

1. 対象 附属高等学校 池田校舎 第1学年4組(41名)

2. 単元目標

・知識及び技能に関して

基本的な中和滴定の器具の扱いができるようになる。

・思考力、判断力、表現力等に関して

中和反応を利用し、酸や塩基のモル濃度を計算することができるようになる。

滴定曲線の概形から、酸や塩基の特徴について言及することができるようになる。

・学びに向かう力、人間性等に関して

滴定曲線のシミュレーションを通じ、データ解析の考え方やデータ処理の素養を培う。

3. 指導に当たって

(1) 単元を通して育む「グローバル市民」と学習との関連

つなぐ力のある人：滴定曲線において、滴定前の pH が電離度を用いて決定されること、中和点における滴下体積が中和の量的関係から導くことができることを見出し、これまでの学習内容のつながりを気づかせる。

探究力のある人：化学基礎では学ばない内容および Chromebook を用いた実験結果のシミュレーションを導入し、教科書にある内容をより深められるようになる。

寛容な人：実験および高校では行わない解析を通じて、班のメンバーで協力・意見交換をし多様性を尊重できるようにする。

(2) 教材観

滴定曲線は、ここまで学習してきた酸・塩基の内容(酸・塩基の強弱、pH、指示薬、中和の量的関係、塩の液性)を総合的に活用する単元である。したがって、これまでの学習内容に触れながら、滴定曲線について理解が深まるように指導していかなければならない。また、滴定曲線を実験で描くことによって、より深い理解ができるように指導する必要がある。

(3) 児童・生徒観

中学校までで、酸は  $H^+$  を放出する物質、塩基は  $OH^-$  を放出する物質であること。また、液性によるリトマス試験紙や BTB・フェノールフタレインの変色などの定性的な内容を学んできている。高校では、遊離などの新しい反応といった定性的な内容だけでなく、pH・中和の量的関係などの定量的な内容を学び、酸・塩基のより深い理解を求めることになる。この学年は、化学結合論・物質量の内容について前向きに学ぼうという意識があるが、学習内容間の繋がりを考えることに課題がある。

(4) 指導観

つなぐ力のある人：中和反応における量的関係を座学形式と食酢の滴定を行うことで身に付けさせる。また、滴定曲線のシミュレーションの実験におけるプリントの考察を通じ、滴定前の pH が電離度で決定されること、中和点における滴下体積が量的関係で計算できることに気づかせる。

探究力のある人：化学基礎の上位科目である化学で学ぶ電離定数と電離度の関係を示し、滴定曲線における滴下前の pH が電離定数で決まることを、シミュレーションと考察を通じて確認させる。

寛容な人：食酢の濃度決定および滴定曲線のシミュレーション実験で、班のメンバーで協力し、実験操作やシミュレーションを行わせる。また、班内で意見を言い合い、考察に向かわせる。

#### 4. 評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
中和滴定に用いる器具の扱い・操作について理解している。	中和の量的関係の考え方を理解し、モル濃度や必要体積の計算をする力を身に付けている。 滴定曲線の概形から、用いている酸・塩基の特徴を説明でき、適切な pH 指示薬を選択することができる。	班のメンバーと協力し、数値解析的シミュレーションを通じ、滴定曲線の概形を決めるパラメータについて理解しようと、自主的に取り組もうとしている。

#### 5. 単元 or 題材の指導計画(全 4 時間)

時間	学習内容	主な評価規準	評価の観点			評価方法
			知技	思考	態度	
1	中和の量的関係について理解し、問題に取り組む。	さまざまな中和の量的計算を解くことができる。	●	○		小テスト
2	実験：中和滴定の実験を行い、酸の濃度を求める。	中和滴定の実験結果から、市販の食酢の濃度を決定することができる。	●		○	実験プリント
3 【本時】	実験：滴定曲線を実測し、シミュレーションを行う。	滴定曲線がどのようなパラメータで変化するかを説明できる。		●	○	実験プリント
4	滴定曲線の特徴についてまとめる。	滴定曲線の概形について理解し、概形を描けるようになる。	●	●		

●…形成的評価(指導に活かす評価) ○…総括的評価(記録に残す評価)

#### 6. 本時の展開

##### (1) 本時の目標

- ① 混合溶液の pH が溶液の滴下体積の関数であり、滴定曲線が描けることを実感する。
- ② MATLAB®を用いたシミュレーションを通じて、滴定曲線の特徴を決定するパラメータを理解し、酸の種類を特定できることを学ぶ。

##### (2) 本時の評価規準

塩基の滴下体積約 1 mL ごとに pH を測定した結果を、MATLAB 上でプロットさせる。そのプロットをシミュレーションさせ、スクリーンショットを Google Classroom 経由で提出させる。

実験プリントの考察で、シミュレーションで決定したパラメータをもとに、滴定した酸を決定させる。また、滴定曲線の形を決定する要素である、滴定前の pH、pH ジャンプでの滴下体積、中和点での液性を、これまで学習してきた内容を利用して決定できているかも判断する。

##### (3) 本時の学習とグローバル市民コモン・ルーブリックとの関連

つなぐ力のある人：プリントの考察を通じて pH ジャンプの midpoint が中和点であることに気づかせる。

探究力のある人：化学基礎では学ばない電離定数と電離度の関係を理解し、滴定曲線における滴定前の pH が酸の濃度および電離定数(電離度)で決まることを、考察を通じて確認させる。

