

実験・観察 マグネシウムの燃焼熱を求めよう～ヘスの法則の利用～

1 実験のねらい

マグネシウムの燃焼は、強い発光をとまなうため、生徒にとって非常に印象深いものである。マグネシウムの燃焼熱をヘスの法則を利用して間接的に求め、文献値と比較させる。ヘスの法則にもとづいて、実測することが困難な反応熱を計算によって求めることができることを確認させる。

2 典拠文献

- ・「Mgの燃焼熱を求めよう－Hessの法則の利用」 古寺順一（筑波大学附属高等学校）『化学と教育』49巻7号（2001年）
- ・「ヘスの法則を利用したMgの燃焼熱を求める生徒実験」 安東知之（岡山県立勝田間田高等学校）岡山県教育センター 平成17年度高等学校理科研修講座第1日資料

3 準備

（1）試薬類

マグネシウムリボン、マグネシウム粉末（25g 1200円程度）、酸化マグネシウム（500g 1800円程度）、1mol/l 塩酸200ml

（2）器具類

温度計（－5～50℃、1/10℃目盛り）、100mlメスシリンダー、断熱性の容器（サーモカップ）、電子天秤、スターラー

4 実験の方法、生徒への指示等

（1）演示実験：マグネシウムリボンの燃焼

マグネシウムリボンに火をつけ、燃焼の様子を観察させる。これから実験によって求めようとするマグネシウムの燃焼熱について印象付ける。

（2）生徒実験：マグネシウムの燃焼熱の測定

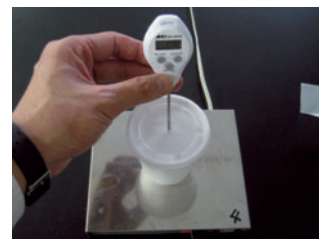
実験その1：マグネシウムと塩酸の反応熱の測定

- ①メスシリンダーで、1mol/l 塩酸100mlをはかり取り、サーモカップに入れ、温度（℃）を測る。
- ②酸化マグネシウム約0.5gをとり、その質量を正確に測る。
- ③②ではかり取ったマグネシウムを①のサーモカップに入れ、スターラーで攪拌しながら、温度計を読み、最高温度（℃）を測る。



実験その2：酸化マグネシウムと塩酸の反応熱の測定

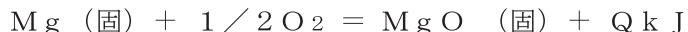
- ①メスシリンダーで、1mol/l 塩酸100mlをはかり取り、サーモカップに入れ、温度（℃）を測る。
- ②マグネシウムの粉末約0.8gをとり、その質量を正確にはかる。
- ③②ではかり取った酸化マグネシウムを①のサーモカップに入れ、スターラーで攪拌しながら、温度計を読み、最高温度（℃）を測る。



5 実験のまとめ、留意点等

(1) 演示実験：マグネシウムリボンの燃焼

- ・マグネシウムリボンの燃焼の様子を観察させ、下記の $Q \text{ kJ}$ は、直接的にははかりにくいことを確認させる。



(2) 生徒実験：マグネシウムの燃焼熱の測定

①塩酸と酸化マグネシウムの反応熱 $Q_1 \text{ kJ}$ の算出

塩酸の密度を 1.0 g/ml 、溶液の比熱を $4.2 \text{ J/g} \cdot \text{K}$ として、実験その1の結果から、塩酸と酸化マグネシウムの反応熱 $Q_2 \text{ kJ}$ を求める。



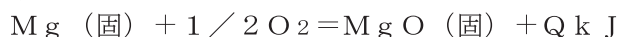
②塩酸とマグネシウムの反応熱の反応熱 Q_2 の算出

塩酸の密度を 1.0 g/ml 、溶液の比熱を $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ として、実験その2の結果から、塩酸と酸化マグネシウムの反応熱 $Q_1 \text{ kJ}$ を求める。

