

## 「中和滴定」の実験における工夫

今回は多くの学校で実験されている「中和滴定」をテーマに薬品の調製法など準備から片付けまで色々な角度から情報交換をしたく、全県下の高等学校にアンケートをお願いしました。

### アンケート結果

この報告は、アンケートの回答と協議の中で出された意見をもとにしています。回答の中で「あれ？」と思うことがあるかもしれませんが、その学校での方法に基づいた回答ですのでご了承ください。

#### 1. 「中和滴定」実験の実施状況（41校から回答）

##### 1) 中和滴定の実験をしていますか？

生徒実験	46校
教科書での説明	8校
演示実験	3校
ビデオ映像	3校
コンピュータシミュレーション	2校
していない	1校

##### 2) 取り扱っている分野

化学1	40校
理科総合A	14校
その他（学校設定科目）	2校

#### 2. 実験の具体的内容

##### 1) 薬品

酸性	塩基性	指示薬	
シュウ酸	水酸化ナトリウム	フェノールフタレイン	
酢酸(食酢)	水酸化ナトリウム	フェノールフタレイン	
塩酸	水酸化ナトリウム	フェノールフタレイン	リトマス溶液
塩酸	水酸化ナトリウム + 炭酸ナトリウム	フェノールフタレイン、メチルオレンジ	
硫酸	水酸化ナトリウム	フェノールフタレイン	

#### [薬品の調製]

##### <留意・工夫>

- ・微量な薬量の差が生じても正確な滴定が行えないため、何度か量り直した。
- ・薬品は事前に調製しておく。
- ・水酸化ナトリウムは多めに作って5～10Lのコック付きタンクに入れておく。  
生徒にはそのタンクの薬品をビンに小分けして渡している。  
何度も作り分けると濃度が変わってしまうので、1度に作る。
- ・卒業実験では、水酸化ナトリウムを0.1molにならないようにわざと作る。

- ・水酸化ナトリウムの濃度はだいたいなので、ビーカーで作っても良いのでは・・・。
- ・指示薬は点眼ビンに入れて使用。
- ・フェノールフタレインはスポイトびんに入れたままにしておく、エタノールが蒸発してしまうので使用後はフタ付きのびんに集めておく。

#### <困った事・失敗>

- ・水酸化ナトリウムを前もって秤量すると潮解してしまった。
- ・フェノールフタレインは滴ビンに入れておくと溶媒がなくなっている場合がある。
- ・フェノールフタレインが容器にこびりつくため、長期の保存ができない。

## 2) 操作

### [事前の授業]

- ・事前の授業中に演示で器具の扱いを説明し、当日の実験でも再度説明する。
- ・ビデオ映像を見せて手順等を説明してから実験を行うようにしている。
- ・別に1時間、薬品でなく水を使用して器具の取り扱いについて授業をしている。

### [実験室での器具の移動]

- ・ビュレット、スタンドは生徒実験台の上、他の器具、薬品類は生徒が指定の場所から持ってくる。
- ・ホールピペットとビュレットをビュレット立てにセットして教卓に、その他の器具は班ごとのバットに準備している。
- ・ビュレット台に先端を上にしたビュレットをはさんだ状態のものを生徒に運ばせる。

### [ビュレットの取り扱い]

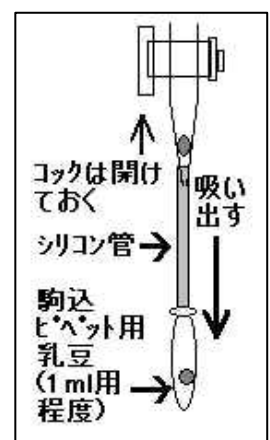
- ・ビュレット、ホールピペットは、先端が割れやすいので、特に注意するように指導している。
- ・ビュレットは折れやすく、細かい作業が必要なので、両手で扱っている。
- ・ビュレットの活栓が、ガラスの場合、毎時間安全に回るか確認をしている。(グリースをつけて回しやすくしておく)
- ・ビュレットがぐらぐらしやすいので、ビュレット台につけるビュレットばさみを二点支持に変えた。
- ・以前はビュレットのガラス活栓にワセリンを塗っていたが、現在はシリコングリースに変えた。耐水性はグリースの方がいいがビュレットの中についてしまうと洗いにくい。
- ・実験中にビュレットの先にグリースが詰まった場合、細いチューブと駒込用ゴム乳頭を使って取り除く。(右図参照)
- ・ビュレットはテフロンコックがよい。ワセリンが不要で、目詰まりも、つけすぎも、洗う手間もいらない。また、先端部分だけ交換できるものがある。

