

資料1 生徒の主体的・協働的に学ぶ力等を測定する質問項目

質問項目	参考: 櫻井茂男が、「自ら学ぶ意欲のプロセスモデル」で示した要因と因子	
	要因	因子
1 興味のあることは、とことん調べたい。	欲求・動機	知的好奇心
2 人の役に立てるような立派な人間になりたい。	欲求・動機	有能さへの欲求
3 分からないことはとことん調べている。	学習行動	情報収集
4 自分から勉強に取り組んでいる。	学習行動	自発学習
5 難しい問題に出会うとよりやる気が出る。	学習行動	挑戦行動
6 問題の解き方はいくつか考えることにしている。	学習行動	深い思考
7 一人で解決できることは、できるだけ一人でしている。	学習行動	独立達成
8 新しいことを学ぶのはおもしろいとは思わない。	認知・感情	おもしろさと楽しさ
9 友達に質問されても、ほとんどのことはうまく答えられる。	認知・感情	有能感
10 授業で分からないことがあると、先生に質問できる。	安心して学べる環境	
11 疑問に思うことは、分かるまで調べたい。	欲求・動機	知的好奇心
12 自分がもっている能力を十分に發揮したい。	欲求・動機	有能さへの欲求
13 興味のあることは調べずにはいられない。	学習行動	情報収集
14 テストがあれば、自分で計画を立てて勉強する。	学習行動	自発学習
15 今までより自分で難しい問題に取り組むことが多い。	学習行動	挑戦行動
16 学校で勉強したことが正しいかどうか、家に帰ってもう一度考えてみる。	学習行動	深い思考
17 難しい問題に出会っても、簡単には先生や友達の助けは求めない。	学習行動	独立達成
18 学ぶことはおもしろいと思う。	認知・感情	おもしろさと楽しさ
19 勉強面では友達から頼られていると思う。	認知・感情	有能感
20 授業で分からないことがあると、クラスの友達に聞くことができる。	安心して学べる環境	
21 学校で教えてくれること以外でも、いろいろなことを学びたい。	欲求・動機	知的好奇心
22 いろいろなことを学ぶことは楽しい。	認知・感情	おもしろさと楽しさ
23 学校では落ちついて授業を受けている。	安心して学べる環境	
24 クラスは発言しやすい雰囲気である。	安心して学べる環境	
25 授業では友達と話すことで、より深く考えることができる。	学習行動	深い思考
26 学んだことを実生活の中で試してみる。	認知・感情	おもしろさと楽しさ
27 先生は学習のことについてほめてくれる。	安心して学べる環境	
28 失敗しても学ぶことは楽しい。	認知・感情	おもしろさと楽しさ
29 授業では友達と協力して学ぶことが多い。	学習行動	協同学習
30 友達の前で自分の考えや意見を発表することは得意である。	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙	
31 自分の行動や発言に自信をもっている。		
32 友達に伝えたいことをうまく伝えることができる。		
33 友達と話し合うとき、友達の話や意見を最後まで聞くことができる。		
34 普段の授業では、本やインターネットを使って、グループで調べる活動をよく行っている。		
35 普段の授業では、自分の考えを発表する機会が与えられている。		
36 普段の授業では、学級の友達との間で話し合う活動をよく行っている。		
37 学校の授業などで、自分の考えを他の人に説明したり、文章に書いたりすることは難しい。		
38 化学の勉強は好きだ。		
39 化学の勉強は大切だ。		

資料2 実践事例④

- (1) 本時の題材  
電気分解の原理  
(2) 本時の目標  
中学での学習内容を振り返り、外部から加えた電気エネルギーによって、電極で酸化還元反応が起ころる原理について、意欲的に探求する。

(3) 本時の展開例

学習活動	指導上の留意点	PP	ALのねらい	評価規準(評価方法)
	☆ワークシートのNo.5、リフレクションカードを返却し、ワークシートのNo.7を配布する。  ・本時の目標を知る。	1		【関心・意欲・態度】 ・問題演習に意欲的に取り組もうとしている。(ワークシートの記述内容の分析)
	・各自が各自に学ぶのではなく、友達との学び合いで学ぶことも目標にしていきることを明確にする。  ・電気分解の原理について学ぶ。	2 3~7	・ペアで意見交換しながら学び合いを行い、さらには他のペアの発表を聞くことにより、電気分解についてより深い振り返りができる。  ・電極分解について、模式図を用いて説明する。	【関心・意欲・態度】 ・問題演習に意欲的に取り組もうとしている。(ワークシートの記述内容の分析)  ・回収物と次回への指示を確認する。
	・中学での学習内容を振り返るために高校入試の問題演習を行い、学習した内容を発表する。	8	・次回の実験の内容説明を行った後、実験グループを構成する。 ☆付箋 (一人あたり2色、各5枚) と、グループに予想した結果を貼り付ける用紙を配布する。 ・グループでの活動方法を説明した後、もう一度、本時の目標を確認し、10分間、様々な溶液の電気分解	【関心・意欲・態度】 ・グループでの活動に意欲的に取り組もうとしている。(ワークシートの記述内容の分析)  ・自分の考えを周りに分かるように表現する力が表現する力の向上を図る。

について予測させる。  
・机間指導を行いながら、グループでの活動が進んでいるか確認する。

生徒の質問にはできるだけ個別に対応せず、「協力して取り組めていますか?」「お互いに質問したりでありますか?」など、質問で確認する。

・活動時間終了後、各班の予想した用紙を集め、代表生徒が発言する機会を設ける。(用紙は、書画カメラで全体に見せる。)

・リフレクションカードを記入する。  
授業時間中に書くことができるよう配慮する。カードは回収して、次の時間の始まりに必要に応じてコメントを書き、返却する。

11  
12  
11  
12

・回収物を確実に集める。  
・回収物を確認する。

ることができる。  
・グループで意見交換しながら学び合うことにより、水溶液の電気分解の原理について、より深く調べようとする態度を向上させることができる。

生徒の質問にはできるだけ個別に対応せず、「協力して取り組めていますか?」「お互いに質問したりでありますか?」など、質問で確認する。

・活動時間終了後、各班の予想した用紙を集め、代表生徒が発言する機会を設ける。(用紙は、書画カメラで全体に見せる。)

・リフレクションカードを記入する。  
授業時間中に書くことができるよう配慮する。カードは回収して、次の時間の始まりに必要に応じてコメントを書き、返却する。

・回収物と次回への指示を確認する。

## この時間の目標

(1) 言葉やイメージに置き換える関心・意欲・態度  
電気分解の原理について思考を深める。



(2) 友達との学び合いができるようになる  
例:「お互いに質問しあう、説明しあう」



など



## 確認してみます②

(2) の 答え

陽極に集まつた塩素が水に溶けたから。

どうして、このような答えになるのか、説明して下さい。

塩酸(HCl)の電離 HCl → H<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>  
陰イオンであるCl<sup>-</sup>が陽極に引かれて、Cl<sup>-</sup>(塩素)が発生する。(陽極に集まつた気体は副次的発生したことだからも確認できる。)  
しかし、Cl<sub>2</sub>は水に溶けやすいので、発生量は少なく見える。

## 力を合わせて問題を解いてみよう



隣の人とペアになつて教え合いをしながら答えを導こう。

(7分)

H<sub>2</sub>O余剰水の入試問題より

(1) の 答え	
食塩 ○	砂糖 ×

どうして、このような答えになるのか、説明して下さい。

食塩: NaCl 砂糖: C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>  
エタノール: C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH 塩化銅(II): CuCl<sub>2</sub>  
※金属と非金属の組み合わせはイオン結合  
→ 水に溶かすと、イオン電離して、電気を通す。

## 確認してみます③

(3) の 答え

H<sup>+</sup>

どうして、このような答えになるのか、説明して下さい。

塩酸(HCl)の電離 HCl → H<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>  
陽イオンであるH<sup>+</sup>が陽極に引かれるから。  
(陰極に引かれたH<sup>+</sup>は、集まりH<sub>2</sub>になる。集まつた気体はマッチの火を立つける音を出でたことからも確認できる。)

## 確認してみます⑤

(5) の 答え  
 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

金剛正解したかな?  
中学校の時に習った電気分解、丸暗記ではなく理解できていますか?