寛容な人：班のメンバーで協力し、実験操作やシミュレーションを行わせる。また、滴定曲線の解析について相互に意見を言い合い、共通認識を見出させる。

#### (4) 展開

学習過程	学習活動および内容	指導上の留意点	評価の観点・方法
導入 7分	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前回に行った中和滴定の実験とは異なり、酸の水溶液に、塩基の水溶液を 1 mL ずつ滴下し、その都度 pH を測定することを確認。</li> <li>・使用する酸および塩基の水溶液の濃度を記録する。</li> <li>・MATLAB<sup>®</sup>を用いたシミュレーション方法の基本を学ぶ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験をする直前に、NaOH 水溶液のモル濃度をシュウ酸水溶液で確定させ、伝える。</li> <li>・1～5 班は酢酸水溶液、6～11 班は乳酸水溶液を滴定する。</li> <li>・Google Classroom で MATLAB<sup>®</sup>を利用するための登録方法の PDF を事前配信し、登録をさせておく。</li> </ul>	<p>後日、実験プリントを提出。考察の記述内容にて評価する。</p>
展開 28分	<ul style="list-style-type: none"> <li>・慎重に塩基の水溶液を滴下し、pH ジャンプが起こることを確認させる。</li> <li>・pH ジャンプ後 3 点まで測定する。</li> <li>・測定した pH をプログラムファイルに入力し、シミュレーションを行う。</li> <li>・MATLAB でのシミュレーションが完了したら、スクリーンショットを Google form で提出する。また、決定したパラメータや実験結果も Google form に入力する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・正確に 1 mL を滴下する必要はないが、滴下体積を正確に読み取ることに注意させる。</li> <li>・Chromebook の操作、MATLAB の扱い方に対する質問は適宜受け付ける。</li> <li>・提出されたスクリーンショットのグラフ部分だけをパワーポイントにまとめる。</li> </ul>	<p>後日、実験プリントを提出。考察の記述内容にて評価する。</p>
まとめ 15分	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シミュレーションで決定した <math>K_a</math> の値から、滴定した酸の種類を同定する。</li> <li>・滴下した水溶液の体積によって、pH が変化することを、図を用いて解説によりイメージをつける。</li> <li>・用いる酸・塩基の強弱によって、滴定曲線の概形が異なることを理解する。</li> <li>・滴定曲線の概形を描くためのポイントを理解する。               <ol style="list-style-type: none"> <li>① pH = 7 に直線を引く。</li> <li>② 滴定開始時の変化の仕方を見る。</li> <li>③ pH ジャンプが pH = 7 に対し対称か否かを見る。</li> </ol> </li> </ul>		<p>後日、実験プリントを提出。考察の記述内容にて評価する。</p>

#### (5) 準備物

- ・実験プリント
- ・Chromebook
- ・MathWorks への無料登録の方法および MATLAB<sup>®</sup>の使用方法のマニュアル
- ・シミュレーション用の MATLAB<sup>®</sup>スクリプトファイル
- ・実験結果のスクリーンショットおよび決定した酸の種類や情報を報告する Google Form

## 7. 資料:池田地区「グローバル市民」コモンルーブリック

項目	高等学校	中学校	小学校	
			高学年	低学年
主体的な人	これまでの経験や学んだこと、 <b>新たな試みの視点</b> などから <b>目標</b> を持ち、その達成に向けて <b>自主的に粘り強く、創造的に</b> 取り組むことができる。	これまでの経験や学んだこと、 <b>試みの視点</b> などから <b>目標</b> を持ち、その達成に向けて <b>自主的に粘り強く</b> 取り組むことができる。	これまでの経験や学んだこと、 <b>試みの視点</b> などから <b>目標</b> を持ち、その達成に向けて <b>自主的に</b> 取り組むことができる。	これまでの経験や学んだことから <b>目標</b> を持ち、その達成に向けて <b>進んで</b> 取り組むことができる。
つなぐ力のある人	これまでの経験や知識を関連づけて <b>創造的に</b> 物事を考え、 <b>周りの人たち</b> や異なる文化圏の人たちとの <b>協働</b> を <b>構想・実践</b> することができる。	これまでの経験や知識を関連づけて物事を考え、 <b>地域社会</b> の人たちとの <b>協働</b> を <b>構想・実践</b> することができる。	これまでの経験や知識を関連づけて物事を考え、 <b>学校</b> の人たちと <b>協力して</b> 取り組むことができる。	これまでの経験や知識をもとに物事を考え、 <b>学級</b> の人たちと <b>力を合わせて</b> 取り組むことができる。
探究力のある人	自らの問題として、 <b>身近なコミュニティ</b> や <b>世界の出来事</b> から課題を見出し、その解決に向けて取り組み、 <b>振り返り</b> ながら、 <b>創造的に</b> 追究することができる。	自らの問題として、 <b>身近なコミュニティ</b> から課題を見出し、その解決に向けて取り組み、 <b>振り返り</b> ながら <b>追究</b> することができる。	自らの問題として、 <b>身の回り</b> から課題を見出し、その解決に向けて取り組み、 <b>振り返り</b> ることができる。	自らの問題として、 <b>身の回り</b> の課題に気づき、その解決に向けて取り組むことができる。
寛容な人	他者の意見や考え方に対して <b>共感と傾聴</b> の姿勢で接し、 <b>多様性を尊重</b> しながら <b>相互理解</b> を深めることができる。	他者の意見や考えに対して <b>共感</b> の姿勢で接し、 <b>多様性を受け入れ相互理解</b> を進めることができる。	他者の意見や考えに対して <b>共感の姿勢</b> で接し、 <b>相互理解</b> を進めることができる。	他者の意見や考えに対して <b>共感の姿勢</b> で接することができる。