

STEP 1 実験ノート 1. 食酢の中和滴定



目的

食酢に含まれる酸をすべて酢酸 CH_3COOH とみなして求めた質量パーセント濃度を「酸度」という。シュウ酸 $(\text{COOH})_2$ 標準水溶液により標定した水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を用いて食酢を中和滴定し、酸度を求める。

実験の流れ

実験 1

シュウ酸標準溶液を調製し、それを用いて水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を測定する。

実験 2

実験 1 で濃度を測定した水酸化ナトリウム水溶液を用いて、10 倍に希釈した食酢の濃度を測定する。

実験 1 シュウ酸標準溶液の調製と水酸化ナトリウム水溶液の標定

(1) シュウ酸標準溶液(一次標準溶液)の調製 ▶動画 1

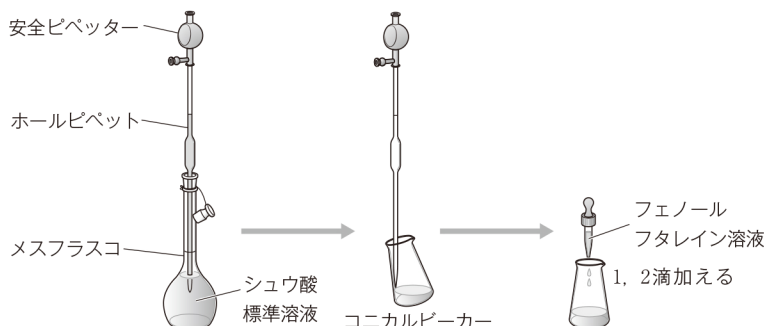
一次標準溶液として 0.050 mol/L シュウ酸標準溶液 100 mL を調製する。

- ①シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (式量 126) を電子天秤を用いて 0.63 g を正確にはかり取り、ビーカーへ移して、 50 mL 程度の純水を加えて溶かす。
- ②その水溶液を 100 mL メスフラスコに移す。ビーカーを少量の水で数回洗い、その洗液もメスフラスコに加える。その後、純水を標線まで加えて栓をし、栓をおさえながら上下逆さにして振り混ぜ、濃度を均一にする。

(2) 水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度測定(標定) ➡ ◀実験のツボ その①▶

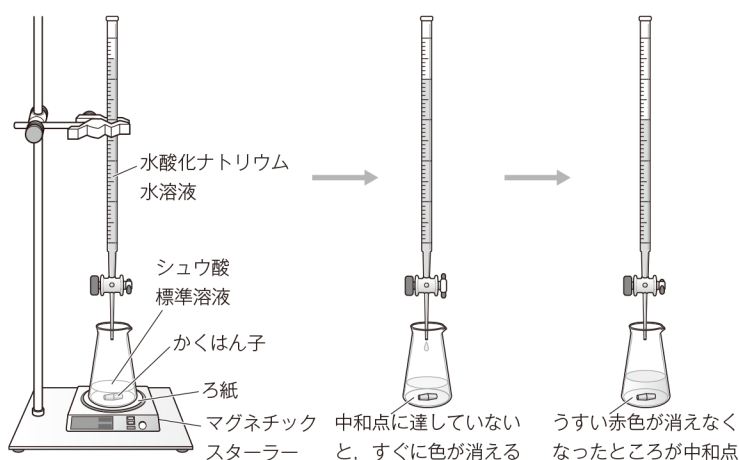
用意された約 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の濃度を、(1)で調製したシュウ酸標準溶液を用いて標定する。

- ③シュウ酸標準水溶液 10 mL をホールピペットと安全ピペッターを用いてはかり取ってコニカルビーカーに入れ、フェノールフタレイン溶液を 1, 2 滴加える。▶動画 2 ➡ ◀実験のツボ その②▶



- ④ビュレットを洗浄後、水でぬれている場合には用いる水酸化ナトリウム水溶液でビュレットを共洗いしたのち、ビュレットに水酸化ナトリウム水溶液を入れる。➡ ◀実験のツボ その③▶

- ⑤コニカルビーカーの下にろ紙を敷いてマグネチックスターラーの上に置き、ビュレットから水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ滴下する。溶液がわずかに赤くなり、振り混ぜても色が消えなくなったら、ビュレットの目盛を読む。この操作を3回繰り返す。▶動画3



実験のツボ ▶ 滴定の外れ値

ビュレットの1滴は0.03～0.05 mLなので、滴下量の最大値と最小値が0.05 mL程度になっていない場合は、4回目、5回目と滴定を行い、滴下量がほぼ等しい3回のデータを平均する。