### [ホールピペットの取り扱い]

- ・薬品を飲まないように注意する。
- ・ホールピペットは口をつけるため、班内でわかるように1人1本色テープで分ける。
- ・ホールピペット用に消毒綿を用意している。
- ・ホールピペットに安全ピペッタ - を使用している。
- ・原則ホールピペットは乾燥機など熱を加えての乾燥はいけませんが、乾燥機にかけたものの誤差を調べたところ、高校での実験には差しつかえないくらいであったので使用している。

### [安全ピペッタ - の取り扱い]

- ・安全ピペッタ - を使用する場合、取り付け取り外しの際、ピペットが折れて怪我をしないよ



う注意する。

- ・安全ピペッタ - を使用する場合もあるが、使用方法の説明に時間がかかる上、薬品をピペッタ - 内に入れてしまう場合も多く問題もある。
- ・安全ピペッタ - 内に薬を入れてしまった場合は、ピペッタ - の上下を洗濯バサミやピンチコックで押さえると、液体や空気が通るようになり、二、三度水でゆすいでガラス管を押し、試験管乾燥機の冷風を送ると早く乾かせる。(Network NO.17 参照)
- ・安全ピペッタ - の代わりにピペットポンプを使えば、分解して乾かすことができる。(Network NO.17 参照)

#### [滴定操作の留意・工夫]

- ・生徒に実験をさせる際、取り扱いに注意するよう促している。
- ・目に溶液が入らないように、目線より下で実験をする。
- ・立って実験をする。
- ・手など体についた薬品はすぐに洗浄させる。
- ・水酸化ナトリウム水溶液がこぼれてもいいように、ビュレット台ごと白トレイの中で作業する。
- ・溶液はすべて調製した上で生徒に渡している。
- ・水酸化ナトリウム水溶液はあらかじめビュレットに入れておく。
- ・ビュレットに水酸化ナトリウムを注ぐときは、水酸化ナトリウムが目に入らないように、ビュレットを机から降ろす。
- ・ビュレットに水酸化ナトリウムを注ぐとき、水酸化ナトリウムが目に入らないように椅子の上立って入れる。
- ・滴定に時間がかかるので、攪拌にスターラーを使用させたところ、大幅に時間短縮された。
- ・スターラーはコニカルビーカーを手で攪拌するより簡単である。スターラーの回転速度は、余り速くない方が液はねもなく、安全に行なえる。
- ・滴定曲線を書かせるために、pHメーターでも同時に測定させている。
- ・次のクラスの実験まで2～3日あく場合、ビュレットの水酸化ナトリウムを抜いておいて当日の朝に共洗いをする。
- ・ホールピペットの共洗いの時、溶液をこぼすことが多い。
- ・安全めがね(保護めがね)の着用。(7校)
- ・白衣(エプロン)の着用。(3校)
- ・窓を開け、換気、通気をよくしている。(2校)

### 3) 後片付け

#### [洗浄の留意・工夫]

- ・各器具の洗浄方法(共洗いするか否か)に特に留意して指導している。
- ・生徒各自が洗浄後、最後に実習教員が洗浄している。
- ・共洗い、実験の最後は水洗いしてアセトン(ベンゼン)で乾かす。
- ・フィルターを通した水道水で洗浄している。
- ・すべて水洗い。なるべく実験直後に水を流し通す。
- ・中和させてから大量の水で洗浄している。
- ・洗剤で水洗いし自然乾燥。
- ・水道水で洗浄した後、純水で再度洗浄し、乾燥させる。
- ・ビュレット、ピペットは洗浄器を使用し上下を入れ替えて洗っている。
- ・ピペットはピペット洗浄器を使用し、ビュレットは水洗い。

- ・ビュレットはお湯を通す。(NaOHのみ)
- ・少しの間、水につけて置きビュレット洗い(ブラシ)を使って洗う。
- ・蛇口に短めのホースを付けてビュレットを水洗いする。
- ・ホールピペットはピペット洗浄器にクリーンエースを入れ1日置いて流す。
- ・ホールピペットの洗浄に超音波洗浄器を併用。
- ・ホールピペットは、ピペット洗浄器で洗浄後、紫外線乾燥機または低温滅菌する。
- ・ホールピペットを連続使用する時は、エタノールで洗浄するとすぐ乾く。

