

A  ① 化学反応にともなって、発生または吸収される熱量を何というか。

B  ② 物質のもつエネルギーを何というか。

B  ③ [ア] がもつ②と[イ] がもつ②との差が①として現れる。

A  ④ 水素 1 mol が完全燃焼するとき、286 kJ の熱量が発生して水になる。このように熱を発生する反応を何というか。

A  ⑤ 赤熱した黒鉛 1 mol に水蒸気を触れさせると、131 kJ の熱量を吸収して一酸化炭素と水素になる。このように熱を吸収する反応を何というか。

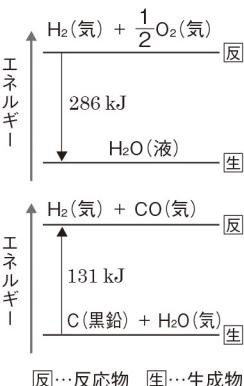
A  ⑥ ④の反応を熱化学方程式で表せ。

A  ⑦ ⑤の反応を熱化学方程式で表せ。

A  ⑧ 反応熱の符号は発熱反応ならア: {+・-}, 吸熱反応ならイ: {+・-} になる。

C  ⑨ 反応熱は物質の〔 〕によって異なるので、化学式のあとに(固)、(液)、(気)、(黒鉛)、aqなどを書く。

B  ⑩ 热化学方程式の係数は何を表しているか。



### ①反応熱

### ②化学エネルギー

③ア: 反応物

イ: 生成物

(アとイは順不同)

### ④発熱反応

### ⑤吸熱反応

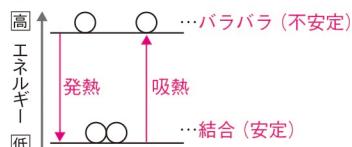


⑧ア: + イ: -

⑨状態

⑩物質量(mol)

### ●物質のエネルギーと変化



●化学反応式の右辺に反応熱を書き加え、左辺と右辺を等号で結んだエネルギーに関する等式を、熱化学方程式という。

●エネルギー図において、下向きの変化は発熱反応、上向きの変化は吸熱反応を表す。

●熱化学方程式では、左辺は反応物、右辺は生成物である。

●反応熱はふつう、25°C,  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  (1 atm) での値を用いる。

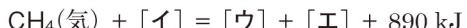
● $\text{H}_2$ や $\text{O}_2$ など状態が明確なときは、(気)を省略する場合がある。ただし、水の状態は省略しない。

●熱化学方程式の反応熱は、注目する物質 1 molあたりの値を表しているので、係数に分数を用いてよい。

## 反応熱の種類

A ① 物質 1 mol が完全燃焼するときに発生する熱量を [ア] 热という。

例 CH<sub>4</sub>(気) の [ア] 热は 890 kJ/mol である。



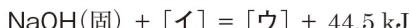
A ② 化合物 1 mol がその成分元素の単体から生成するときに発生・吸収する熱量を [ア] 热という。

例 NH<sub>3</sub>(気) の [ア] 热は 46 kJ/mol である。



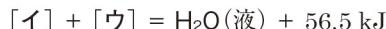
A ③ 物質 1 mol を多量の溶媒に溶かしたときに発生・吸収する熱量を [ア] 热という。

例 NaOH(固) の [ア] 热は 44.5 kJ/mol である。



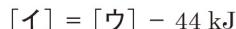
A ④ 酸と塩基が反応して水 1 mol が生じるときの熱量を [ア] 热という。

例 うすい酸と塩基の [ア] 热は 56.5 kJ/mol である。



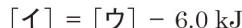
A ⑤ 物質 1 mol が液体から気体に変化するときに必要な熱量を [ア] 热という。

