



第1回
科学の甲子園 全国大会

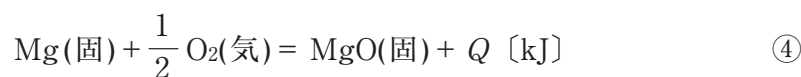
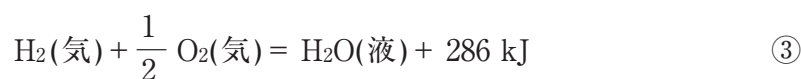
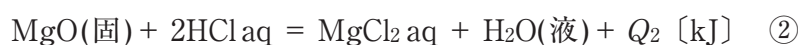
実験競技 ①

⌘ 解説 ⌘

【解説】

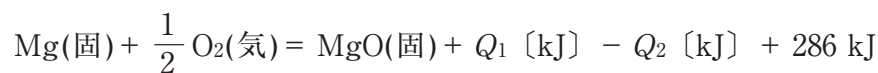
本実験競技では、マグネシウムの燃焼熱を直接的な実験で求めることが困難であることを踏まえ、与えられた試薬類、器具類、数値からどのような実験を行えば燃焼熱を求めることができるかを考える能力、誤差を少なくするよう実験操作を工夫する能力、実際の実験を手際よく行う能力、得られた実験データを目標に沿ってまとめる能力などを競う。

具体的には、実験でマグネシウムと塩酸との反応熱、酸化マグネシウムと塩酸との反応熱を求め、これらの値と与えられた水の生成熱とからヘスの法則（総熱量保存の法則）を用いてマグネシウムの燃焼熱を求める。熱化学方程式は以下のようになる。



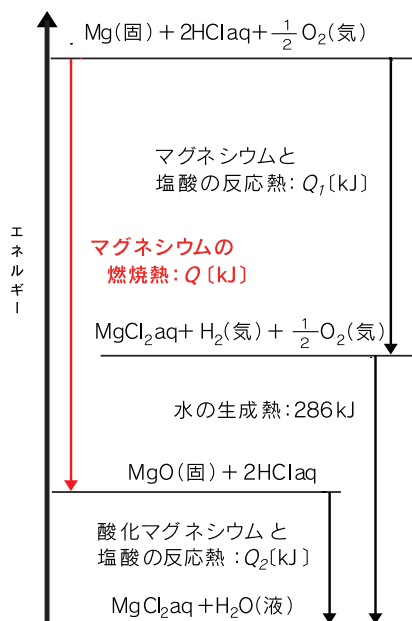
熱化学方程式③の水の生成熱は与えられている。熱化学方程式④は、①－②＋③の結果を

左辺を $\text{Mg(固)} + \frac{1}{2} \text{O}_2\text{(気)}$ として整理することで得られる。



ゆえに、①および②の $Q_1 \text{ [kJ]}$, $Q_2 \text{ [kJ]}$ を実験から求めると、熱化学方程式④の $Q \text{ [kJ]}$ が $Q \text{ [kJ]} = Q_1 \text{ [kJ]} - Q_2 \text{ [kJ]} + 286 \text{ kJ}$ から計算できる。

これらの反応をまとめたエネルギー図を以下に示す。



実験競技 ①

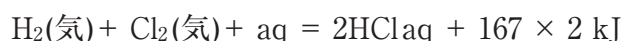
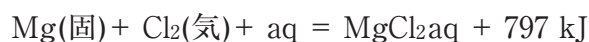
酸化マグネシウムの生成熱は、以下の表のように 602 kJ/mol である。また、マグネシウムと塩酸および酸化マグネシウムと塩酸との反応熱は、文献値から以下のように算出される。

※ 出典：Lange's Handbook of Chemistry, Tenth Edition (McGraw-Hill, 1967)
p.1601-1613, Heat and free energy of formation of compounds

| 化合物 | 生成熱 (kJ/mol) |
|----------------------|--------------|
| MgO(固) | 602 |
| MgCl ₂ aq | 797 |
| HCl aq | 167 |
| H ₂ O(液) | 286 |

●文献値を用いたマグネシウムと塩酸との反応熱の計算

上の表を用いて



この2式より

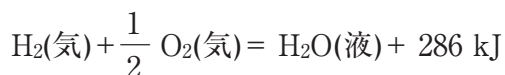
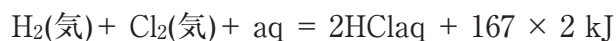
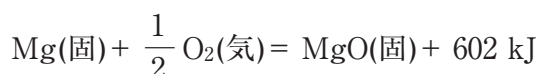


$$Q_1 \text{ [kJ]} = 797 \text{ kJ} - 334 \text{ kJ} = 463 \text{ kJ}$$

マグネシウムと塩酸との反応熱は 463 kJ/mol

●文献値を用いた酸化マグネシウムと塩酸との反応熱の計算

上の表を用いて



この4式より



$$Q_2 \text{ [kJ]} = 797 \text{ kJ} - 602 \text{ kJ} - 334 \text{ kJ} + 286 \text{ kJ} = 147 \text{ kJ}$$

酸化マグネシウムと塩酸との反応熱は 147 kJ/mol

以上のことから、マグネシウムの燃焼熱 Q は、

$$Q = Q_1 - Q_2 + 286 \text{ kJ} = 463 \text{ kJ} - 147 \text{ kJ} + 286 \text{ kJ} = 602 \text{ kJ}$$