ワーク ➡ 滴定の外れ値の取り扱い(p.125)

実験2 食酢の濃度決定

- ⑥食酢をホールピペットで正確に10 mLはかり取り、100 mLメスフラスコへ移す。蒸留水を標線まで加えて希釈する。▶動画4 ➡ 実験のツボ その④

- ⑦希釈した食酢をホールピペットで正確に10 mLはかり取り、コニカルビーカーに移す。フェノールフタレイン溶液を1, 2滴加えたのち、実験1で標定した水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。この操作を3回繰り返す。▶動画5 ➡ 実験のツボ その②

▶ 結果

実験 1 水酸化ナトリウム水溶液の標定

▶動画 3 より, 1 回目と 2 回目のビュレットの目盛の値(最小目盛の $\frac{1}{10}$ まで)と中和点までの滴下量, 3 回の平均値を下表にまとめなさい。

実験回数	1 回目	2 回目	3 回目
はじめ v_1 [mL]			1.83
滴定後 v_2 [mL]			10.87
滴下量 $v_2 - v_1$ [mL]			9.54
滴下量の平均			mL

実験 2 食酢の濃度決定

▶動画 5 より, 1 回目のビュレットの目盛の値(最小目盛の $\frac{1}{10}$ まで)と中和点までの滴下量, 3 回の平均値を下表にまとめなさい。

実験回数	1 回目	2 回目	3 回目
はじめ v_1 [mL]		6.90	13.39
滴定後 v_2 [mL]		13.39	19.89
滴下量 $v_2 - v_1$ [mL]		6.49	6.50
滴下量の平均			mL

▶ 考 察



中和点では「酸から生じる H^+ の物質量」と「塩基から生じる OH^- の物質量」が等しくなる。

酢酸から生じる H^+ の物質量

水酸化ナトリウムから生じる OH^- の物質量

(1) 実験 1 の結果から, 用意された水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を求めなさい。

[] mol/L

(2) 実験 2 の結果から, 食酢中の酢酸のモル濃度を求めなさい。

[] mol/L

(3) 食酢の密度を 1.02 g/mL として, 食酢の酸度を求めなさい。分子量 $CH_3COOH = 60$

[] %

＜実験のツボ＞中和滴定での注意点

その①の空欄に正しい語句、物質名を入れなさい。その②、その③は、正しいほうを○で囲みなさい。

その① 正確な濃度の水酸化ナトリウム水溶液が作れないのはなぜ？ ➡＜実験1(2)＞

水酸化ナトリウムは純度が約96%で、空気中の水分を吸収して溶解する性質〔¹ 〕性や、空気中の〔² 〕と反応する性質があるため、正確な質量を測定できない。

その② 指示薬を間違えたらどうなる？ ➡＜実験1(2), 実験2＞

(1)濃度未知の弱酸に、濃度がわかっている強塩基の水溶液を滴下する場合

指示薬としてフェノールフタレインではなく、メチルオレンジやメチルレッドを用いると、色が変わるまでに滴下する量が中和に必要な量に比べて〔³ 多く・少なく 〕なる。そのため、滴定で求めた弱酸の濃度は実際の値より〔⁴ 大きくなる・小さくなる 〕。

(2)濃度未知の強酸に、濃度がわかっている弱塩基の水溶液を滴下する場合

指示薬としてメチルオレンジやメチルレッドではなく、フェノールフタレインを用いると、色が変わるまでに滴下する量が中和に必要な量に比べて〔⁵ 多く・少なく 〕なる。そのため、滴定で求めた弱酸の濃度は実際の値より〔⁶ 大きくなる・小さくなる 〕。

このように、適さない指示薬を用いると、中和点以外のところで溶液が変色してしまうため、正確な中和点を求めることができない。

その③ ホールピペットやビュレットを共洗いしなかったらどうなる？ ➡＜実験1(2), 実験2＞

実験1, 2で内部が水でぬれたホールピペットを共洗いせずに用いると、内部に純水が残っているため、滴定される酸の溶液がうすまる。そのため滴下量が〔⁷ 多く・少なく 〕なり、滴定して求めた濃度は実際の濃度より〔⁸ 大きくなる・小さくなる 〕。

実験1, 2で内部が水でぬれたビュレットを共洗いせずに用いると、内部に純水が残っているため、滴下する塩基の溶液がうすまる。そのため滴下量が〔⁹ 多く・少なく 〕なり、滴定して求めた濃度は実際の濃度より〔¹⁰ 大きくなる・小さくなる 〕。