例 H<sub>2</sub>O(液) の [ア] 热は 44 kJ/mol である。



A ⑥ 物質 1 mol が固体から液体に変化するときに必要な熱量を [ア] 热という。

例 H<sub>2</sub>O(固) の [ア] 热は 6.0 kJ/mol である。



A ⑦ 気体分子内の共有結合 1 mol を切るのに必要な熱量を [ア] という。

例 O=O 結合の [ア] は 498 kJ/mol である。



## 解 答

①ア: 燃焼

イ: CO<sub>2</sub>(気)

ウ: CO<sub>2</sub>(気)

エ: 2H<sub>2</sub>O(液)

(ウとエは順不同)

②ア: 生成

イ:  $\frac{1}{2} \text{N}_2$ (気)

ウ:  $\frac{3}{2} \text{H}_2$ (気)

(イとウは順不同)

③ア: 溶解

イ: aq

ウ: NaOH aq

(Na<sup>+</sup> aq + OH<sup>-</sup> aq)

④ア: 中和

イ: H<sup>+</sup> aq

ウ: OH<sup>-</sup> aq

(イとウは順不同)

⑤ア: 蒸発

イ: H<sub>2</sub>O(液)

ウ: H<sub>2</sub>O(気)

⑥ア: 融解

イ: H<sub>2</sub>O(固)

ウ: H<sub>2</sub>O(液)

⑦ア: 組合エネルギー

イ: O<sub>2</sub>(気)

ウ: 2O(気)

## 解 説

●燃焼熱、中和熱は必ず発熱反応である。

●蒸発熱、融解熱、結合エネルギーは必ず吸熱反応である。ただし、熱量は正の値で与えられるので、熱化学方程式で表すときは、マイナス(−)の符号をつけなければならない。

●生成熱、溶解熱には、発熱反応・吸熱反応の両方がある。

●「aq」は、多量の水を示し、「NaOH aq」は、水酸化ナトリウム水溶液を示す。  
「Na<sup>+</sup> aq + OH<sup>-</sup> aq」でもよい。

●一般に、希薄な強酸と希薄な強塩基の中和熱は酸や塩基の種類にかかわらずほぼ一定で、56.5 kJ/mol である。

●熱量が「kJ/mol」で与えられているとき、熱化学方程式の係数は物質量を表しているので、「/mol」は必要ない。

A ① 「反応熱の総和は変化する前後の物質の状態だけで決まり、途中の経路によらない」という法則を何というか。

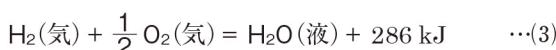
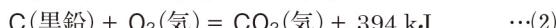
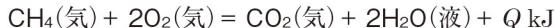
B ② 右の図で、炭素の燃焼熱は何 kJ/mol か。

B ③ 右の図で、二酸化炭素の生成熱は何 kJ/mol か。

B ④ 右の図で、一酸化炭素の燃焼熱は何 kJ/mol か。

B ⑤ 右の図で、一酸化炭素の生成熱は何 kJ/mol か。

B ⑥ 次の(1)～(3)を用いて、 $\text{CH}_4(\text{気})$  の燃焼熱  $Q \text{ kJ/mol}$  を求めよ。

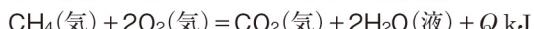


$$Q = [\text{ア}] + [\text{イ}] + [\text{ウ}] \\ = [\text{エ}]$$

C ⑦ 反応に関する化合物の生成熱がわかれば、反応熱は次の式から求めることができる。

反応熱 = [ア] の生成熱の和 - [イ] の生成熱の和

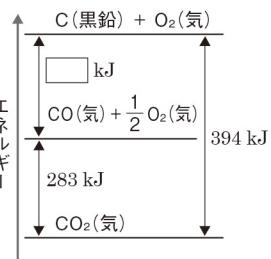
⑥ の数値を用いると、 $\text{CH}_4(\text{気})$  の燃焼熱は、



74 0 394 2 × 286 [生成熱]

$$Q = ([\text{ウ}] + [\text{エ}]) - ([\text{オ}] + 0) \\ = 892 \text{ [kJ/mol]}$$

となる。



## 解 答

① ヘスの法則  
(総熱量保存の法則)