## 電気分解とは

電池の電気エネルギーを用いて、電極で酸化還元反応を強制的に起こす現象  
陽極  
陰極  
陽イオンまたは水分子が電子を失う(酸化)  
陽イオンまたは水分子が電子を得る(還元)

ここに入れるものは…  
電解質(=水に溶けると電気を流す物質)  
电解液(=イオナ活性などを液体状態にしたもの)

## 色々な溶液を電気分解してみよう

- A 水酸化ナトリウム NaOH水溶液
- B 硫酸ナトリウム Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>水溶液
- C ヨウ化カリウム KI水溶液
- D 硫酸銅(II) CuSO<sub>4</sub>水溶液
- E 塩化銅(II) CuCl<sub>2</sub>水溶液

それぞれの水溶液を電気分解したときの、電極での変化を実験ループで予想して下さい。

方法

1. 付箋にそれぞれの予想書き、紙に貼っていく。  
(A)の陽燃が「酸素」に思つたら、酸素と書いて貼る。)

2. 班の全員の予想が貼られた紙を見ながら、説明し  
あい、班の予想をまとめる。



お互いに質問しあう、説明しあう」、  
協力して課題に取り組めるように励まし合う

自分で、リフレクションカード（振り返りカード）を書きましょう。



時間は3分。

時間は3分。

本日の授業終了！

回収物

- ・ワークシート(No.7)
- ・リフレクションカード



次回の授業も  
実験室で行います

次回の授業中

○考え方を書くため、話し合いのためのメモ欄に活用して下さい！！  
(1) の答え (何故、この答えに至ったのかも、説明して下さい。)

組番 氏名 ( ) / )

(2) の答え (何故、この答えに至ったのかも、説明して下さい。)

(3) の答え (何故、この答えに至ったのかも、説明して下さい。)

(4) の答え (何故、この答えに至ったのかも、説明して下さい。)

(5) の答え

資料 3 實踐事例⑧

## (1) 本時の題材 電気分解の工業的利用

## (2) 本時の目標

電気分解の工業的利用（水酸化ナトリウムの製造、銅の电解精錬、アルミニウムの融解塩电解、（電気）めっき、水素の生産）についてグループに分かれて調べ、PPのスライドを作成して発表し、相互評価を行。

学習活動 (1時間目)	指導上の留意点	ALのねらい	評価規準(評価方法)
<ul style="list-style-type: none"> <li>各自が各自に学ぶのではなく、友達との学び合いでも目標にすることを明確にする。</li> <li>本時の目標を知る。</li> <li>今日の課題を知る。</li> </ul>	<p>☆ワークシートのNo.12、13、リフレクションカードを返却し、ワークシートのNo.14を配布する。</p>	<p>【関心・意欲・態度】</p> <p>電気分解の工業的利用について、積極的に調べようとしている。</p> <p>(事前学習への取組、ワークシートの記述内容の分析)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>グループ活動での細かなる活動内容と時間の管理について、重点をおいて指導する。</li> <li>設定時間を守ることがでできるように、適宜、生徒に時間を伝える。</li> <li>機間指導を行いながら、活動が進んでいるか確認する。</li> <li>リフレクションカードを記入する。</li> </ul>	<p>ALのねらい</p> <p>評価規準(評価方法)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>回収物と次回への指示を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>回収物を確実に集める。</li> </ul>
(2時間目)	<p>☆ワークシートの No.14、リフレクションカードを返却し、ワークシートの No.15、16 と、各班の PP の資料を配布する。</p> <p>・本時の目標を知る。</p> <p>・各自が各自に学ぶのではなく、友達との学び合いでも学ぶことも目標にしていきることを明確にする。</p> <p>・今日の課題を知る。</p> <p>・発表順と発表時間を確認させ、評価シートの記入の仕方を指示する。</p> <p>・グループに分かれて電気分解の工業的利用について発表する。</p>	<p>【思考・判断・表現】</p> <p>調べた内容について、学んだことを的確に表現している。(発表の内容分析)</p> <p>他のグループの発表内容について、イメージを持って考えている。(質疑応答の内容の分析、ワークシートの記述内容の分析)</p> <p>・グループ毎に、質疑応答の時間を確保する。</p> <p>・全グループの発表が終わった後、必要に応じて、補足説明をする。</p> <p>・グループで特徴を調べて考え、みんなに分かるよう発表し、質疑応答を行うちで、新たな発見や課題に気づくことができる。</p> <p>・他のグループの発表を聞くことにより、多くの電気分解の工業的利用について、どのような場面で利用されているか、それぞれの特徴を考えることができるようになる。</p> <p>・学び合いを自ら</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>リフレクションカードを記入する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>時間は3分間確保する。授業時間中に書くことができないように配慮する。カードは回収して、次の時間の始まりに応じてコメントを書き、返却する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>回収物と次回への指示を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>時間は3分間確保することで、振り返ることで、思考や表現の仕方を見直し、それら能力の更なる向上を図ることができる。</li> </ul>
--	--	--	--

○考える書くためのメモ欄に活用して下さい！！

/

組番 氏名 ( )

### 今日の課題(発表準備)

1. 自分の担当パートについて、インターネットや教科書を参考に大きっぽの手書きでパワーポイント原稿を作る。(10分)

2. 1の原稿を見せ合い、重複がないか確認。(2分)

3. 2の原稿に付け加えた方が良いことを相談。(3分)

4. 担当パートのパワーポイントシートを作上げ、モノクロ印刷。(15分)

5. 印刷したものを班で持ち寄り、発表練習(10分)

○手書き原稿

組番 氏名 ( ) /

・C班「アルミニウムの融解塩電解」

	とても良い	良い	普通	悪い	とても悪い
(1) 適切な態度（表情、声の大きさ）で分かりやすい発表が行えましたか。					
(2) 発表内容は分かりやすかったですか。					
(3) 全体的に見やすいスライドになつていましたか。					
(4) 質問に対して、適切に対応していましたか。 質問など					

○各班への評価シート  
・A班「水酸化ナトリウムの製造」

	とても良い	良い	普通	悪い	とても悪い
(1) 適切な態度（表情、声の大きさ）で分かりやすい発表が行えましたか。					
(2) 発表内容は分かりやすかったですか。					
(3) 全体的に見やすいスライドになつっていましたか。					
(4) 質問に対して、適切に対応していましたか。 質問など					

・B班「銅の电解精錬」

	とても良い	良い	普通	悪い	とても悪い
(1) 適切な態度（表情、声の大きさ）で分かりやすい発表が行えましたか。					
(2) 発表内容は分かりやすかったですか。					
(3) 全体的に見やすいスライドになつていましたか。					
(4) 質問に対して、適切に対応していましたか。 質問など					

## • E班「水素の生産」

組番 氏名 ( ) / OReview

	とても良い	良い	普通	悪い	とても悪い
(1) 適切な態度（表情、声の大きさ）で分かりやすい発表が行えましたか。					
(2) 発表内容は分かりやすかったですか。					
(3) 全体的に見やすいスライドになっていましたか。					
(4) 質問に対して、適切に対応していましたか。					
質問など					