その④ 食酢を希釈するのは何のため？ ➡＜実験2＞

食酢は酸度が約4.0～4.5%程度あり、希釈せずに滴定すると、滴下する水酸化ナトリウム水溶液が多量に必要なになる。そのため10倍に希釈して滴定を行う。

中和滴定には
ツボが多いね！





STEP 2 探究ノート

2. 金属単体の同定



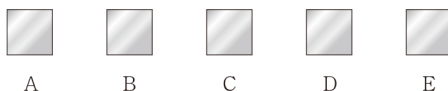
目的

5種類の金属単体を、水や酸との反応などにより見分ける。

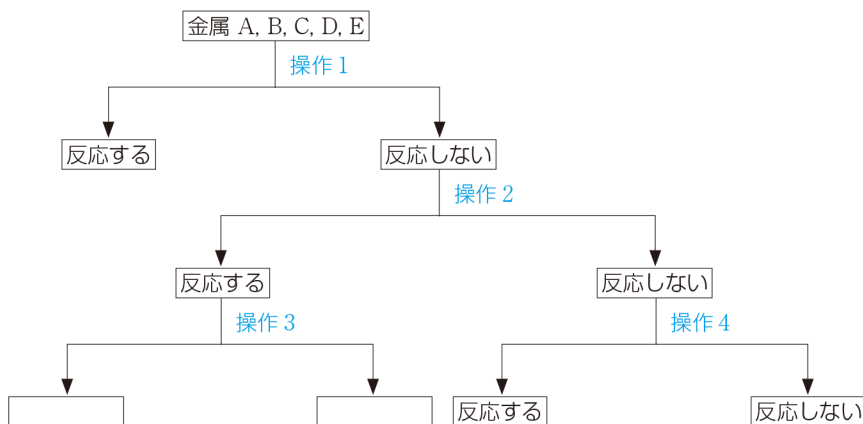
計画

金属 A～E は、白金 Pt, 鉄 Fe, アルミニウム Al, 銀 Ag, カルシウム Ca のいずれかである。

A～E はすべて外見が銀色のため、目視のみでどれがどの金属かを見分けることはできない。そこで、常温の水、希塩酸 (6 mol/L), 希硝酸 (6 mol/L) などを用いて、これらの金属を区別する方法を計画する。



下の会話文の空欄 1～5 に、白金、鉄、アルミニウム、銀、カルシウムのうち適するものを元素記号で記入し、空欄ア～ウに、常温の水、希塩酸、希硝酸のいずれか適するものを記入しなさい。



反応する金属の種類が少ない操作からやっていくのがよさそうだね。



じゃあ、操作 1 で使うのは、[1] だけが反応する [ア] ね。



次の操作 2 で使うのは [2] と [3] だけが反応する [イ] だね。
反応した 2 つの金属は、溶液の色で区別がつくんじゃないかな。



いいところに注目したね。もし、そのまま区別がつきにくいときは、操作 3 として、酸化剤・還元剤の実験で用いた過酸化水素 H_2O_2 水を、操作 2 で反応した溶液に加えると、はっきり区別がつくよ。



操作 2 で反応しない [4] と [5] のうち、[4] は [ウ] と反応するから、これを操作 4 として区別できるわね。

▶ 結果

操作 1, 2, 4 について、動画を見て結果を表にまとめなさい。ただし、用いた試薬は常温の水、希塩酸、希硝酸のいずれかを記入し、金属 A～E について、反応したものは○、反応しなかったものは×、操作しなかったものは斜線(/)で表すこと。▶動画 1 ▶動画 2 ▶動画 4

また、操作 3 の結果の文章の空欄 6～8 に、A～E および、色名を記入しなさい。▶動画 3

	用いた試薬	金属 A	金属 B	金属 C	金属 D	金属 E
操作 1 ▶動画 1						
操作 2 ▶動画 2						
操作 4 ▶動画 4						

操作 3 で過酸化水素水を加えると金属 [⁶] の溶液は変化しなかったが、金属 [⁷] の溶液は [⁸] 色に変化した。

▶ 考 察

(1) 操作 1 で反応した金属について、反応を化学反応式で表しなさい。

[]

(2) 操作 2 で反応した 2 つの金属について、それぞれ反応を化学反応式で表しなさい。

[]
[]

(3) 操作 3 で色が変化した反応を、イオンの化学式と電子 e^- によるイオン反応式で表しなさい。

[]

(4) 操作 4 で反応した金属について、反応を化学反応式で表しなさい。

[]

(5) 以上から金属 A～E は、それぞれ何と考えられるか。元素記号で答えなさい。

A [] B [] C [] D [] E []

計画通りに A～E を
区別できたかな。