② 394 kJ/mol

③ 394 kJ/mol

④ 283 kJ/mol

⑤ 111 kJ/mol

⑥ ア : -(1) もしくは  
- 74

イ : (2) もしくは 394

ウ : 2 × (3) もしくは  
2 × 286

(ア～ウは順不同)

エ : 892

⑦ ア : 生成物

イ : 反応物

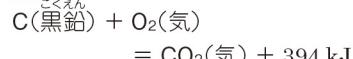
ウ : 394

エ : 2 × 286

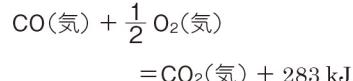
(ウとエは順不同)

オ : 74

● ②, ③ の熱化学方程式  
炭素の燃焼熱と二酸化炭素の生成熱は同じ。



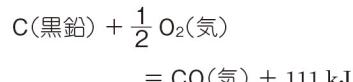
● ④ の熱化学方程式



● ⑤ : 一酸化炭素の生成熱は前ページの図の□の熱量。

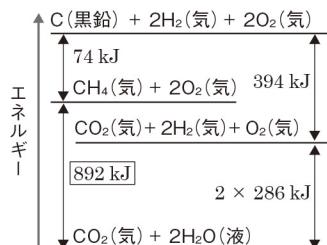
$$\boxed{\phantom{00}} = 394 - 283 = 111 \text{ [kJ]}$$

● ⑥ の熱化学方程式



● 单体の生成熱はゼロと定義される。

● ⑦ のエネルギー図



● ⑦ : 生成熱以外の数値は不可。

A  ① H-H 結合の結合エネルギーは何 kJ/mol か。

A  ② Cl-Cl 結合の結合エネルギーは何 kJ/mol か。

A  ③ HCl(気) の結合エネルギーは何 kJ/mol か。

A  ④ HCl(気) の生成熱  $Q$  [kJ/mol] を求めよ。



$$\text{H}_2(\text{気}) = 2\text{H}(\text{気}) - [①] \text{ kJ} \quad \cdots (1)$$

$$\text{Cl}_2(\text{気}) = 2\text{Cl}(\text{気}) - [②] \text{ kJ} \quad \cdots (2)$$

$$\text{HCl}(\text{気}) = \text{H}(\text{気}) + \text{Cl}(\text{気}) - [③] \text{ kJ} \quad \cdots (3)$$

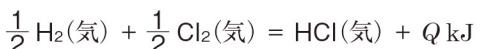
$$\begin{aligned} Q &= [\text{ア}] + [\text{イ}] + [\text{ウ}] \\ &= [\text{エ}] \end{aligned}$$

C  ⑤ 結合エネルギーから反応熱を求めるとき、

$$\begin{aligned} (\text{反応熱}) &= ([\text{ア}] \text{ の結合エネルギーの総和}) \\ &\quad - ([\text{イ}] \text{ の結合エネルギーの総和}) \end{aligned}$$

が成立する。

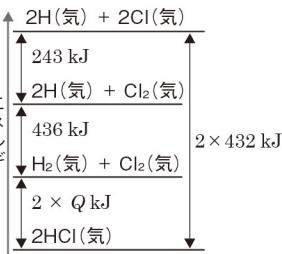
C  ⑥ ⑤ の式を用いて、HCl(気) の生成熱  $Q$  [kJ/mol] を求めよ。



$$\frac{1}{2} \times 436 \quad \frac{1}{2} \times 243 \quad 432 \text{ (結合 E [kJ/mol])}$$

$$Q = [\text{ア}] - ([\text{イ}] + [\text{ウ}])$$

$$Q = [\text{エ}] \text{ kJ/mol}$$



① 436

② 243

③ 432

④ ア :  $\frac{1}{2} \times (1)$  もしくは  
 $\frac{1}{2} \times (-436)$

イ :  $\frac{1}{2} \times (2)$  もしくは  
 $\frac{1}{2} \times (-243)$

ウ :  $- (3)$  もしくは  
 $- (-432)$

(ア～ウは順不同)