資料4 実践事例⑧

- (1) 本時の題材  
酸・塩基の性質や反応

(2) 本時の目標

酸と塩基の性質や反応について、酸と水素イオン、塩基と水酸化物イオンとの関係を理解する。

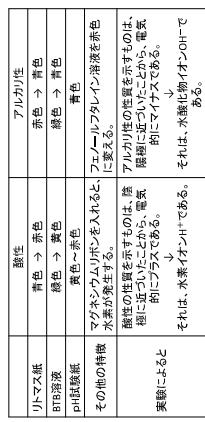
(3) 本時の展開例

学習活動	指導上の留意点	PP	AIのねらい	評価規準(評価方法)
☆ワーカーシート(WS) No.1、トランプを配る。	1	2~5	【関心・意欲・態度】 酸と塩基の性質や反応について、既習の内容について思い出そうとしている。(イメージマップの記述内容の分析)	11 ・ジグソー活動について説明し、トランプによりグループ分けを行う。 ☆全員にワーカーシートのNo.2、3、グループに発表用原稿(A3)紙を配る。 ・各エキスパート活動で分かったことを、付箋を用いて10分間で説明し合わせる。その後、5分間で、エキスパート課題での知識を組合せ、今日の課題への答えをA3紙にまとめさせる。
・本時の目標を知る。 ・中学での学習内容を振り返る。	6	7~11	【思考・判断・表現】 酸と水素イオンと価数について、説明している。 塩基と水酸化物イオンと価数について、説明している。	9~10 ・一人で考える時間を通して、自分の考えを整理し、相手に表現することで、自分の分かっていることをより意識化することができる。
・今日の課題を知る。 ・ジグソー法について知る。	6	7~11	・エキスパート活動について説明し、トランプによりグループ分けを行う。 ☆付箋1枚と、マーク毎にエキスパート課題を配布する。	・エキスパート活動を行なう。 ◆酸と水素イオンと価数 ◆塩基と水酸化物イオンと価数 ◆水素イオンの授受と酸・塩基

一アブで資料に書かれた内容や意味を話合い、付箋1枚にまとめながら、グループで理解を深めさせる。 ・適宜、残り時間を生徒に伝える。	11 ・机間指導を行いながら、活動が進んでいるか確認する。 ・生徒の質問にはできるだけ個別に対応せず、「協力して取り組めていますか?」「お互いに質問し合ったり、説明し合ったりできていますか?」など、質問で確認する。	11 ・ジグソー活動で意見交換しながら学び合うことにより、酸と塩基の性質等より深い理解の定着を図ることができる。 ・自分の言葉で自分の考えが伝わることで、自分の理解状況を内省したり、新たな疑問を持つことができる。 ・適宜、残り時間を生徒に伝える。
---	---	--

つたり、説明し合つたりで きていますか？」など、質 問で確認する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>クロストークを行う。</li> </ul>	<p>12</p> <p>・各班の予想した用紙を集め、代表生徒が発言する機会を設ける。(用紙は、書画カメラで全体に見せる。)</p> <p>・万が一、正解にたどり着いた班がなければ、補足説明を行う。</p> <p>・課題に取り組む。</p>
		<p>13</p> <p>・酸・塩基の性質について<u>3分間</u>、もう一度一人でイメージマップを書きさせる時間を確保する。</p> <p>・時間に余裕があれば代表生徒に発表させる。</p> <p>・リフレクションカードを記入する。</p>
		<p>【思考・判断・表現】 アレニウスの定義、ブレンストッド・ローリーの定義に従って、酸・塩基の定義を表現することができる。 (グループで仕上げた登表用原稿の記述内容の分析)</p> <p>【知識・理解】 酸と塩基の性質と価数がわかる。(イメージマップの記述内容の分析)</p> <p>・時間は<u>3分間</u>確保する。 授業時間中に書くことができるように配慮する。カードは回収して、次の時間の始まりに必要に応じてコメントを書き、返却する。</p> <p>・回収物と次回への指示を確認する。</p>

## イメージマップとは



3

## 中学の復習②

	酸性	アルカリ性
リマス紙	青色 → 赤色	赤色 → 青色
BIG溶液	緑色 → 黄色	緑色 → 青色
PH指示紙	黄色～赤色	青色
その他の特徴	マグネシウム(マグン)を入ると、フェノールフタインイオン溶液を赤色に変える。	水素が発生する。
実験による	酸性の性質を示すものは、陰極近くにアーチ(アーチ)、電気的にブッシュ(ブッシュ)がある。それは、水素イオン(H <sup>+</sup> )である。	アルカリ性の性質を示すものは、陰極近くにマイン(マイン)がある。

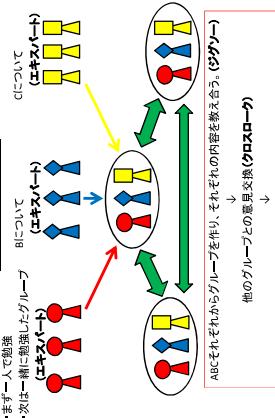
5

## 今日はジグソー法を使います

ジグソー法  
あるテーマについて複数の視点で書かれた資料をグループに分かれて読み、自分なりに得できた範囲で説明を作り交換し、交換した知識を統合してテーマ全体の理解を構築したり、テーマに関する課題を解いたりする活動を通して学ぶ、協調的な学習方法です。

…簡単に言うと  
7

## ジグソー法



8

## エキスパート活動

1. トランプ(♦・◆・♥・♠)と同じマークの A～3、4～6、7～9、10～K で組になる。
2. ♦・◆・♥マークごとの課題が配布されるので、
  - ① 資料をひとりひどりで熟読しながら、わかることわからぬことを整理(5分間)
  - ② 意見を交わしながらジグソーで説明できるよう、付箋一枚にまとめる。(自分たちなりの表現や図を使う。)(10分間)

9

## エキスパート課題

- ・エキスパート♥ 「酸と水素イオンと価数」
- ・エキスパート♦ 「塩基と水酸化物イオンと価数」
- ・エキスパート♣ 「水素イオンの授受と酸・塩基」

10

## シクソーアクティビティ

1. トランプの同じ数字で組になる。
2. 各エキスパート活動でわかったことを説明しあう。(ここまで10分)
3. 課題に対する答えを考える。
4. 説明用のA3の紙をつくりながら、説明の練習をする。(ここまで5分)

11

## クロストーク

1. グループ発表をする。
2. それぞれのグループの発表を聞いて、質問したりしながら、もう一度、グループでの考え方を整理する。
3. 一人でやってみよう(3分)

12

## 課題

- もう一度  
酸性・アルカリ性の性質を、別々のイメージマップで表してみよう。

13

※ さつきよりも、数は増えたかな?

