

# 食酢中の酢酸の量を調べる

## ～中和滴定～

難易度	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★★☆	1ヶ月	1～3時間	50分

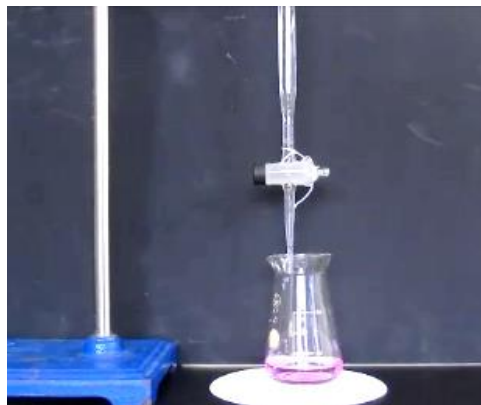
### 目的と内容

酢酸の中和滴定を行い、食酢中の酢酸の濃度を求め、酸と塩基の量的関係の理解を深める。また、実験器具の基本操作を身に付ける。

「酸、塩基と中和反応、酸化還元反応について観察、実験を行い、これらの化学反応に関する基本的な概念や法則を理解させること」がこの単元の主なねらいである。

また、「酸、塩基と中和反応におけるこれらの量的関係について理解させること」をねらいとしている。

ここでは、モル濃度の分かっている水酸化ナトリウム水溶液を用い、食酢の中和滴定を行い、食酢中の酢酸の質量パーセント濃度を求める。ホールピペット、メスフラスコ、ビュレットなど実験器具の基本操作を学ぶとともに、酸、塩基の価数と物質量の関係について理解させる。



### 既習事項

小学校：6年生の「水溶液の性質」  
中学校：1年生の「酸・アルカリとイオン」

小学校では、酸性の水溶液として塩酸、炭酸水、アルカリ性の水溶液として石灰水、アンモニア水を取り扱い、リトマス試験紙の変化、金属と塩酸の反応実験などを行っている。中学校では小学校で取り扱った溶液に加え、硫酸、食酢、水酸化ナトリウム水溶液を扱い、BTB溶液の変化、電気伝導性、寒天を用いたイオンの移動の実験などを行っている。酸の性質の基になっているのは $H^+$ でアルカリの性質の基になっているのは $OH^-$ であることを学習しているが定着していない生徒が多い。また、強酸と強塩基の中和反応しか行っていないため、中和すると全て中性になると考えている生徒が多い。 $H^+$ と $OH^-$ の再確認や、水が生成する反応であることの確認、中和しても中性にならない反応もあること確認する必要がある。

## 留意点

### 【指導面】

- 中和滴定とは、濃度の分かっている酸または塩基から、濃度の分からない塩基または酸の濃度を求める操作である。化学において基本的で重要な操作であることを確認した上で実験を行うとよい。
- 酸と塩基の価数の関係や、モル濃度、質量パーセント濃度、モル質量といった値を用いた計算を扱う。生徒の最も苦手とする単元の一つである。計算式を暗記するのではなく、原理を理解し、粒子でとらえることで、酸と塩基の中和反応を理解させる。
- 共洗いが必要なものと必要でないものを考える際に、「濃度が変わるから」「濃度が変わっても、溶質の物質量は変わらないから」といった言葉では理解が難しい生徒が多い。視覚的に粒子で示すと比較的理解しやすい。
- 酸と塩基が過不足なく中和するには、酸の放出しうるの $\text{H}^+$ 物質量和塩基の放出しうる $\text{OH}^-$ の物質量が等しくなければならない。よって、次の関係式が成り立つ。

酸の価数×酸の物質量＝塩基の価数×塩基の物質量

濃度  $c$  [mol/L] で体積  $v$  [mL] の  $a$  価の酸の水溶液中には、 $\frac{c v}{1000}$  molの酸が含まれており、その酸が放出しうる $\text{H}^+$ の物質量は  $\frac{a c v}{1000}$  molである。