エ : 92.5

⑤ ア : 生成物

イ : 反応物

⑥ ア : 432

イ :  $\frac{1}{2} \times 436$

ウ :  $\frac{1}{2} \times 243$

エ : 92.5

(イとウは順不同)

● 結合エネルギーは、気体状態の分子の共有結合を切断して気体状態の原子にするときに必要なエネルギーなので、固体や液体の場合は昇華熱や蒸発熱で気体にしてから求める。

● H<sub>2</sub>O(気) をバラバラにして、H 原子と O 原子にするのに必要なエネルギーは、O-H の結合エネルギー2本分の合計になる。

● 結合エネルギーは吸熱なので、熱化学方程式で表すときには、熱量に必ずマイナス（-）の符号をつける。

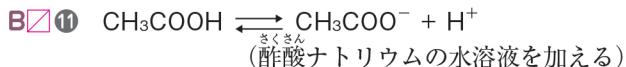
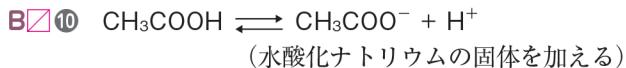
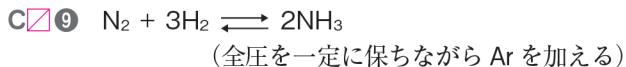
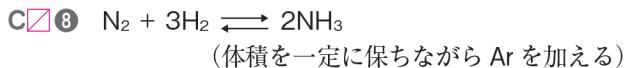
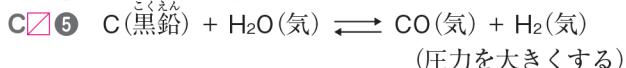
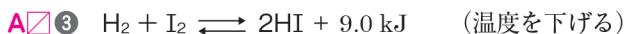
● ⑥ は結合エネルギー以外の数値は使えない。また、数値は式に代入せず、公式として用いる。したがって、

$$\frac{1}{2} \times 436 + \frac{1}{2} \times 243 = 432 + Q$$

は不成立。

A ① ある反応が平衡状態にあるとき、濃度、圧力、温度などを変化させると、その影響をやわらげる向きに反応が進み、新しい平衡状態に達する。この原理を何というか。

●次の各反応が平衡状態にあるとき、( )に示す条件変化によって、平衡はどちらに移動するか。「右」、「左」、「移動しない」で答えよ。



### ① 平衡移動の原理

(ルシャトリエの原理)

② 右

③ 右

④ 左

⑤ 左

⑥ 左

⑦ 移動しない

⑧ 移動しない

⑨ 左

⑩ 右

⑪ 左

⑫ 左

⑬ 移動しない

● ② : 吸熱方向へ。

● ③ : 発熱方向へ。

● ④ : 分子数増加方向へ (係数の和が大きい方向へ)。

● ⑤ : 分子数減少方向へ。ただし、固体の濃度は常に一定とみなせるので平衡移動に影響しない。

● ⑥ : 体積を小さくすると圧力は大きくなるので、分子数減少方向へ。

● ⑦ : 分子数増加方向だが両辺の係数の和が等しいので移動しない。

● ⑧ : Ar が加わっても各成分の分圧は変化しないので移動しない。

● ⑨ : Ar が加わると全圧を一定に保つために体積が増加する。よって各分圧は小さくなり、分子数増加方向へ。

● ⑩ : 中和されて  $\text{H}^+$  が減少するので増加方向へ。

● ⑪ :  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  が増加するので共通イオン効果により減少方向へ。

● ⑫ :  $\text{H}^+$  が増加するので共通イオン効果により減少方向へ。

● ⑬ : 触媒を加えると反応速度は変化するが、平衡は移動しない。