○酸性・アルカリ性イメージマップ（最初）

組番 氏名（ ）

○酸性・アルカリ性イメージマップ（最後）

酸性

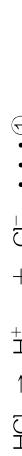
アルカリ性

酸性

アルカリ性

## ○エキスパート課題◆

○酸と水素イオン  
食酢は酸味をもち、青色リトマス紙を赤色に変える。このような性質を酸性といい、酸性を示す物質を酸という。食酢に含まれる主な酸は酢酸である。酸が酸性を示すのは、水に溶けると電離して水素イオン  $H^+$  を生じるためにある。このように「 $H^+$ を生じるものを酸とする」という定義を「アセト酸の定義」という。



また、水素イオンは、水溶液中では水分子と結びついた状態で存在し、これをオキソニウムイオン  $H_3O^+$  という。例えば、①式は、  
 $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

のようにも表せる。

酸の水溶液は水素イオン（オキソニウムイオン）を含むため、マグネシウム  $Mg$  や亜鉛  $Zn$  などの金属と反応して、水素  $H_2$  を発生する。

※化学変化がどちらにも進む場合、反応式に $\rightleftharpoons$ を用いて表すことがある。  
 ※オキソニウムイオン  $H_3O^+$  は、普通  $H^+$  と省略して表すことが多い。

## ○価数

酸 1 分子中に含まれる水素原子  $H$  のうち、水素イオン  $H^+$  として電離できる数を、その酸の価数といふ。また、価数に応じて、これらの酸を 1 価の酸、2 価の酸・・・といふ。例えば、塩酸や酢酸は①、②式から分かるように、1 価の酸であり、硫酸  $H_2SO_4$  は 2 段階に電離して 1 分子から 2 個生じるので 2 価の酸である。



(まとめると、 $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ )

## 課題1 次の酸の化学式を記して下さい。

(1) 塩化水素 (2) 硫酸 (3) 硝酸 (4) 酢酸

(5) シュウ酸 (6) 硫化水素 (7) リン酸

## 課題1 次の塩基の化学式を記して下さい。

(1) 水酸化カリウム (2) 水酸化バリウム (3) 水酸化鉄(III) (4) 水酸化銅(II)

(5) アンモニア (6) 水酸化マグネシウム

## 課題2 課題1の(2)、(3)、(5)の水溶液中における電離をそれぞれイオン反応式で示して下さい。

2 段階や 3 段階に電離するものは、1 つの式にまとめて示して下さい。また、それとの塩基の価数を教えて下さい。

(2)  $\rightarrow$  (価)

(3)  $\leftrightarrow$  (価)

(5)  $\rightarrow$  (価)

(6)  $\leftrightarrow$  (価)

(7)  $\rightarrow$  (価)

## 塩基と水酸化物イオンと価数

○塩基と水酸化物イオン  
石灰水（水酸化カルシウム  $Ca(OH)_2$  飽和水溶液）は赤色リトマス紙を青色に変え、酸と反応してその性質を打ち消す。このような性質を塩基性（アルカリ性）といい、塩基性を示す物質を塩基（アルカリ）という。塩基が塩基性を示すのは、水に溶けると電離して水酸化物イオン  $OH^-$  を生じるためである。このように「 $OH^-$ を生じるものを作塩基とする」という定義を「アセト酸・塩基の定義」という。



水酸化物イオンは、水素イオン  $H^+$ （オキソニウムイオン  $H_3O^+$ ）と結びついて水分子を生じて、酸の性質を打ち消すことができる。（二中和）



アンモニア分子は水酸化物イオンを含まないが、水に溶けてその一部が水と反応し、 $OH^-$ を生じるので塩基である。



※アルカリ（性）と塩基（性）は、同じ意味で用いられることが多いが、アルカリは、水に溶ける塩基という意味で用いられ、定義が狭い。（水に溶けにくいものもあるから。）  
 ※化学変化がどちらにも進む場合、反応式に $\rightleftharpoons$ を用いて表すことがある。

○価数  
塩基では、組成式に含まれる水酸化物イオン、または受け取ることのできる水素イオンの数が、その塩基の価数であり、価数に応じて 1 価の塩基、2 価の塩基・・・という。例えば、水酸化ナトリウムは①式から 1 価、水酸化カルシウムは②式から 2 価の塩基であり、アンモニアは③式から 1 価の塩基である。

## 課題1 次の塩基の化学式を記して下さい。

(1) 水酸化カリウム (2) 水酸化バリウム (3) 水酸化鉄(III) (4) 水酸化銅(II)

(5) アンモニア (6) 水酸化マグネシウム

## 課題2 課題1の(2)、(3)、(5)の水溶液中における電離をそれぞれイオン反応式で示して下さい。

2 段階や 3 段階に電離するものは、1 つの式にまとめて示して下さい。また、それとの塩基の価数を教えて下さい。

(2)  $\rightarrow$  (価)

(3)  $\leftrightarrow$  (価)

(5)  $\rightarrow$  (価)

(6)  $\leftrightarrow$  (価)

(7)  $\rightarrow$  (価)

## エキスパート課題◆

## 水素イオンの授受と酸・塩基

塩化水素とアンモニアが期待状態で反応すると、塩化アンモニウムの白煙（細かいイオン結晶の粉末）を生じる。

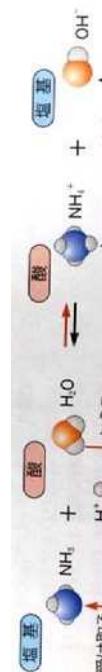


この反応では、酸であるHCl分子がH<sup>+</sup>を与え、塩基である分子がこれを受け取っている。



この反応に基づいて考えると、酸・塩基の関係は次のようにいうことができる。  
「酸とは、水素イオンを相手に与える物質のこと、塩基とは、水素イオンを受け取る物質のことである。」

この考え方を用いると、さらに多くの反応が酸・塩基の反応として理解できる。



アンモニア分子NH<sub>3</sub>は、H<sub>2</sub>OからH<sup>+</sup>を受け取っているので塩基であり、H<sub>2</sub>Oは酸である。



塩化水素分子HClが、水分子H<sub>2</sub>Oに水素イオンH<sup>+</sup>を与えてるので酸であり、この場合H<sub>2</sub>Oは塩基である。

また、水に溶けにくいために電離してOH<sup>-</sup>をほとんどを生じないので塩基として働く。



このような、H<sup>+</sup>の授受による定義を「フレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義」という。

