

- 1 日時・場所 令和5年2月3日（金）5校時・HR教室
- 2 学年・学級 第2学年5組 34名（理数探究類型クラス：男子20名，女子14名）
- 3 単元名 「化学反応と熱・光」
- 4 単元について

（1）単元観

本単元は、平成21年度告示、高等学校学習指導要領理科「化学」における（2）物質の変化と平衡 ア 化学反応とエネルギー（ア）化学反応と熱・光 に位置付けられている。ここでは、「化学反応における熱及び光の発生や吸収は、反応の前後における物質のもつ化学エネルギーの差から生じることを理解すること。」をねらいとしており、化学反応の前後における物質のもつ化学エネルギーの差が熱、光の発生や吸収となって現れることや、これらのエネルギーの出入りが熱化学方程式で表せることを理解させる。また、熱の発生や吸収については、反応熱が生成物と反応物のもつそれぞれの化学エネルギーの総和の差で表されることやヘスの法則を扱うこととなっている。このことを踏まえて、ヘスの法則の検証実験などを通して探究的に学ぶことで、これまで粒子の構造変化として捉えてきた化学変化を、エネルギーの変化という視点から理解を深めていくことが重要だと考える。

（2）生徒観

この学級は理数探究類型で、すべての生徒が理系の大学進学を希望している。学習に対する意欲は高く、全員が前向きに学習に取り組んでいる。お互いに学習内容について高め合う良い雰囲気を感じられ、授業中の教え合う活動にはどの生徒も積極的に取り組んでいる。その一方で、思考することに苦手意識をもっている生徒も多く、定期考査での思考力問題の正答率は高くない（2学期期末考査では平均5.0点／満点11点）。1学期末に行った授業アンケートでは、「化学は思考を要する科目である」という質問に対して100%の生徒が肯定的に答えていることから、全員が化学には思考力が欠かせないと感じているので、授業を通してどのように思考力を育んでいくかが課題である。

（3）指導観

本単元の指導にあたっては、熱化学方程式について知識を身に付けるだけでなく、ヘスの法則の検証実験などを行う中で、単元のねらいである「化学反応における熱及び光の発生や吸収は、反応の前後における物質のもつ化学エネルギーの差から生じることを理解すること。」を達成させたい。具体的には、次のような指導の工夫を行うことで、探究活動における過程の中で思考力を身に付けさせたい。

- ① 塩酸と水酸化ナトリウムを用いたヘスの法則の検証実験を行うことで、データの数理的処理を含めた実験の技能を身に付けさせるとともに、ヘスの法則についての理解を深める。
- ② マグネシウムの酸化反応の反応熱を、他の反応を使って間接的に求める方法を考えることで、ヘスの法則を活用する力を身に付けさせる。
- ③ ②で考えた内容を検証する実験方法をグループ内で協議しながら考案する活動を行うことで、科学的に探究する力を身に付けさせる。

5 単元の目標

- (1) 化学反応とエネルギーについて、化学反応と熱・光を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。
- (2) 化学反応とエネルギーについて、観察、実験などを通して探究し、化学反応と熱・光における規則性や関係性を見出して表現すること。
- (3) 化学反応とエネルギーに主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養うこと。

6 単元の評価規準

ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断・表現	ウ 観察・実験の技能	エ 知識・理解
○化学反応とエネルギーについて、身のまわりの現象と関連付け、意欲的に探究しようとしている。	○観察・実験を通して、化学反応とエネルギーについて、ヘスの法則をもとに化学的に考察し、見出した内容を表現している。 ○新たな事象を既知の事象と関連付けて考察し、検証するための実験方法を考案している。	○実験データから化学反応とエネルギーの関係について分析している。	○反応熱の定義を理解している。 ○化学反応とエネルギーの関係を理解し、熱化学方程式として示している。 ○ヘスの法則について理解している。 ○結合エネルギーについて理解している。

7 単元の計画（全9時間）

次	学習内容	評価					
		関	思	技	知	評価規準	評価方法
1	化学反応と反応熱（2時間）	◎			○	ア, エ	観察・記述分析
2	ヘスの法則（2時間）	○			◎	ア, エ	記述分析
3	ヘスの法則の検証実験 （3時間） 本時2／3		◎	◎	○	イ, ウ, エ	観察・記述分析
4	結合エネルギー（2時間）				◎	エ	観察・記述分析

◎：指導に生かすとともに記録して総括に用いる評価 ○：主に指導に生かす評価

8 本時の展開

(1) 本時の目標

- ① ヘスの法則を活用してマグネシウムの燃焼熱を求める方法を考えること。
- ② マグネシウムの燃焼熱を求める実験方法を考案すること。

(2) 観点別評価規準

- ① マグネシウムの燃焼熱を求める方法について、ヘスの法則をもとに考えている。 [思考・判断・表現]
- ② マグネシウムの燃焼熱を測定するための実験方法を考案している。 [思考・判断・表現]