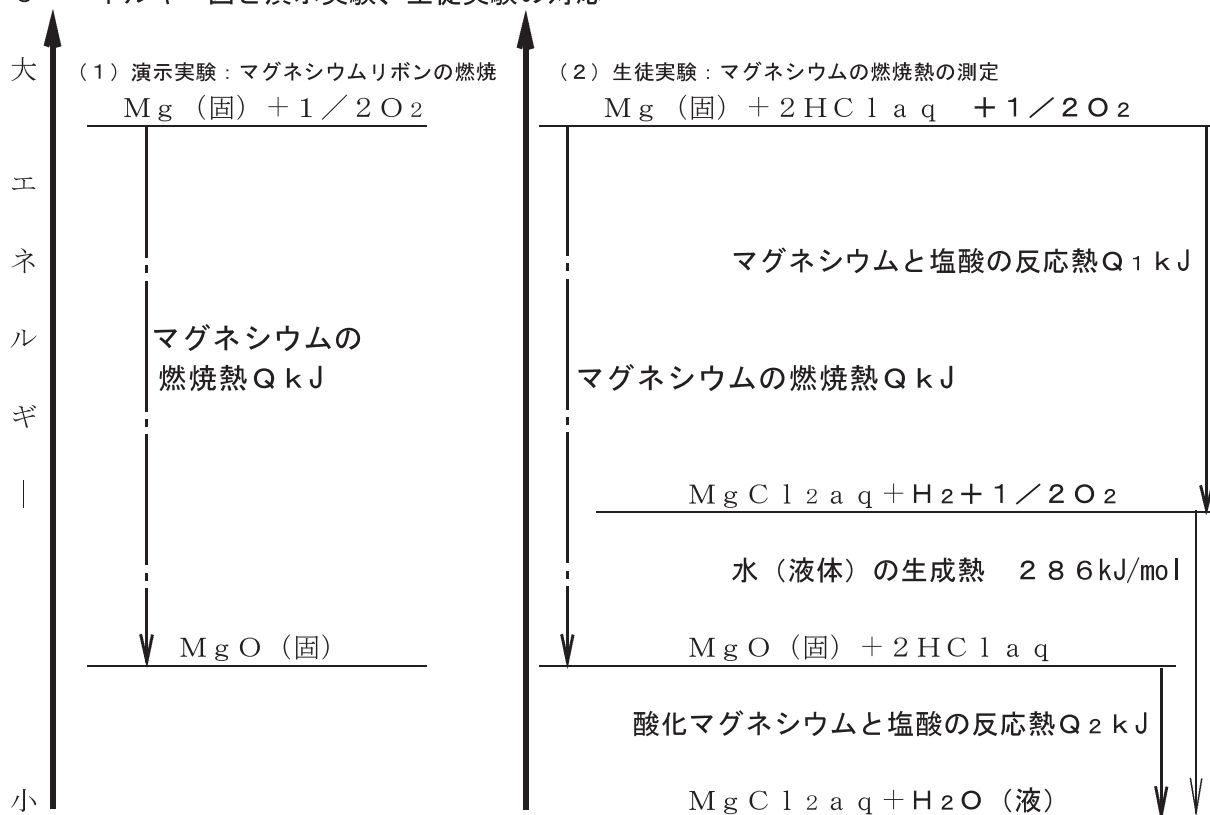


③マグネシウムの燃焼熱の算出

水（液体）の生成熱を 286 kJ/mol とし、 $Q_1 \text{ (kJ)}$ 、 $Q_2 \text{ (kJ)}$ から、下記の $Q \text{ (kJ)}$ を求める。



6 エネルギー図と演示実験、生徒実験の対応



実験プリント マグネシウムの燃焼熱を求めよう～ヘスの法則の利用～

■観 察：マグネシウムリボンの燃焼

①マグネシウムリボンの燃焼の様子を観察しよう。

②マグネシウムの燃焼の化学反応式をメモしておこう。

■質 問

先ほど観察したマグネシウムの燃焼熱を測定したい。直接マグネシウムを燃焼させないで求める方法はないだろうか。考えてみよう。

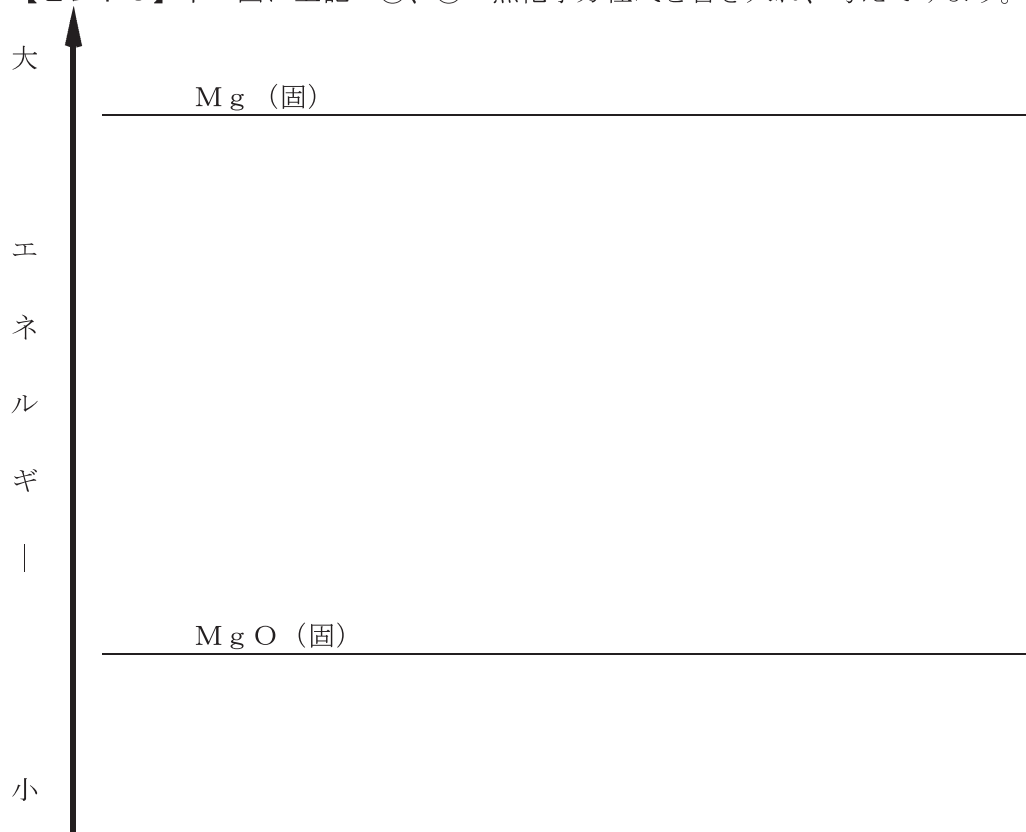
【ヒント1】マグネシウムの燃焼熱を Q (kJ/mol) として、熱化学方程式を書いてみよう。