## 課題1

次の各反応において、下線部の物質は、フレンステッドが提唱した酸または塩基のどちらに相当しますか。



## 今日の課題

アンモニア分子NH<sub>3</sub>は酸ですか？塩基ですか？

アレニウスの酸・塩基の定義

「フレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義」の2つの定義に基づき、説明して下さい！

資料5 実践事例①

- (1) 本時の題材  
気体の体積の変化
- (2) 本時の目標  
気体の体積の変化、気体の体積と圧力や温度との関係を理解する。
- (3) 本時の展開例

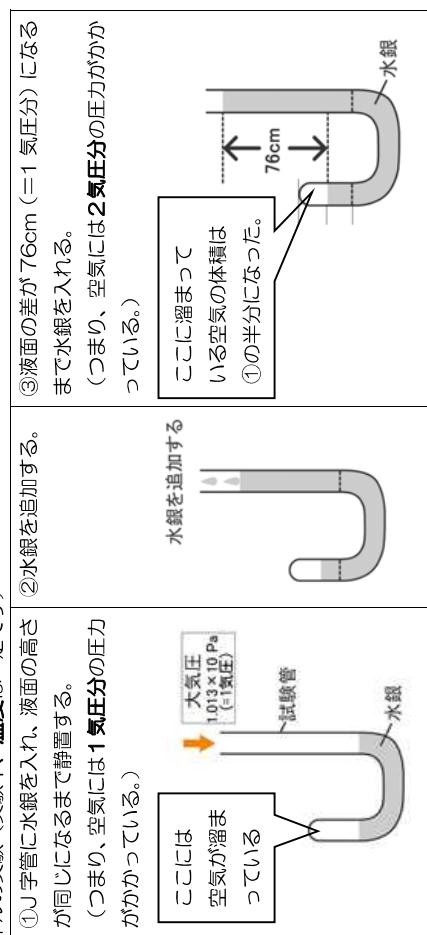
学習活動	指導上の留意点	AIのねらい	評価規準(評価方法)
<ul style="list-style-type: none"> <li>・本時の目標を知る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各自が各自に学ぶのではなく、友達との学び合いで学ぶことも目標にしていふことを明確にする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一人で考える時間を通して、自分の考えを整理し、その後相手に表現することで、自分の分かっていることをより意識することができる。</li> </ul>	<p><b>【関心・意欲・態度】</b> 気体が示す性質について調べようとしている。(行動観察)</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイルの法則、シャルルの法則を使った問題演習を解き、答え合わせを行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペアで意見交換時間を確保した後、プリントをペアで交換させ、生徒を指名しながら、答え合わせを行う。</li> </ul>	<p><b>【思考・判断・表現】</b> 気体の体積と圧力や温度との関係や、ボイルとシャルルの法則について考え、どのようにな式で表すかを考えている。(プリントの記述内容の分析)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイルの法則ヒシャルルの法則をまとめられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペアで意見交換時間を確保する。困ったときは、ペアでの取組みも可であることを伝え、取組後、PPで確認させる。</li> </ul>	<p><b>【思考・判断・表現】</b> 気体の体積と圧力や温度との関係や、ボイルとシャルルの法則について考え、どのようにな式で表すかを考えている。(プリントの記述内容の分析)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイル編またはシャルル編のプリントを熟読し、分かることと分からないことを整理した後、同じプリントを持つている人とペアになり、資料の内容を確認し合う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一人で考える時間を利用して資料に書かれた内容や意味を話合い、ペアで理解を深めさせる。</li> </ul>	<p><b>【知識・理解】</b> ボイルー・シャルルの法則を使った振り返り問題を解き、答え合わせを行う。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・異なるプリントを持っている人とペアになり、お互いの資料の内容を教え合う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・活動時間を7分間確保し、ペアで取組ませる。</li> <li>・適宜、残り時間を生徒に伝える。</li> <li>・机間指導を行いながら、活動が進んでいるか確認する。</li> </ul>	<p><b>【知識・理解】</b> 授業時間中に書くことができるよう配慮する。カードは回収して、次の時間の始まりに応じてコメントを書き、返却する。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイル編とシャルル編のプリントの中身を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒を指名しながら、解説はせずに空欄の確認を行なう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・回収物と次回への指示を確認する。</li> </ul>

☆ボイル編

○ロバート・ボイル (Robert Boyle, 1627年～1691年) について  
アイルランド出身のイギリス人。貴族、自然哲学者、化学者、物理学者、発明家。神学に関する著書もある。彼の研究は鍛金術の伝統を根幹としているが、近代化学の祖とされることが多い。特に著書『懷疑的学者』(The Sceptical Chymist) は化学という分野の基礎を築いたとされている。

○ボイルの実験 (実験中、**温度は一定です**)



この実験から、ボイルはこんな法則を発見しました。以下の①～④を埋めて下さい。(③、④は数学の記号)

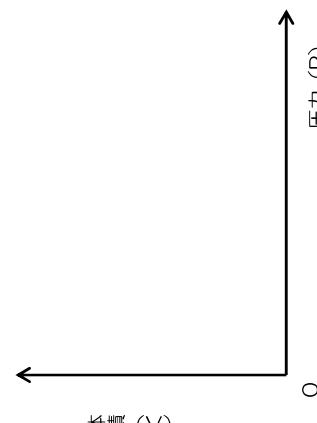
**ボイルの法則**

((①)) が一定のとき、一定量の気体の体積は、圧力に ((②)) する。

体積を  $V$ 、圧力を  $P$  とすると、その関係を式で表すと、

$$\frac{P}{V} = \text{一定}$$

となり、グラフで表すと下のようなグラフになる。(グラフを書いてみて下さい。)



体積  $V_1$ 、圧力  $P_1$  の気体が、温度一定で圧力  $P_2$ 、体積  $V_2$  に変化したとき、式1に代入して、

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \text{一定}$$

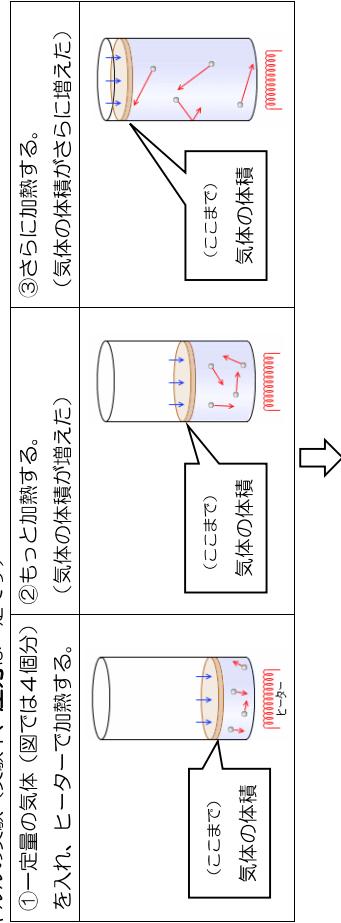
が成り立つ。

No.1

☆シャルル編

○ジャック・シャルル (Jacques Charles, 1746～1823年) について  
フランスの発明家、物理学者、数学家、気球乗り。1783年、ロベール兄弟と共に世界で初めて水素を詰めた(有人)気球での飛行に成功。同年12月には有人気球で高度約1,800フィート(550メートル)まで昇った。シャルルの法則は気体を熱したときの膨張の仕方を示したもので、ゲイニリュサックが1802年に定式化したが、ゲイニリュサックは公表されていないシャルルの業績を参考してシャルルの法則と名付けた。

○シャルルの実験 (実験中、**圧力は一定です**)



この実験を元に、ゲイニリュサックはこんなことを発見しました。

圧力一定のとき、一定量の気体の体積は、 $1\text{K}$  の温度上昇で、 $0\text{C}$  のときの体積の  $1/273$ だけ増加する。

$$V = V_0 + \frac{t}{273} V_0 = \frac{V_0(273+t)}{273} \quad \dots \text{式1}$$

○絶対温度

式1より、 $t = -273$  のとき、 $V = 0$ 、すなわち気体の体積がなくなる。(あり得ない!「絶対零度」というので、 $-273\text{C}$ 以下の温度は存在しないことになる。この $-273\text{C}$ を原点として、セルシウス温度(単位は $^{\circ}\text{C}$ )と同じ目盛り間隔で表した温度を「絶対温度」という。(単位は $\text{K}$ )

$$T [\text{K}] = 273 + t [\text{C}] \quad \dots \text{式2}$$

式2を式1に代入すると、

$$\frac{V}{T} = \text{一定} \quad \dots \text{式3}$$

○まとめ (以下の①～③を埋めて下さい。(③は数学の記号))

**シャルルの法則**  
((①)) が一定のとき、一定量の気体の体積は、絶対温度に ((②)) する。

絶対温度  $T_1$ 、体積  $V_1$  の気体が、圧力一定で絶対温度  $T_2$ 、体積  $V_2$  に変化したとき、式1に代入して、  
体積  $V_2$  に変化したとき、式3に代入して、

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{(③)}{T_2}$$

が成り立つ。

No.2

☆問題演習

☆振り返り問題

1. 圧力  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で体積が  $6.0 \text{ L}$  の気体を、同一温度で体積  $2.0 \text{ L}$  に圧縮すると、圧力は何 Pa になるか。

2. 次の(1)を絶対温度 [K]に、(2)をセルシウス温度 [°C]に変換しなさい。  
(1)  $27^\circ\text{C}$       (2)  $273\text{K}$

3. 一定圧力で、 $273\text{K}$ で  $3.00\text{L}$  の気体を  $364\text{K}$  にすると、何 L になるか。また、 $0^\circ\text{C}$ で  $10.0\text{L}$  の気体は、何 L にすると  $20.0\text{L}$  になるか。