同様に、濃度  $c'$  [mol/L] で体積  $v'$  [mL] の  $b$  価の塩基の水溶液中には、 $\frac{c' v'}{1000}$  molの塩基が含まれており、その酸が放出しうる $\text{OH}^-$ の物質量は  $\frac{b c' v'}{1000}$  molである。

したがって、酸塩基が過不足なく中和するとき

$$\frac{a c v}{1000} = \frac{b c' v'}{1000}$$

つまり、 $a c v = b c' v'$

となる。この式を用いると簡単に濃度を求めることができるが、「酸の放出しうるの $\text{H}^+$ 物質量と塩基の放出しうる $\text{OH}^-$ の物質量が等しいときに過不足なく中和する」ということを理解した上で、式を利用する。

- 水酸化ナトリウムは潮解性があり、二酸化炭素を吸着するため、正確な濃度の水溶液を調節するのは難しい。よって、本来は約0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を作り、それをシュウ酸で滴定し水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を計算により求めてから、食酢の滴定を行う。しかし、これを生徒に行わせるには時間がかかるため、教員が水酸化ナトリウム水溶液の滴定までは行っておく必要がある。ただ、教員にとっても準備に時間がかかるため、次のように目的と準備時間に応じて行うと良い。

◇食酢中に含まれる酢酸の量を正確に調べさせることを目的とする場合

水酸化ナトリウム水溶液をあらかじめシュウ酸にて滴定し、水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を求めなければならない。時間の都合であらかじめシュウ酸で滴定するのが難しい場合は、標準液を購入するか、実験で使用する水酸化ナトリウム水溶液を用いて食酢の中和滴定を行い、食酢中の酢酸濃度から、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を求めると、実験結果は記載されている値にかなり近づけることができる。

◇実験器具の使い方を身につけ、量的関係を学ぶことを目的とする場合

水酸化ナトリウム水溶液を直前にかつ大量に調製し、0.10mol/Lとして使用する。食酢のラベルに示されている値とずれは生じるが、目的達成に影響はない。水酸化ナトリウム水溶液の調製方法をプリントに示し、水酸化ナトリウムの性質を話した後に、誤差がなぜ生じたか、誤差をなくするにはどうしたらよいかなど考察で考えさせてもよい。

○今回の実験について

濃度の分かっている水酸化ナトリウム水溶液を用いて、中和滴定を行い、食酢中に含まれる酢酸のモル濃度を求める。さらに、モル濃度から重量パーセント濃度を計算によって求める。重量パーセント濃度が記載されている食酢を使用し、計算によって求めた値と近いことから、日常生活と化学との関係が近いものであると感ずることが出来る。また、この実験において、ホールピペット、メスフラスコ、ビュレットなどの実験器具の基本操作を身に付けさせる。

### 【安全面】

- 水酸化ナトリウム水溶液は皮膚や粘膜を腐食するので、保護めがねを着用させ、手についた場合はすぐに水道水でよく洗うように指示する。万一、目に入った場合は、直ちに水道水で洗い、教員に知らせるように指導する。
- ビュレットやホールピペットは先が細く割れやすいので、取り扱いに十分に注意させること。

### 【後処理】

- 余った水酸化ナトリウム水溶液は保管し(巻末資料参照)、別の実験等で利用する。廃棄する場合は、酸で中和した後、大量の水を流しながら流す。
- ホールピペットはクラスごとに水洗いを行い、全クラス終了後、洗剤をつけて洗う。ピペット洗浄機を用いるとしっかり洗うことができる。ビュレットは、同日に実験を行う場合はそのまま洗わずに用い、日をまたぐ際は、水洗いを行う(ろうとを用い、コックを占めて水道水を注ぎ、コックを開けて液を排出する操作を繰り返し、最後に蒸留水を通す)。急いで乾かしたい場合は、エタノールやアセトンを通す。全クラス終了後、洗剤をつけて洗う。ホールピペット同様、ピペット洗浄機を用いるとしっかり洗うことができる。このとき、ビュレットは長いので、途中上下逆さにして洗うとよい。ピペット洗浄機がない場合、ホールピペットもビュレットも、洗剤を用いて洗ったあと、何度も水道水を通し、最後に蒸留水を通す。ビュレットは、コックを外してコックも洗う。乾かす際は、上下逆にしてスタンドに立てて乾かすとよい。乾いたら横にして保管する。コックはワセリンを薄く塗り、本体との間に薬包紙を挟んで保管すると固着を防ぐことができる。ビュレットで用いる水酸化ナトリウムは、空気中の二酸化炭素と反応し、炭酸ナトリウムを生じたり、ガラスを腐食しケイ酸ナトリウムを生じたりすることによって、ビュレットの先が詰まったり、コックが動かなくなったりする。特に、長期保管する場合は、きれいに洗浄する必要がある。

