

# 【化学】

化学反応と熱・光  
ヘスの法則

## ～ClassPad.net の授業支援機能・各種ふせんを活用する～

ヘスの法則を理解し、熱化学方程式を用いて反応エンタルピーを求める授業  
図を活用しヘスの法則を理解する。また熱化学方程式を扱える技能を、演習を通して身につける。

### 【本授業の目的・狙い・到達目標】

教師向けの目標：図や授業中の演習を活用し、実際の生徒の作業を通して、ヘスの法則の理解や、  
熱化学方程式を扱える技能を身に付けさせる指導をする。

生徒向けの目標：燃焼熱等の情報から、熱化学方程式を活用し目的の反応エンタルピーを求める  
ことができる。

### 【ClassPad.net 活用によるメリット】

・ **板書時間削減**：図や多くの熱化学方程式をふせん上に示すため、大幅な板書時間を削減できる。

・ **課題の配布→回収→管理→添削→返却の効率化**：

授業の課題はもちろん、授業内演習の問題の提示の最適化や管理が容易に。

・ **個別最適学習促進**：

授業で解いた問題の提出を通して、クラスや生徒一人ひとりの理解度を把握し、指導や机間巡視、フ  
ォローが可能に。

## 授業の流れ

## ClassPad.net での操作

### step1

【本時の概要】  
「ヘスの法則」を利用すると、**直接測定することが難しい反応エンタルピー**を計算することができる。  
(例：黒鉛の燃焼で一酸化炭素を得る反応)

【本時のゴール】  
① エネルギー図を書いて、反応エンタルピーを求める  
② 熱化学方程式を用いて、反応エンタルピーを求める

### 目的・概要の説明

ヘスの法則のイメージ（例えば、力学的エネルギー保存の法則）を伝え、大まかに生徒にイメージを持ってもらう。

本時のゴール「①エネルギー図を書いて反応エンタルピーを求める」「②熱化学方程式を用いて反応エンタルピーを求める」を確認する。

本時の概要と目標を提示。  
また本時で行う演習問題（演習1、演習2）を生徒に送信。

### step2

★ **ヘスの法則**   
...反応エンタルピーの大きさは、反応の初めの状態と終わりの状態だけで決まり、反応経路には無関係であるという法則。

### ヘスの法則の説明

ヘスの法則の説明を行う。エネルギー図を効果的に用いて、生徒にイメージをつかませる。（「力学的エネルギー保存の法則」は既習であるため、イメージの理解は比較的容易であると思われる）  
黒鉛の燃焼から一酸化炭素を得る反応エンタルピーを例に、生徒の頭をはたかせ、エネルギー図の見方や使い方を実践させる。（演習ではなく、教師主導のもとふせんと一緒に確認する）

テキストふせんやファイルふせんをプロジェクター等で投影し、ヘスの法則について、教師主導で説明。

## step3

《演習1》  
次の式から、水の凝縮エンタルピーを求めよ。

- ・  $\text{H}_2(\text{気}) + 1/2\text{O}_2(\text{気}) = \text{H}_2\text{O}(\text{液})$   $\Delta H = -286\text{kJ}$
- ・  $\text{H}_2(\text{気}) + 1/2\text{O}_2(\text{気}) = \text{H}_2\text{O}(\text{気})$   $\Delta H = -246\text{kJ}$
- ・  $\text{H}_2\text{O}(\text{気}) = \text{H}_2\text{O}(\text{液})$   $\Delta H = x \text{ kJ}$

## 演習1

「step2」の演習。問題を提示し、エネルギー図を用いて生徒に解かせる。  
(～5分)  
教師主導のもと解説。解答例として、生徒から回収した答案をクラス全体に提示。

授業冒頭で送信したふせんに書き込み、解かせる。問題が解けた生徒は、答案をふせんで提出。  
解説の際、解答例として一部生徒の答案を紹介という形でプロジェクター等で投影し、クラス全体に共有。

## step4

■ $\text{C}(\text{黒鉛}) + \text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}(\text{気}) + 1/2\text{O}_2(\text{気})$   
の反応エンタルピー

- ①  $\text{C}(\text{黒鉛}) + \text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}_2(\text{気})$   $\Delta H = -394\text{kJ}$
- ②  $\text{CO}(\text{気}) + 1/2\text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}_2(\text{気})$   $\Delta H = -283\text{kJ}$

→熱化学方程式を用いて考える。  
【熱化学方程式の扱い方】  
熱化学方程式は、数学の方程式のように扱える。目的の熱化学方程式になるように、①、②式を変形、計算する！

## 熱化学方程式

「step2」と同じ例を挙げ、熱化学方程式を用いた解き方を説明する。移行や熱化学方程式同士の加減法など、数学の方程式と同じ扱いができることを確認し、教師が解き方を生徒に見せる。

ふせんをプロジェクター等で投影し、教師主導で熱化学方程式を用いた解き方の説明。

## step5

《演習2》  
次の熱化学方程式を用いて、メタン $\text{CH}_4(\text{気})$ の生成エンタルピーを求めよ。

- ①  $\text{C}(\text{黒鉛}) + \text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}_2(\text{気})$   $\Delta H = -294 \text{ kJ}$
- ②  $\text{H}_2(\text{気}) + 1/2\text{O}_2(\text{気}) = \text{H}_2\text{O}(\text{液})$   $\Delta H = -286 \text{ kJ}$
- ③  $\text{CH}_4(\text{気}) + 2\text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}_2(\text{気}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{液})$   $\Delta H = -891 \text{ kJ}$

【ヒント】  
メタンが成分元素から単体を生成する際の熱化学方程式は  
 $\text{C}(\text{黒鉛}) + 2\text{H}_2(\text{気}) = \text{CH}_4(\text{気})$   $\Delta H = x \text{ kJ}$

## 演習2

「step4」の演習。問題を提示し、熱化学方程式を用いて生徒に解かせる。  
ヒントとして、求めたい熱化学方程式を用意。クラスの状況を見て提示。(苦戦している生徒が比較的多く見られる場合は、周囲で話し合いをさせる)  
(～8分)  
教師主導のもと解説。解答例として、生徒から回収した答案をクラス全体に提示。

授業冒頭で送信したふせんに書き込み、解かせる。問題が解けた生徒は、答案をふせんで提出。  
解説の際、解答例として一部生徒の答案を紹介という形で共有。

## step6

《まとめ》

- ① ヘスの法則によると、反応熱の大きさはその反応の経路に関らず、総量は等しい。これを用いて、測定困難な反応エンタルピーを計算によって求められる。
- ② 熱化学方程式は、数学の等式のように扱うことができ、求めたい熱化学方程式になるよう式を組み立てて、反応エンタルピーを求めることができる。

## まとめ・宿題

本時のまとめ、宿題の提示。  
宿題の内容について、燃焼熱についての熱化学方程式を生徒自身で立てる必要がある。必要があれば、前回学習単元を確認するように周知。

宿題用にふせんを送信。  
解けた生徒はふせんを提出。

## step7

参考：ヘスと熱化学  
ジェルマン・アンリ・ヘス(1802～1850)  
ヘスは1802年にスイスのジュネーブで生まれ、3歳のときにロシアに移住した。1830年に論文でヘスの法則に関する内容を発表し、この論文は2年後の1840年にフランス語などで出版され知られるようになった。これは、1840年に発表されたエネルギー保存則に先立つ発見である。

## 参考・補足

歴史的背景にも興味・関心のある生徒向けに、ヘスについて補足。調べるきっかけとする。

リンクふせんを生徒に送信。