녹아 있는 산-염기의 g 당량수

2. 다음의 반응식에서 평형을 오른쪽으로 이동 시키기 위한 조건은? (15-02)



- ① 압력을 높인다.
- ② 온도를 높인다.
- ③ 압력을 낮춘다.
- ④ 온도를 낮춘다.

3. 다음 반응식 중 흡열반응을 나타내는 것은? (14-01)

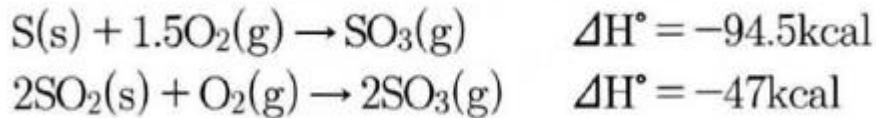
- ① $CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2 + 68kcal$
- ② $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO, \Delta H = + 42kcal$
- ③ $C + O_2 \rightarrow CO_2, \Delta H = -94kcal$
- ④ $H + 1/2O_2 - 58kcal \rightarrow H_2O$

기출 문제

4. 표준상태에서의 생성엔탈피가 다음과 같다고 가정할 때 가장 안정한 것은? (13-01)
- ① $\Delta H_{\text{HF}} = -269\text{kcal/mol}$ ② $\Delta H_{\text{HCL}} = -92.30\text{kcal/mol}$
③ $\Delta H_{\text{HBr}} = -36.2\text{kcal/mol}$ ④ $\Delta H_{\text{HI}} = 25.21\text{kcal/mol}$
5. 화학반응에서 발생 또는 흡수되는 열량은 그 반응 전의 물질의 종류와 상태 및 반응 후의 물질의 종류와 상태가 결정되면 그 도중의 경로에는 관계가 없다는 법칙은? (09-01)
- ① 반트-호프의 법칙 ② 르샤를리에의 법칙
③ 아보가드로의 법칙 ④ 헤스의 법칙
6. 1몰의 수소와 1몰의 염소가 완전히 반응하여 염화수소 기체를 만들 때 방출하는 열량은 얼마인가? (단, 결합에너지는 H - H : 104kcal/mol . Cl - Cl : 58kcal/mol , H - Cl : 103kcal/mol 이다.) (06-04)
- ① 44kcal/mol ② 59kcal/mol ③ 265kcal/mol ④ 368kcal/mol
7. 다음 이원자 분자 중 결합에너지 값이 가장 큰 것은? (06-02)
- ① H_2 ② N_2 ③ O_2 ④ F_2

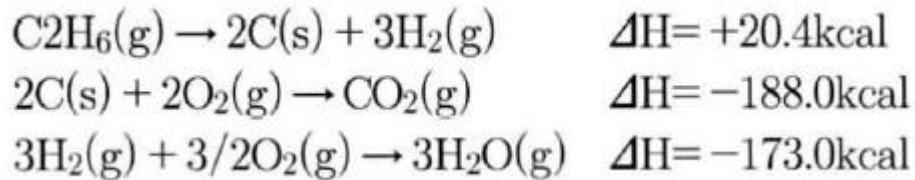
기출 문제

8. 다음 반응식을 이용하여 구한 $\text{SO}_2(\text{g})$ 의 몰 생성열은? (12-04)



- ① -71kcal ② -47.5kcal ③ 71kcal ④ 47.5kcal

9. 다음과 같이 에탄이 산소 중에서 연소하여 CO_2 와 수증기로 될 때의 연소열을 계산하면 약 얼마인가? (06-04)



- ① $\Delta H = -340.6\text{kcal}$ ② $\Delta H = 340.6\text{kcal}$ ③ $\Delta H = -35.4\text{kcal}$ ④ $\Delta H = 35.4\text{kcal}$

10. 대기압에 열린 실린더에 있는 1mol의 기체를 20°C 에서 120°C 까지 가열하면 기체가 흡수하는 열량은 약 몇 cal인가? (단, 이 기체 몰 열용량은 $4.97\text{cal/mol} \cdot \text{K}$ 이다.) (06-04)

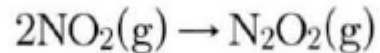
- ① 1 ② 100 ③ 497 ④ 7,601

기출 문제

11. 다음 과정에서 엔트로피의 변화가 감소하는 것은? (07-01)

- ① 얼음이 녹아서 물이 되는 과정
- ② 휘발유가 연소하여 CO₂ 와 H₂O 로 되는 과정
- ③ TNT가 폭발하는 과정
- ④ 요오드증기가 차가운 표면에 서려서 결정이 되는 과정

12. 25°C에서 다음 반응에 대하여 열역학적 평형상수값이 7.13 이었다. 이 반응에 대한 ΔG° 값은 몇 kJ/mol 인가? (단, 기체상수 R은 8.314J/mol · K 이다.) (12-04)



- ① 4.87 ② -4.87 ③ 9.74 ④ -9.74

13. 어떤 계가 평형상태에 있을 때의 자유에너지 ΔG 를 옳게 표현한 것은? (12-02)

- ① $\Delta G < 0$ ② $\Delta G > 0$ ③ $\Delta G = 0$ ④ $\Delta G = 1$

기출 문제

11. 다음은 열역학 제 몇 법칙에 대한 내용인가? (16-02)

“0K(절대 영도)에서 물질의 엔트로피는 0이다.”

- ① 열역학 제0법칙
- ② 열역학 제1법칙
- ③ 열역학 제2법칙
- ④ 열역학 제3법칙

Thank you