## 導 入

### 【ポイント】

- 酸と塩基との量的関係に興味・関心を高める。
- 濃度の分からない試料の濃度を調べるにはどうしたらよいか、疑問を喚起する。

### 【導入例】

- 食酢と重曹の反応を見せ、食酢中に酢酸が含まれていることを確認し、その量について発問する。また、酸の濃度を調べるには何が必要か発問する。
- 酸の放出しうるの $\text{H}^+$ 物質量和塩基の放出しうる $\text{OH}^-$ の物質量が等しいときに過不足なく中和することを、価数の異なる酸と1価の塩基との中和反応から確認する。このことから、 $\text{H}^+$ の物質量が分かれば $\text{OH}^-$ の物質量が分かるので、濃度を求められることを確認する。  
例) 0.1mol/Lの酢酸(1価)、シュウ酸(2価)、クエン酸(3価)と水酸化ナトリウム水溶液(1価)を用意する。3種類の酸を同量ずつ(例50mLずつ)用意し、フェノールフタレイン溶液を2, 3滴加える。そこに、200mLのメスシリンダーに取った水酸化ナトリウム水溶液を加えて行き、色の変化を見る。酢酸は1:1、シュウ酸は1:2、クエン酸は1:3で中和する。それぞれのメスシリンダーを並べることで簡単に使用した水酸化ナトリウム水溶液の量が分かる。

## ◎準備

### 準備の流れ

#### 1ヶ月前～

(発注, 調製, 代替の検討時間含む)

- 材料の準備
- 実験室の備品確認

#### ～前日

- 材料の確認
- 水酸化ナトリウム水溶液の調製・滴定
- 器具・教材の分配

#### 当日

- 器具・教材の分配

## 必要な材料・器具・薬品

### 準備で必要なもの

[器具] 電子天秤, ビーカー (作る水溶液と同量のもの), メスフラスコ, 薬包紙, 薬さじ, ガラス棒

[薬品] 水酸化ナトリウム, シュウ酸二水和物, 蒸留水,

水酸化ナトリウム水溶液必要量  $50\text{mL} \times (\quad) \text{班} = (\quad \text{X} \quad) \text{mL}$

X mL の水酸化ナトリウム水溶液を調製するのに必要な水酸化ナトリウム量

$0.1\text{mol/L} \times \text{X}/1000 \times 40 = (\quad) \text{g}$

シュウ酸必要量 実験をすぐに行える場合は1回の滴定でよいが, 間隔が開く場合は直前に滴定を行う, 1回に必要な量は 約 50mL である。前日準備参照

### 当日必要なもの

[器具] ホールピペット, メスフラスコ, コニカルビーカー, ビーカー, 駒込ピペット, ビュレット, スタンド (ビュレット台), 漏斗, ろ紙, 洗浄瓶, 点眼瓶, 保護めがね