【ヒント2】次の①と②の熱化学方程式を書き、エネルギー図を使って考えてみよう。

①マグネシウムは、塩酸と反応し、塩化マグネシウムが生成するとともに、水素が発生する。
この反応は、発熱反応である。この反応熱を Q_1 (kJ) とする。

②マグネシウムが燃焼してできた酸化マグネシウムも塩酸と反応し、塩化マグネシウムと水が生成する。この反応も発熱反応である。この反応熱を Q_2 (kJ) とする。

【ヒント3】下の図に上記の①、②の熱化学方程式を書き入れ、考えてみよう。



1 目 的

マグネシウムを燃焼させて直接燃焼熱を測定するのではなく、ヘスの法則を利用して間接的に求めてみよう。

2 準 備

(1) 試薬類

マグネシウムリボン、Mg 粉末、酸化マグネシウム、1 mol/ℓ 塩酸 200 ml

(2) 器具類

温度計 (1 / 10℃目盛り)、100 ml メスシリンダー、断熱性の容器 (サーモカップ) とフタ、電子天秤、スターラー

3 実験の方法と測定

(1) マグネシウムと塩酸の反応熱の測定

A 操 作

- ①メスシリンダーで、1 mol/ℓ 塩酸 100 ml をはかり取り、サーモカップに入れ、温度 (℃) を測る。
- ②マグネシウムの粉末約 0.5 g をはかり取り、その質量を正確に測る。
- ③②ではかり取った酸化マグネシウムを①のサーモカップに入れ、スターラーで攪拌しながら、温度計を読み、最高温度 (℃) を測る。

塩酸の質量 (塩酸の密度を 1.0 g/ml) とする。)	100 g
マグネシウムの質量	m ₁ = g
測定① 最初の塩酸の温度	t ₁ = °C
測定② 操作時の塩酸の最高温度	t ₂ = °C
計算 塩酸の上昇温度	t ₂ - t ₁ = K

(2) 酸化マグネシウムと塩酸の反応熱の測定

A 操 作

- ①メスシリンダーで、1 mol/ℓ 塩酸 100 ml をはかり取り、サーモカップに入れ、温度 (℃) を測る。
- ②酸化マグネシウム約 0.8 g をはかり取り、その質量を正確に測る。
- ③②ではかり取った酸化マグネシウムを①のサーモカップに入れ、スターラーで攪拌しながら、温度計を読み、最高温度 (℃) を測る。

B 結 果

塩酸の質量 (塩酸の密度を 1.0 g/ml) とする。)	100 g
酸化マグネシウムの質量	m ₂ = g
測定① 最初の塩酸の温度	t ₃ = °C
測定② 操作時の塩酸の最高温度	t ₄ = °C
計算 塩酸の上昇温度	t ₄ - t ₃ = K

4 反応熱の計算と考察

計算にあたっては、以下の値・式を用いること。

- ①反応した溶液の比熱は、 $4.2 \text{ (J/(g}\cdot\text{K))}$
- ②熱量 (J) = 溶液の質量 (g) $\times$ 溶液の比熱 $4.2 \text{ (J/(g}\cdot\text{K))} \times$ 温度変化 (K)
- ③塩酸の密度を 1.0 g/ml とする。
- ④ $M_{\text{g}} = 24$ 、 $O = 16$

(1) マグネシウムと塩酸の反応熱の算出

- ①この反応の反応熱を $Q_1 \text{ (kJ)}$ として、熱化学方程式で表すと

()