☆ボイルの法則ヒシャルルの法則をまとめてみよう

絶対温度  $T_1$ 、圧力  $P_1$  で体積  $V_1$  の気体を、一定温度で圧力  $P_2$  にすると、体積  $V'$  は、以下のように表される。

• ボイルの法則に代入して  $P_1V_1 = P_2V' \Leftrightarrow V' = \underline{\hspace{2cm}} \cdots \text{式1}$

次に、絶対温度  $T_1$  で体積が  $V'$  のこの気体の圧力を  $P_2$  に保ったまま、絶対温度  $T_2$  にすると、体積  $V_2$  は、以下のようになる。

• シャルルの法則に代入して  $\frac{V'}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Leftrightarrow V_2 = \underline{\hspace{2cm}} \cdots \text{式2}$

式2に式1を代入して、 $V'$  を消し、 $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{\underline{\hspace{2cm}}}{T_2}$  の形に整理して下さい。

2. 一定圧力で、 $273\text{K}$ で  $3.00\text{L}$  の気体 (状態A) を、 $0^\circ\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  にすると、体積は何 L になるか。

$\downarrow$

$$\frac{PV_1}{T_1} = \frac{PV_2}{T_2}$$

となりましたか？

○まとめ（以下の①～②を埋めて下さい。）  
以上のように、ボイルの法則とシャルルの法則から

ボイル-シャルルの法則

一定量の気体の体積は、圧力に (1) し、絶対温度に (2) する。

( ) 組 ( ) 番 氏名 ( )  
No.3

( ) 組 ( ) 番 氏名 ( )  
No.4

☆振り返り問題

1. 壓力  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で体積が  $60\text{L}$  の気体を、同一温度で体積  $20\text{L}$  に圧縮すると、圧力は  $\text{Pa}$  になるか。

$$\begin{aligned} \text{ボイルの法則より} \\ \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} &= \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} \\ 1.0 \times 10^5 \times 60 &= P_2 \times 20 \\ \therefore P_2 &= 3.0 \times 10^5 \\ &\therefore 3.0 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

2. 一定圧力で、 $273\text{K}$  で  $3.00\text{L}$  の気体を  $364\text{K}$  にすると、何 L になるか。また、 $0^\circ\text{C}$  で  $100\text{L}$  の気体は、何  $^\circ\text{C}$  にすると  $20.0\text{L}$  になるか。

シャルルの法則より

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ \frac{3.00}{273} &= \frac{V_2}{364} \\ V_2 &= 4.00 \\ &\therefore 4.00\text{L} \end{aligned}$$

シャルルの法則より

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ \frac{10.0}{273} &= \frac{20.0}{T_2} \\ T_2 &= 546 \\ 546 - 273 &= 273 \\ &\therefore 273\text{C} \end{aligned}$$

3.  $27^\circ\text{C}$ 、 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で体積が  $0.60\text{L}$  の気体（状態A）を、 $0^\circ\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  にすると、体積は何 L になるか。

ボイルーシャルルの法則より

$$\begin{aligned} \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \\ \frac{2.0 \times 10^5 \times 0.6}{273 + 27} &= \frac{1.0 \times 10^5 \times V_2}{273} \\ V_2 &= \frac{2.0 \times 0.6 \times 273}{300} = 1.092 \\ &\therefore 1.1\text{L} \end{aligned}$$

資料 6 実践事例⑫

## (1) 本時の題材 分子量測定の生徒実験 (デュヌの気体密度測定法)

### (1) 本時の題材

## 分子量測定の生徒実験（デュオマの気体密度測定法）

## (2) 木暉の日煙

デュマの気体密度測定法により、揮発生物質（アセトン）の分子量を求める。また、実験操作手順の

<p>☆グループにワークシートと付箋（大・小）を配布する。</p>	<p>・デュマ法の操作手順の意味を考え、発表する。</p> <p>・グループに担当の問題を割り振り、7分間、グループで取組ませる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・クラスで作った紙を使い、グループの代表者を指名しながら、解説はせずに確認を行う。</li> </ul> <p>・次回に向けての課題（何が、分子量の実験値と理論値の相違に影響を与えたかを考える）を知る。</p> <p>・次回までの課題を示す。</p>	<p>・グループで意見交換をしながら学び合うことにより、自分の理解状況を内省したり、新たな疑問を持つことができる。</p>	<p>【思考・判断・表現】実験の結果等をもとに、デュマ法の操作手順の意味についてグループで考察し、表現している。（プリントの記述内容の分析）</p>
<p>・リフレクションカードを記入する。</p>	<p>・時間は3分間確保する。授業時間中に書くことができるように配慮する。カードは回収して、次の時間の始まりに必要に応じてコメントを書き、返却する。</p>	<p>・学び合いを自ら振り返ることで、思考や表現の仕方を見直し、それら能力の更なる向上を図ることができる。</p>	<p>・回収物と次回への指示を確認する。</p>

## No.1

☆ワーク1] •••3分  
・モル質量M [g/mol] の気体物質w [g] の物質量n [mol] とするし、

$$n = \text{_____} \quad \text{となる。}$$

これを気体の状態方程式  $PV=nRT$  に代入すると、

$$PV = \text{_____} \quad \text{、すなわち } M = \text{_____} \quad \text{となる。}$$

モル質量Mから単位を除いたM(数値)が、(①)なので、気体の圧力、体積、温度、質量を測定すると、気体の(①)が求められる。

☆気体の分子量測定実験(デュマの気体密度測定法)例:アセトン $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ]••20分

1. 以下の実験操作に従い、実験を行いましょう。

注意!! 下線を引いた、実験操作の意味をを考えながら、実験に取組みましょう。

○準備

薬品: アセトン( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ )

器具等: 三角フラスコ(100mL)、電子天秤、アルミ箔(5cm角)、輪ゴム、ビーカー(1000mL)、スタンド、ガスバーナー、三脚、マッチ、温度計、メスリンドー(200mL)、気圧計、シャーベンの芯、電車

○実験操作

①水道水をビーカー(1000mL)に約2/3程度入れて、沸騰させておく。(あとで丸底フラスコを入れた時に、フラスコの首まで浸るように、あらかじめ水槽を決めておく。)

②三角フラスコの口をアルミ箔で覆い、アルミ箔を輪ゴムで固定したものを電子天秤にのせ、質量を測定する。

③アルミ箔を一度外し、三角フラスコの中にアセトンを1.5mL程度入れ、再び、口をアルミ箔で覆い、そのアルミ箔を輪ゴムで固定する。

④③の三角フラスコの口を覆ったアルミ箔の中央に、シャーベンの芯で小さな穴を1つあける。

⑤アセトンの入った丸底フラスコをスタンドに固定して、①の温水に首まで浸す。(ガスマーナーは切る。)

⑥三角フラスコ内の液体のアセトンを温めて完全に蒸発させる。(沸騰した温水で3分程度。)

※蒸発したアセトンは、フラスコの上部で冷やされて液滴となり、フラスコの壁を伝わって下へ落ちる。

この液滴が落ちる現象がほとんど見られなければ、アセトンが全部気体になったと判断する。

⑦三角フラスコ内がアセトンの蒸氣で十分満たされたら、フラスコを温水から出し(この時の水温を測定しておく)、室温まで令ます。

⑧アセトンが冷えて液体に戻り三角フラスコの底にたまつてから、外側の水滴をよくふき取り、アルミ箔や輪ゴムがついたまま質量を測定する。

⑨アルミ箔と輪ゴムをはずし、三角フラスコ内のアセトンを捨てる。

⑩三角フラスコを水道水で満たし、その水道水の体積をメスリンダーではかる。

⑪実験室内の気圧を測定する。

⑫気体の状態方程式に各数値を当てはめて、アセトンの分子量を求める。

[代入する時の圧力は⑪、体積は丸底フラスコの体積(⑩)、質量は(⑧で測定した質量-⑩で測定した質量)、温度は水温(⑦)、気体定数Rは、 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}$ ]