(3) 学習の展開

学習活動 ○生徒の活動 ●発問	○指導上の留意事項 ◆努力を要する生徒への手立て	評価規準[観点] (評価方法)
1 導入 (5分) ・前時に行った中和熱を求める実験の原理 (ヘスの法則) について確認する。 ・本時の目標を確認する。 ●マグネシウムの燃焼熱は直接測定できそうですか。	○中和熱はヘスの法則を用いて計算しなくても、直接測定が可能であることを押さえる。 ○マグネシウムの燃焼を演示実験で行い、燃焼熱を直接求めることは困難であることを実感させる。 ○反応式を板書する。	
目標：①マグネシウムの燃焼熱をヘスの法則からどのように求めるかを考えよう。 ②マグネシウムの燃焼熱を求める実験方法を考案しよう。		
・評価ルーブリックを確認する。	◆目標とルーブリックを確認し、本時の目標に対しての見通しについて、隣どうして話し合う時間を取る。	
2 展開① (20分) ・課題1を確認する。		
課題1：マグネシウムの燃焼熱をヘスの法則から求める原理を、次の反応熱を用いて説明しよう。 ・マグネシウム (固体) 1 mol と十分な量の塩酸 (水溶液) との反応による反応熱 Q_1 kJ ・酸化マグネシウム (固体) 1 mol と十分な量の塩酸 (水溶液) との反応による反応熱 Q_2 kJ ・水 (液体) の生成熱 286 kJ/mol		
●各反応熱はどのような反応が起こることで生じるのでしょうか。なぜ、塩酸と反応させるのでしょうか。 ・個人思考 (5分) →グループで共有・思考 (10分) ○考えた内容を各自でワークシートの「清書」にまとめる。グループの代表1名が、グループ全員のワークシートを写真に撮り、Google ドライブへ保存する。 ・提出されたもののいくつかのワークシートについてプロジェクターで提示し全体で共有したのち、模範解答を確認する。	○まずはそれぞれの反応熱を熱化学方程式で示してみるように伝える。 ◆個人思考時は完璧な解答を求めず、考えられる範囲で取り組むように励ます。また、前時までのワークシートや教科書を参考にさせる。 ◆困難な生徒には巡視中にヒントを与える。(例) 実験動画を見せるなど。 ◆グループ共有に入るタイミングで、各反応の化学反応式を全体に提示する。	マグネシウムの燃焼熱を求める方法について、ヘスの法則をもとに考えている。 [思考・判断・表現] (ワークシート)
3 展開② (20分) ・課題2を確認する。		
課題2：マグネシウムの燃焼熱を求める実験手順を考案しよう。		

・Classroom に配信した実験動画で、実際に行う反応を確認する。 ○Classroom に配信された共有ドキュメントを使って、グループの共同作業として進める。 ○完成したら Classroom で提出させる。 ・早く完成した生徒のために、10 分程度経過した時点で発展課題を提示する。	○使用する器具について、前時のヘスの法則の検証実験を参照させる。物質の質量やモル濃度等についてなるべく具体的に考えさせる。 ○考案する内容をグループ内で分担するように助言する。 (例)マグネシウムと塩酸の反応の担当と酸化マグネシウムと塩酸の反応の担当を、グループをペアにして分ける。 ○生徒の取り組み状況次第では、このタイミングでの発展課題の提示を省く。	マグネシウムの燃焼熱を測定するための実験方法を考案している。[思考・判断・表現] (ワークシート)
発展課題：実験によって測定される反応熱を次の各反応熱を用いて予測せよ。 生成熱：MgO (固) 602 kJ/mol, MgCl ₂ (固) 642 kJ/mol, HCl (気) 92 kJ/mol, H ₂ O (液) 286 kJ/mol 溶解熱：MgCl ₂ 155 kJ/mol, HCl 75 kJ/mol		
・考案された実験のいくつかを全体共有する。		
4 まとめ (5分) ・ワークシートにループリックに基づいた本時の自己評価を記入する。 ・次回は、実際に考案した実験を行うことを伝える。	○発展課題を次回までの自宅でのレポート課題とする。	

(4) 自己評価ループリック

評価基準	A	B	C
マグネシウムの燃焼熱を求める方法について、ヘスの法則をもとに考えている。	熱化学方程式やエネルギー図を自ら示してマグネシウムの燃焼熱を求める方法について説明している。	事前に示された熱化学方程式やエネルギー図を用いて、マグネシウムの燃焼熱を求める方法について説明している。	各反応のエネルギーの関係性について説明しているが、内容が不十分である。
マグネシウムの燃焼熱を測定するための実験方法を考案している。	物質の量的関係に留意し、適切な物質の分量や器具を用いた詳細な実験手順を考案している。	適切な器具を用いた大まかな実験手順を考案している。	実験手順を部分的に考案している。

化学ワークシート

教科書 p. 87～p. 91 2章 1節 3 ヘスの法則

【探究活動】

目標：①マグネシウムの燃焼熱をヘスの法則からどのように求めるかを考えよう。

②マグネシウムの燃焼熱を求める実験方法を考案しよう。

課題1 マグネシウムの燃焼熱をヘスの法則から求める原理を，次の反応熱を用いて説明しよう。

- ・マグネシウム（固体）1 mol と十分な量の塩酸（水溶液）との反応による反応熱 Q_1 kJ
- ・酸化マグネシウム（固体）1 mol と十分な量の塩酸（水溶液）との反応による反応熱 Q_2 kJ
- ・水（液体）の生成熱 286 kJ/mol

〔個人思考メモ〕

〔清書レポート〕

課題2 マグネシウムの燃焼熱を求める実験手順を考案しよう。
⇒ Google ドキュメントで作成

発展課題

生成熱：MgO（固）602 kJ/mol, MgCl₂（固）642 kJ/mol, HCl（気）92 kJ/mol,
H₂O（液）286 kJ/mol

溶解熱：MgCl₂ 155 kJ/mol, HCl 75 kJ/mol

〔レポート課題〕

〔振り返り〕

① マグネシウムの燃焼熱を求める方法について、ヘスの法則をもとに考えることができた。

【 A B C 】

② マグネシウムの燃焼熱を測定するための実験方法を考案できた。

【 A B C 】