となる。

- ②マグネシウム 1 mol は () g だから、 $m_1 \text{ (g)}$ は () mol。

- ③この反応で発生した熱量を計算してみると

$$(100 + m_1) \times 4.2 \times (t_2 - t_1) = () \text{ J} \\ = () \text{ kJ} \text{ となる。}$$

- ④②と③より、マグネシウム 1 mol あたりの反応熱 Q_1 は、() kJ となる。

(2) 酸化マグネシウムと塩酸の反応熱の算出

- ①この反応の反応熱を $Q_2 \text{ (kJ)}$ として、熱化学方程式で表すと

()

となる。

- ②酸化マグネシウム 1 mol は () g だから、 $m_2 \text{ (g)}$ は () mol。

- ③この反応で発生した熱量を計算してみると

$$(100 + m_2) \times 4.2 \times (t_4 - t_3) = () \text{ J} \\ = () \text{ kJ} \text{ となる。}$$

- ④②と③より、酸化マグネシウム 1 mol あたりの反応熱 Q_2 は、() kJ となる。

【計算欄】

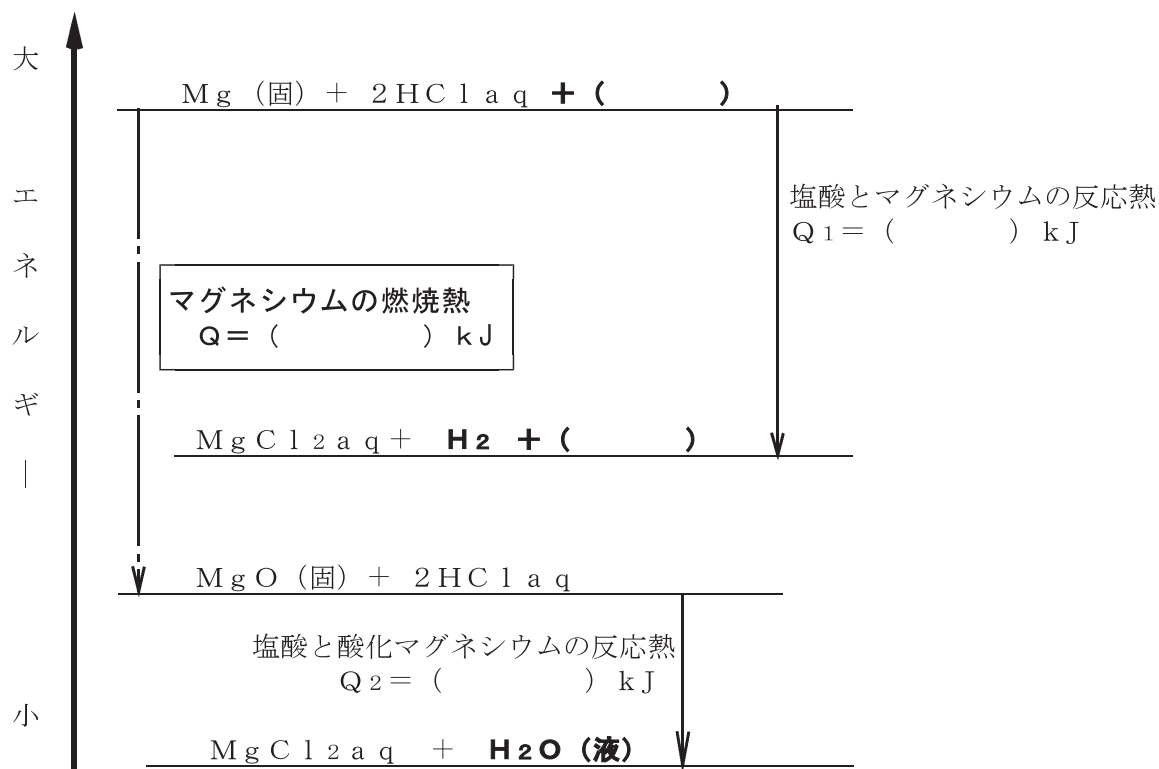
5 エネルギー図を用いてマグネシウムの燃焼熱Qを求めよう。

①4で求めた Q_1 (kJ)、 Q_2 (kJ) のそれぞれの値を下に記入してみよう。

② Q_1 (kJ)、 Q_2 (kJ) を用いて、マグネシウムの燃焼熱Q (kJ) を求められるだろうか。考えてみよう。

【ヒント】

・下の図の太字の部分に着目し、また () に何が入るかを考えてみよう。



6 考 察

・マグネシウムの燃焼熱は、 602 kJ/mol (理論値) である。ヘスの法則を用いて求めた値と比較し、値のずれの原因などについて考察してみよう。

感 想 等

() 年 () 組 () 番 氏 名 ()