#### [保管の工夫]

- ・ビュレット、ピペットは箱に、ビーカー、三角フラスコ等は戸棚で保管。
- ・ピペット立て、ビュレット立てにかけてビニールの袋をかぶせている。
- ・ビュレット、ピペットは専用の収納箱で保管。
- ・ビュレット等は購入時のケースに入れて、ロッカーで保管。
- ・ビュレットは箱に入れて棚に横置きに保管。
- ・ビュレットは筒状のダンボールにウレタンをひき立てて保管。滴下の調節部分はガラス玉とシリコン管なので、はずして保管。
- ・ビュレットのガラス活栓は、たこ糸で本体と結びつけ、他と入れ替わらないようにする。また活栓に葉包紙をはさんで棚に横置きに保管。
- ・ピペットは破損しないよう数本ずつ雑巾で保護している。

### 3、その他・質問など

Q・少し潮解した水酸化ナトリウムでも滴定に使用できますか。

A・中和滴定では水酸化ナトリウムの濃度は、正確でなくてもよいので潮解していても使用できる。濃度はシュウ酸標準液で滴定して求める。

Q・天秤の種類や使い方を知りたい。

A・種類に関しては、理科機器のカatalogを参照。

- ・以前は精密ばかり、直視天秤を使用していたが、現在は電子天秤(高性能で操作が簡単で便利)を使用。

Q・ガラスのビュレットなので、活栓が抜けやすいですが、何かいい方法はありませんか。

A・ビュレットの活栓の細い方に活栓止め(ゴム板)をつけると、ゆるむことはあっても、抜けない。また活栓の細い方に輪ゴムを巻きつけるとよい。

Q・ビュレットを水洗いしてもあまりきれいにならないので、どのように洗ったらいいか教えてほしい。

A・ビュレットの管は、ビュレット洗いブラシ、先端は歯間ブラシを加工した物やモールに細かいエナメル線をつなげて洗う。(マニュアル一般編器具の洗浄参照)

- ・ビュレットは水道の蛇口に短めのホースをつけて水洗いする。または給湯器の湯を通す。汚れが落ちない時は、クリーンエースや油汚れ用洗剤などに浸けおいて洗う。ガラスに傷がつくので、クレンザーは使わない。

Q・ビュレット、ホールピペットの乾燥はどのようにされていますか。

A・ビュレットはビュレット立てやピペット洗浄かごなどに立てて自然乾燥。

ピペットはピペット立てに立てて自然乾燥。

急ぐときは、試験管乾燥機(冷風)を使用。また、エタノールやアセトンを通して乾かす。

Q・pHメーターの種類や取り扱いの工夫を教えてください。

A・種類に関しては、理科機器のカatalogを参照。

- ・pHメーターの取扱いは機種によって異なるが、長く乾燥状態にあったガラス電極の場合、

実験前日より電極部を純水に浸けた後、標準液で校正する。

- ・攪拌にマグネチックスターラーを使用する場合、電極の先にカバーを取り付け、電極ホルダーでビーカーに固定し、スターラーの磁石が当たらないようにセッティングしておけば、実験中に電極が損傷することを防ぐ。

Q・現在 50ml のビュレットを使用していますが、個人的には 25ml の方が扱いやすいですが、皆さんはどうですか。

A・50ml、25ml ビュレットはそれぞれ一長一短あり、50ml ビュレットは溶液をあまり継ぎ足さなくてもよいが、長くて扱いにくい。25ml ビュレットは短くて扱いやすいが、生徒実験の際に必ず溶液を継ぎ足さないといけない。

#### 4.まとめ

中和滴定の実験は器具や操作が多様で1時間の実験で生徒に理解させるのは厳しい。そのため事前の授業での演示やビデオなどで、器具の取り扱いや操作の説明を行い、準備万端整えて実験をスタートさせておられる。

また、今回の協議からも各学校で実験を安全に行うための工夫がなされていることがわかった。今後、実験を行う上で、大いに参考にしたい。

(山崎 明美(淳心学院))