[薬品] 濃度の分かっている水酸化ナトリウム水溶液, 食酢, 蒸留水, フェノールフタレイン

## ☆教材の入手方法

### ①食酢

スーパーマーケットなどで購入可能 500mL で 100 円程度

### ②水酸化ナトリウム

理科消耗品カタログなどで購入可能 500mL で 1,500 円程度

### ③シュウ酸二水和物

理科消耗品カタログなどで購入可能 500mL で 1,500 円程度



①

## 当日のセット

### ☆生徒用

#### [器具]

<input type="checkbox"/> ホールピペット (10mL)	1 ~ 人数分
<input type="checkbox"/> メスフラスコ (100mL)	1 コ
<input type="checkbox"/> ビーカー (100mL)	3 コ
<input type="checkbox"/> コニカルビーカー	2 個
<input type="checkbox"/> 駒込ピペット	1 本
<input type="checkbox"/> ビュレット (50mL)	1 台
<input type="checkbox"/> ビュレット台	1 台
<input type="checkbox"/> ろうと	1 コ
<input type="checkbox"/> ろ紙	1 枚
<input type="checkbox"/> 洗浄瓶	1 コ
<input type="checkbox"/> 点眼瓶 (フェノールフタレイン用)	1 個
<input type="checkbox"/> 保護メガネ	人数分

#### [薬品]

<input type="checkbox"/> 市販の食酢 (濃度の書いてあるもの)	約 20mL
<input type="checkbox"/> 蒸留水	洗浄瓶 1 本
<input type="checkbox"/> 濃度の分かっている水酸化ナトリウム水溶液	約 50mL
<input type="checkbox"/> フェノールフタレイン	点眼瓶 1 つ

□ホールピペットは、口にすることに配慮し、安全ピペッターを用いるか、除菌シートで拭かせて用いるか、一人につき一本用意する。

□ビーカーは、食酢用、水酸化ナトリウム水溶液用、蒸留水用の3つ。

□コニカルビーカーは三角フラスコで代用可。各班2個ずつ程度あると、スムーズに行うことができるが、1個でもよい。

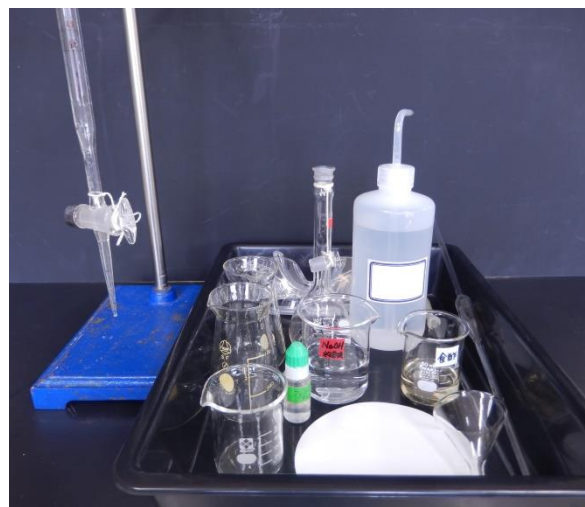
□駒込ピペットはスポイトで代用可

□ビュレット台はスタンドで代用可

□ろうとは少し小さめが良い。大きいとビュレットの口と密着し水酸化ナトリウム水溶液が入りにくくなるため、ろうとを少し浮かせるか、水酸化ナトリウムを少しずつ入れるかする。

□台が白色であれば、ろ紙はなくてよい。

□市販の食酢に含まれる酢酸の濃度は、4.5%前後のものが多い。



### ★教員用

生徒用と同じもの

#### (1) 前日まで

○水酸化ナトリウム水溶液を調製し、シュウ酸を用いて滴定するなどして濃度を測定する。(留意点参照)

#### 【0.1mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の調製】

調製方法は巻末資料の「調製」の「調製方法」を参照する。基本的には定量実験なので、「より厳密な調製が必要な場合」の方法(メスフラスコを使用する方法)で行う。ただし、留意点の指導面に記載した、「食酢中に含まれる酢酸の量を正確に調べさせることを目的とする場合」については、滴定を行い、濃度を求めることから、「ある程度の厳密さが必要な場合」の方法(メスシリンダーを使用する方法)でもよい。