## ○結果

実験操作	(2)	(3)	(7)	(1)	(12)
数値				↓ mL	Pa

- 以上より、実験操作⑫を参考に、気体の状態方程式を使い、アセトンの分子量を求めよ。(電卓可)

(計算式)

- 分子量

○考察(その1)

- ③で、「アセトンを1.5mL程度」とあるが、なぜ正確に1.5mLの必要がないのか、理由を答えて下さい。

- ④で、「シャーベンの芯で小さな穴を開ける」とあるが、その理由を答えて下さい。

- ⑥で、「アセトンが冷えて液体に戻り丸底フラスコの底にたまつてから」、フラスコ等の質量を測定しなくてはいけない理由を答えて下さい。

- フ拉斯コを直接ガスバーナーで加熱しない理由を答えて下さい。

- デュマ法によって分子量測定が可能な物質の条件を考えて下さい。

1. ③で、「アセトンを1.5mL程度」とあるが、なぜ正確に3mLの必要がないのか理由を答えて下さい。・7分

○アルミ箔の穴から、余分な(ア )の(イ )は逃げていくから。

○もう1つ考えることができたら、さらにGOOD!

○一定量以上であれば、(ウ )に留まる(ア )の(イ )の量は変わらないから。

○考察（その2）  
※ 原子量をH=1、C=12、O=16とするとき、アセトンの分子量は理論上、 $\text{CH}_3\text{COCH}_3 = 58$ ですが、実験結果と違いますか？(58よりも、大きくなつた・ほぼ同じ・小さくなつた)  
実験で求めた分子量 M は、実験で得られた値を気体の状態方程式に代入して算出しています。つまり、分子量 M の値は、P、V、w、T の測定値から間接的に求めているため、仮に M の値が理論値とすれてしまつた場合、その要因が P、V、w、T の測定にある可能性を考えなければいけません。各グループの実験操作を振り返り、P、V、w、T のどの値が、分子量 M の値に影響を与えたのか、考察しましょう。

No.2

○考案（その2） ※ 原子量をH=1、C=12、O=16とするとき、アセトンの分子量は理論上、 $\text{CH}_3\text{COCH}_3 = 58$ ですが、実験結果と違いますか？(58よりも、大きくなつた・ほぼ同じ・小さくなつた) 実験で求めた分子量 M は、実験で得られた値を気体の状態方程式に代入して算出しています。つまり、分子量 M の値は、P、V、w、T の測定値から間接的に求めているため、仮に M の値が理論値とすれてしまつた場合、その要因が P、V、w、T の測定にある可能性を考えなければいけません。各グループの実験操作を振り返り、P、V、w、T のどの値が、分子量 M の値に影響を与えたのか、考察しましょう。	ア	イ	ウ
(A) アルミ箔の穴から、余分な(ア )の(イ )は逃げていくから。 もう1つ考えることができたら、さらにGOOD! ○一定量以上であれば、(ウ )に留まる(ア )の(イ )の量は変わらないから。	個人の解答 (小さな付箋に一人一人解答し、全員分貼る)	グループの解答 (大きな付箋にグループとしての解答をまとめる)	
	↑	↑	↑

2. ④で、「シャーペンの芯で小さな穴をあけける」とあるが、その理由を答えて下さい。・・・7分
- フラスコ内の（工）を追い出す。  
 ○ フラスコ内の（オ）で満たす。  
 ○ フラスコの（ヰ）を超えた（才）の（力）を逃がす。

工	（小さな付箋に一人一人解答し、全員分貼る） →	（大きな付箋にグループとしての解答をまとめる） →		
才			→	
力			→	
ヰ			→	

3. ⑥で、「アセトンが冷えて液体に戻り丸皿フラスコの底にたまつてから」、フラスコ等の質量を測定しなくてはいけない理由を答えて下さい。・・・7分
- 1回目の測定（実験操作②）と同じ（ク）条件にしなければ、不都合が生じる可能性があるから。  
 もう1つ書えることができるたら、さらにはGOOD！
- 実験前後で測定したフラスコの質量には、（ケ）の質量も含んでいるから。

（小さな付箋に一人一人解答し、全員分貼る） →	（大きな付箋にグループとしての解答をまとめる） →	
ク		ケ

4. フラスコを直接ガスバーナーで加熱しない理由を答えて下さい。・・・7分

- アセトンを（コ）に加熱するため。
- （サ）全体を加熱するため。

[2つの○について、答えることができるたら、Very good!]

個人の解答 (小さな付箋に一人一人解答し、全員分貼る)	グループの解答 (大きな付箋にグループとしての解答をまとめる)		
コ	→		

5. テュマ法によって分子量測定が可能な物質の条件を考えて下さい。・・・7分

- 気体の（シ）が同条件の空気よりも大きい物質であること。
- 常圧における（ス）または昇華点が（セ）℃以下の物質であること。

[2つの○について、答えることができたら、Very good!]

個人の解答 (小さな付箋に一人一人解答し、全員分貼る)	グループの解答 (大きな付箋にグループとしての解答をまとめる)		
シ	ス	→	

<6組の答え>・・・教卓用

1. ③で、「アセトンを1.5mL程度」とあるが、なぜ正確に3mLの必要がないのか、理由を答えて下さい。

○アルミ箔の穴から、余分な（ア イ）の（イ ウ）は逃げていくから。

○一定量以上であれば、（ワ エ）に留まる（ア）の（イ）の量は変わらないから。

2. ④で、「シャーペンの芯で小さな穴を開ける」とあるが、その理由を答えて下さい。

○フラスコ内の（エ ワ）を追い出す。

○フラスコ内を（オ ハ）の（カ キ）で満たす。

○フラスコの（キ ヲ）を超えた（オ）の（カ）を逃がす。

3. ⑥で、「アセトンが冷えて液体に戻り丸底フラスコの底にたまつてから」、フラスコ等の質量を測定しなくてはいけない理由を答えて下さい。

○1回目の測定（実験操作②）と同じ（ウ ベ）条件にしなければ、不都合が生じる可能性があるから。

○実験前後で測定したフラスコの質量には、（ケ シ）の質量も含んでいるから。

4. フラスコを直接ガスバーナーで加熱しない理由を答えて下さい。

○アセトンを（コ ハ）に加熱するため。

○（サ ハ）全体を加熱するため。

5. テュマ法によって分子量測定が可能な物質の条件を考えて下さい。

○気体の（シ ハ）が同条件の空気よりも大きい物質であること。

○常圧における（ス ハ）または昇華点が（セ ハ）以下であること。

ア	力	サ	
イ	ヰ	シ	
ウ	ヰ	ス	
エ	ケ	セ	
オ	コ		

資料7 実践事例④

(1) 本時の題材  
中和滴定の生徒実験（食酢中の酸の濃度を求める）

(2) 本時の目標

中和の量的関係を、中和滴定によって適切な指示薬を使って調べ、表すことができるようになる。

(3) 本時の展開例

学習活動	指導上の留意点	AIのねらい	評価規準（評価方法）
<ul style="list-style-type: none"> <li>・本時の目標を知る。</li> <li>・実験における注意及び指示を聞く。</li> <li>・中和滴定実験を行い、実験結果をまとめれる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☆実験プリント、リフレクションカードを配布する。</li> <li>・各自が各自に学ぶのではなく、友達との学び合いでの学ぶことも目標にしていふことを明確にする。</li> <li>・実験器具や操作について確認し、結果や考察のまとめ方についても指示する。</li> <li>☆学習カード①、②を配布する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験時間は25分間、確保する。</li> <li>・机間指導を行いながら、グループで協力して活動が進んでいるか確認する。</li> </ul>	<p><b>【観察・実験の技能】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・的確に実験操作ができる。（行動観察）</li> <li>・実験の過程や結果を的確に記録、整理し表すことができる。（プリントの記述内容の分析）</li> </ul>