### 【0.050mol/Lのシュウ酸水溶液の調製】

巻末資料の「調製」の「調製方法」の「より厳密な調製が必要な場合」の方法（メスフラスコを使用する方法）で行う。

例) 100mL 調製する場合

- ① 100mLのビーカーに蒸留水を約50mLとる。
- ② シュウ酸二水和物0.630gを正確にはかり、①の水溶液に加え、ガラス棒を用いてよく溶かす。  
このとき、0.630gはかりとるのが難しい場合は、はかりとった量を記録しておき、その量でモル濃度を求めると良い。
- ③ ②の水溶液を100mLのメスフラスコに移す。シュウ酸水溶液の入っていたビーカー上で攪拌に用いたガラス棒を、洗浄瓶を用いて洗い、ビーカーも回して洗い、その洗浄液をメスフラスコに移す。これを、2、3回繰り返す。
- ④ ③のメスフラスコに100mLになるように蒸留水を加える。最後の微調節はビーカーに蒸留水を入れ、駒込ピペットを用いて正確に行う。
- ⑤ ④のメスフラスコに栓をして、栓を押さえながら逆さにして振り、よく混ぜ合わせる。

### 【水酸化ナトリウムの滴定】

実験と同様に水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに満たし、安全ピペッターを用いてシュウ酸を10mL正確にはかりとり、滴定を3回～4回行い、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を計算する。

○フェノールフタレインの調製（巻末資料参照）

○ビュレットに漏れがないかどうか確認する。ビュレットとコックは同じ番号のものを組み合わせて用いる。違う番号のものをを用いると、液が漏れたり、操作がスムーズに行えなかったりする。番号のないものはどの組み合わせでもよい。



(2) 実験当日

○材料や器具の分配を行う。

## ◎観察，実験

### 観察，実験の流れ

#### □導入（5分）

- \* 導入のポイント及び例を参照
- \* 目的を理解させる

#### □観察，実験（25分）

- \* 手順を指導する
  - ・ ホールピペット，メスフラスコの使用方法を説明する
  - ・ 食酢を10倍に薄める
  - ・ ビュレットの使用方法を説明する
  - ・ 滴定を行う
- \* 安全面を指導する（留意点の安全面を参照）
- \* 操作は必ず全員で分担して行うように指導する
- \* 机間指導を行いながら，生徒への実験のアドバイスや注意を促す

#### □後片付け（5分）

- \* 終わった班から片付けを行い，机上进行し，考察を行う  
（班によって，操作にかかる時間の差が生じると考えられるため）

#### □考察（10分）

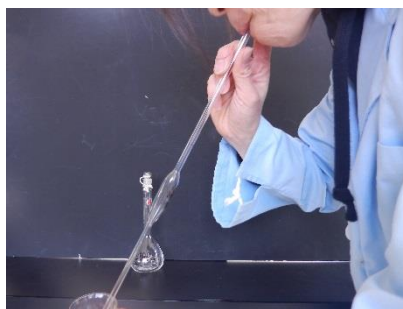
- \* 考察する時間が足りない場合，滴下量の平均を求める処理までは時間内に終わらせ，残りは宿題とするなどして対処する

#### □まとめ（5分）

## 手順 時間のめど（およそ20分）

### (1) 食酢を10倍に薄める

- ① ホールピペットを用いて食酢を10.0mL 正確にはかりとり（巻末資料参照），100mL メスフラスコに移す。



(1)－①－1



(1)－①－2

- ② ①の標線の少し下まで蒸留水を静かに注ぐ。ビーカーに蒸留水を取り，駒込ピペットを用いて1滴ずつ加え，正確に100mLにする。洗浄瓶を用いて蒸留水を注ぐとき，メスフラスコの内壁を伝わせるように蒸留水を注ぐと泡が立ちにくい。泡が立つと液面が正確に見えず，泡が消えるまで待たなければならなくなる。



(1)－②－1



(1)－②－2



- ③ 栓をして、栓を押さえながら逆さにして振り，よく混合する。試験管内の物質を攪拌する際、逆さにするのではなく、試験管を左右に振ることで混合させるため、メスフラスコでも同様に振る生徒が多い。メスフラスコでは、標線まで液を入れたら、上向きの状態では細い首の部分に空所があるだけなので、左右に振っても攪拌されない。逆さにして、空所がフラスコの丸い底部分にある状態で振ると攪拌される。



(1)－③

## (2) 滴定を行う

- ① ホールピペットを共洗いする（標線以上になるように希釈した食酢を取って捨てる）。このとき、一度吸った溶液が戻らないように注意する。
- ② ①のホールピペットを用い、希釈した食酢を 10.0mL はかり取り、コニカルビーカーに移す。
- ③ ②にフェノールフタレインを 2, 3 滴加える。**忘れる生徒が多いので注意が必要。**



(2)－③

- ④ ビュレットをビュレット台にセットする。ビュレットを床に置き、ビュレットのコックを閉じ、漏斗を用いて水酸化ナトリウム水溶液を目盛りの 0 mL 程度まで入れる。ビュレットが濡れている場合は、共洗いをしてから用いる。漏斗はビュレットの内壁につくように片側に寄せるなどして隙間をあける。ビュレットを作業台の上に置き、漏斗を外す。ビュレットの下に水酸化ナトリウム水溶液のビーカーを置いてコックを開き、ビュレットの先まで液を満たす。

**注意！隙間がない状態で水酸化ナトリウム水溶液を一気に流し込むと、空気の逃げ道がないため、水溶液が入らずにあふれるので注意が必要である。あふれる危険性を考え、この作業は必ず目線より下で行うようにする。**

**ポイント！ビュレットに入れる水酸化ナトリウム水溶液は目盛りの 0 に合わせる必要はない。滴定前と後の目盛りの差から量を求める。**



(2)－④－1



(2)－④－2

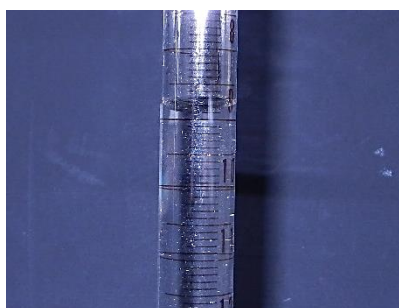
- ⑤ 滴定前, ④のビュレットの目盛りを, 最小目盛りの 1/10 まで読み取る。④のビュレットの下にろ紙を敷き, ③のコニカルビーカーを置く。コックを開き, ビュレットから水酸化ナトリウム水溶液を滴下し, そのつどコニカルビーカーを振り混ぜる。これを溶液がごく薄い赤い色 (中和点) になるまで繰り返す。

**ポイント!**ろ紙は, 水溶液の色の変化を確認しやすくするために敷く。

**ポイント!**ビュレットのコックを開け閉めする際は, 両手で軽く押し合うようにしながら開ける。

片手で行う方法もあるが, その際もコックと逆側も支えるように行う。コック側を単につまんで行くと, コックが抜け, 水酸化ナトリウムが一気に流れ落ちることがある。

**ポイント!**フェノールフタレインによる変色はごく薄い赤にとどめるようにする。中和点付近では, 1滴で大きく色が変わるので要注意である。滴下開始時はコニカルビーカーを振るとすぐに赤色が消えるが, 徐々に消えづらくなっていく。そこからは, 1滴ずつ慎重に行う必要がある。また, 滴定 1 回目は目安がないため難しい。2 回目以降は, 1 回目の滴下量を参考に中和点約 1 mL 手前ぐらいまで一気に滴下し, そこから慎重に行うことで, 時間短縮ができる。時間があれば, フェノールフタレインが真っ赤になった回 (1 回目など) のものは結果から除いてもよい。



(2)-⑤-1



(2)-⑤-2



(2)-⑤-3

- ⑥ 中和したときのビュレットの目盛りを滴定前と同様に読み取る。
- ⑦ ①～⑥を後 2 回繰り返す。このとき, ホールピペットは同様の液を用いるので共洗いしない。また, 使用したコニカルビーカーの液は水に流し, 水道水ですすいで洗った後, 蒸留水で軽くすすぎ, 濡れたまま共洗いをしないで用いる。また, 4 回以上行う場合は, 水酸化ナトリウム水溶液が足りなくなる可能性が有る。ビュレットに水酸化ナトリウム水溶液を足し, 目盛りを読み取ってから始める。
- ⑧ 下記のような表にまとめる。