		<p><b>【思考・判断・表現】</b></p> <p>実験の結果をもとに、中和滴定による中和の量的関係から食酢中の酸の濃度について、より深く理解することができる。</p>	<p>ループで意見交換をしながら取り組むことにより、食酢中の酸の濃度の求め方にについて、より深く理解することができる。</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・リフレクションカードを記入する。</li> <li>・時間は3分間確保する。授業時間中に書くことができるように配慮する。カードは回収して、次の時間の始まりに必要に応じてコメントを書き、返却する。</li> <li>・回収物と次回への指示を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学び合いを自ら振り返ることで、思考や表現の仕方を見直し、それら能力の更なる向上を図ることができることができる。</li> <li>・回収物を確実に集める。</li> </ul>

## 実験 中和滴定の実験

### 1. 目的

中和滴定によって水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を決定し、その水溶液を用いて、食酢中の酢酸の濃度（モル濃度、質量パーセント濃度）を求める。  
※今回の実験で使う水酸化ナトリウム水溶液の濃度は、\_\_\_\_\_mol/L

### 2. 準備物

器具：コニカルビーカー（100mL×2）、ホールピベット（10mL×2）、メスフラスコ（100mL）、

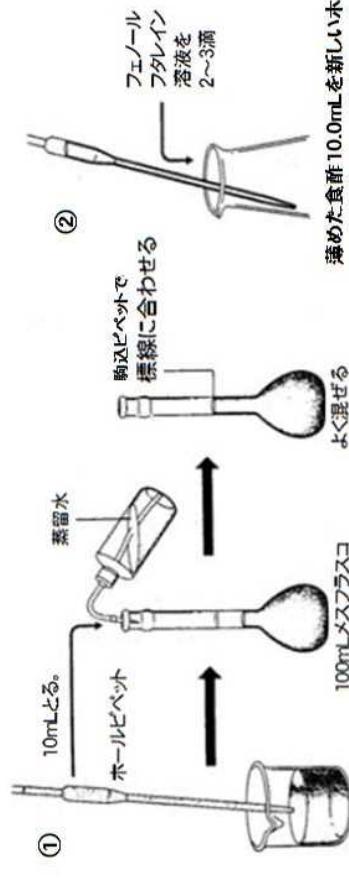
ろうと、ビュレット（50mL）、蒸留水

薬品：水酸化ナトリウム水溶液、食酢、フェノールフタレンイン溶液

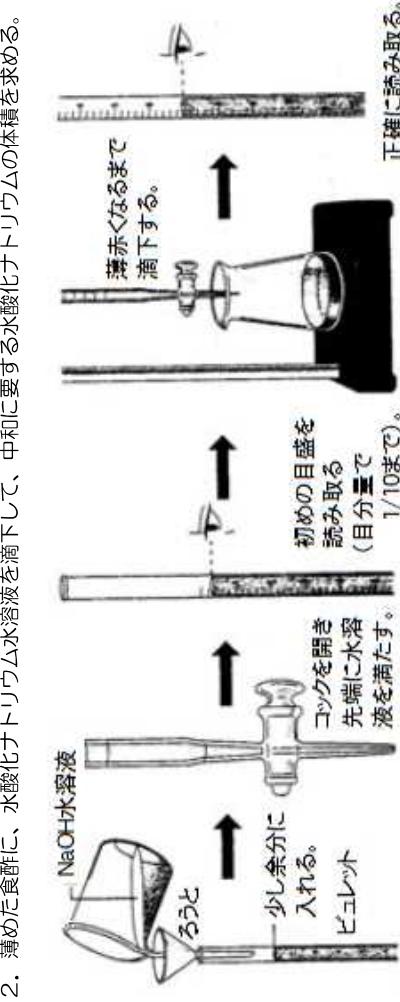
### 3. 実験操作

#### 〔Ⅰ〕食酢の濃度決定

1. 食酢を蒸留水で、正確に10倍に薄め、この溶液をコニカルビーカーに入れる。



薄めた食酢10.0mLを新しいホールピベットでコニカルビーカーに取り、フェノールフタレンイン溶液を2~3滴加える。(これを2つ作る)



2. 薄めた食酢に、水酸化ナトリウム水溶液を滴下して、中和に要する水酸化ナトリウムの体積を求める。

(1) 食酢中の酸をすべて酢酸 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) と仮定して、実験結果から10倍に薄めた食酢中の酢酸のモル濃度を求め、薄める前の食酢中の酢酸のモル濃度を求める。

### 5. 考察

(1) 食酢中の酸をすべて酢酸 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) と仮定して、実験結果から10倍に薄めた食酢中の酢酸のモル濃度を求め、薄める前の食酢中の酢酸のモル濃度を求める。

1. 蒸留水で、正確に10倍に薄め、この溶液をコニカルビーカーに入れる。

NaOH	1回目	2回目	3回目
終わりの目盛 (mL) • • (a)			
はじめの目盛 (mL) • • (b)			
滴定量 (mL) • • (c) (= (a) - (b))			
(c)の平均値 (mL)			

### 4. 結果

	10倍に薄めた食酢 10mL に対し
NaOH	1回目
終わりの目盛 (mL) • • (a)	
はじめの目盛 (mL) • • (b)	
滴定量 (mL) • • (c) (= (a) - (b))	
(c)の平均値 (mL)	

月	日	限	2年	組	番	班	氏名

3. 2の操作をあと2回行い(薄赤色になった滴定を全部で3回)、3回の結果の平均値を求める。

資料8 7の因子間の相関係数

		第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	第五因子	第六因子	第七因子
第一因子 向上心と学習の楽しさ	Pearson の相関係 有意確率 (両側) 度数	1 .000 77	.588** .000 77	.429** .000 77	.441** .000 77	.588** .000 77	.454** .000 77	.291* .011 77
第二因子 挑戦行動と挑戦する機会への支援	Pearson の相関係 有意確率 (両側) 度数	.588** .000 77	1 .000 77	.386** .000 77	.453** .000 77	.425** .000 77	.353** .002 77	.464** .000 77
第三因子 表現に対する自信	Pearson の相関係 有意確率 (両側) 度数	.429** .000 77	.386** .000 77	1 .033 77	.247* .026 77	.253* .026 77	.297** .008 77	.207 .073 77
第四因子 独立達成	Pearson の相関係 有意確率 (両側) 度数	.441** .000 77	.453** .000 77	.247* .033 77	1 .033 77	.340** .005 77	.286* .014 77	.183 .113 77
第五因子 友達を尊重し意識高く学ぶ態度	Pearson の相関係 有意確率 (両側) 度数	.588** .000 77	.425** .000 77	.253* .026 77	.340** .005 77	1 .005 77	.484** .000 77	.204 .076 77
第六因子 成長欲求	Pearson の相関係 有意確率 (両側) 度数	.454** .000 77	.353** .002 77	.297** .008 77	.286* .014 77	.484** .000 77	1 .000 77	.374** .001 77
第七因子 安心して学べる環境	Pearson の相関係 有意確率 (両側) 度数	.291* .011 77	.464** .000 77	.207 .073 77	.183 .113 77	.204 .076 77	.374** .001 77	1 77

\*\*の付く相関係数は 1%、\*の付く相関係数は 5% 水準で有意（両側）であることを示している。