	滴定前の目盛り a [mL]	滴定後の目盛り b [mL]	滴下量 b - a [mL]
1 回目			
2 回目			
3 回目			
平均			

## 考 察

次の点などについて、考察させ、プリントに記入もしくは発表させる。

- ① 滴定の結果から、食酢を 10 倍に薄めた水溶液の酢酸のモル濃度を求める。
- ② ①より元の食酢の酢酸のモル濃度を求める。
- ③ ②より、元の食酢に含まれる酢酸の質量パーセント濃度を求める。このとき、食酢の密度は 1.00 g/mL とする。
- ④ なぜ食酢を 10 倍に薄めるのか（原液、100 倍などでもよいかどうか）。
- ⑤ ホールピペット、メスフラスコ、ビュレット、コニカルビーカーのうち、蒸留水で濡れたまま使用できるもの、共洗いが必要なものはそれぞれどれか。また、その理由は何か。
- ⑥ この実験で起こった反応を、化学反応式で表す。
- ⑦ この実験の指示薬としてメチルオレンジを用いた場合どうなるか。また、その理由は何か。
- ⑧ 計算値と食酢に記載されている濃度に差が生じた場合、その原因は何か。

## まとめ

以下の視点を参考に、まとめを行う。

- ① 結果から、食酢中の酢酸の濃度を求めることができた。
- ② ホールピペット、メスフラスコ、ビュレットなどの実験器具の基本操作を身につけることができた。
- ③ 酸と塩基の量的関係について理解が深まった。

## 後片付け

生徒に次のように指示する。

- 器具は水道水で洗う。その際、割らないように注意すること。
- 余った水酸化ナトリウム水溶液、フェノールフタレインはそのまま回収する。余った 10 倍に薄めた食酢や中和した水溶液は水道に流す。

## 失敗例

- 状態 計算値と食酢に記載されている濃度に大きな差ができた。

原因 1 水酸化ナトリウム水溶液の濃度が正しくなかった。この場合クラス全体でずれが生じる。

時間が経過すると、空気中の二酸化炭素を吸収し、濃度が下がる。直前に調製するか、直前にシュウ酸による滴定を行う。

原因 2 滴下量を多くした（滴下終了時、フェノールフタレインによる変色がごく薄い赤ではなく、赤色だった）。この場合、班ごとにばらつきが出る。

中和点付近では、1 滴ずつ滴下するよう気を付ける。薄く赤色が点いているかどうか不安な場合は、一度そこで目盛りを読み取った後、さらに 1 滴滴下し、完全な赤色になった場合は、1 滴手前の目盛りを採用する。

原因3 食酢の希釈が正確でなかった。この場合、班ごとにばらつきが出る。

時間があるなら、実験前に一度ホールピペットなど実験器具の取り扱いを練習しておくといよい。ホールピペットで1人1回ずつはかりとりビーカーに集め、班ごとに合計を質量から求めてより正確な班はどこかなど、ゲーム感覚で行ってもよい。

## 別 法

別法① スモールスケールで行う。(酸化還元滴定参照)

別法② pHメーターを用い、pHを測定しながら滴定し、滴定曲線を作成する。

弱酸-弱塩基(例 酢酸-アンモニア水溶液)、弱酸-強塩基(例 酢酸-水酸化ナトリウム水溶液)、強酸-弱塩基(例 塩酸-アンモニア水溶液)、強酸-強塩基(例 塩酸-水酸化ナトリウム水溶液)の滴定を行い、1 mLごとにpHメーターを用いてpHを測定する。pHをグラフに取り、滴定曲線を作成する。それぞれの滴定曲線から分かることや、中和滴定を行う際に適当な指示薬について考察を行う。