

# 巻末資料—観察，実験を行う上で

## 指導の留意点

### 1 事故防止

- ・実験室内では落ち着いて行動させる。
- ・分からないことは事前に質問させる。
- ・火の近くに可燃物は置かない。机上に不要な物を置かない。
- ・加熱機器は正しい使い方をする。保管箱・棚には、常に同じ場所に同じ物を置く。
- ・室内に消火器，消火用の砂を置く。
- ・廃液は決められた容器に入れる。

### 2 注意点（生徒向け）

#### (1) 実験を行う前の注意

- ① 実験の計画を練るとともに，目的，内容，方法を十分に理解しておく。
- ② 実験に使用する薬品や器具類は，事前に準備しておく。薬品や器具類の使用に当たっては，指導者の指示に従う。
- ③ 使用する薬品の取り扱い上の注意を理解しておく。
- ④ 使用する器具や計測機器などの正しい取り扱い方を理解し，十分に慣れておく。
- ⑤ あらかじめ，消火用の砂や消火器が置かれている場所を確認しておく。

#### (2) 実験中の注意

- ① 安全第一を心がけ，指導者の指示に従う。
- ② 薬品が飛び散ることなどを防ぐためにも，保護眼鏡，白衣，足の甲を覆う靴など，実験にふさわしい身だしなみを心がける。
- ③ ガラス器具は破損しやすいので，取り扱いに注意する。
- ④ 薬品は，直接手で触れたり，口に入れたりしない。
- ⑤ ホールピペットを扱うとき，試薬によって安全ピペッターを用いる。
- ⑥ ガスバーナーを使うときには，燃えやすい物質などを近くに置かない。また，衣服や毛髪などに火がつかないように注意する。
- ⑦ 試験管を加熱する場合は，突沸することがあるので，試験管の口を人に向けない。また，加熱中は，試験管に顔を近づけない。
- ⑧ においをかぐときは，手で気体をあおぎよせてかぐ。
- ⑨ 有毒または悪臭のある気体は，必ずドラフト（通気室）内で扱う。
- ⑩ 薬品類は，必要以上に用いない。
- ⑪ 気分が悪くなったとき，器具を破損したとき，薬品をこぼしたときなどは，すみやかに指導者に報告し，指示を仰ぐ。
- ⑫ 事故の防止を心がける。
- ⑬ 机上は整理・整頓し，不要なものは置かない。
- ⑭ 分からないことがあったら指導者に質問する。

### (3) 実験後の注意

- ① ガスバーナーは火を消し、ガスの元栓を必ず閉める。
- ② 薬品類などの廃液は最小限にとどめるように努め、流しに流さず、指導者の指示に従い、所定の容器に回収する。
- ③ 廃棄物は、ガラス、金属、可燃物などに分類して容器に入れる。
- ④ 使用した薬品、器具、測定機器類は、所定の場所に返却する。
- ⑤ 使用した器具の洗浄、机上やそのまわりの清掃を行う。

### 3 容器の洗浄

- ・試験管は、試験管ブラシに洗剤を付けて洗う。他のガラス器具は、ブラシやスポンジなどで洗った後、水で4～5回念入りにすすぐ。

### 4 片付け

- ・洗い終わったガラス器具は、水をよく切り、乾燥棚に置くか、乾燥機に入れて乾燥させる。
- ・実験で使った器具・試薬を所定の場所に戻して、流しや実験台の上を整理する。
- ・実験で出たゴミはその地域の分別方法のゴミ箱を設置し、そこに捨てるようにする。
- ・実験台に薬品が残っていることもあるので、実験終了後、雑巾で拭く。

### 5 事故が起こったときの応急処置

#### (1) 薬品が引火して燃えだしたとき

- ・ガス栓を閉じ、周辺の燃えやすいものを遠ざける。
- ・薬品が少量なら、それが燃えつきるのを待つ。
- ・薬品が多量の場合は砂をかけるか、消火器を使う。
- ・衣服に火がついたときは湿らせた雑巾などでたたいて消すか、床に転がってもみ消す。

#### (2) 火傷をしたとき

- ・患部をすぐに多量の冷水に入れて、十分に冷やす。

#### (3) 手を切ったとき

- ・ガラスによる傷の場合は、消毒したピンセットでガラスの破片を除く。傷口をきれいに消毒してから止血する。

#### (4) 酸やアルカリが皮膚や衣服についたとき

- ・水で十分に洗い流す。
- ・酸の場合は、炭酸水素ナトリウム溶液か薄いアンモニア水で中和して、水でよく洗う。
- ・アルカリの場合は、薄い酢酸溶液で中和して、水でよく洗う。
- ・目に入った場合は、多量の水で洗い流してから、医師の診断を受ける。

## 危険な薬品と事故防止のための留意点

化学の観察、実験で扱う主な薬品のうちで、主に毒物（毒）、劇物（劇）について取り上げた。

### ① 塩酸HCl（劇）

濃塩酸は腐食性に富み、皮膚や衣類を侵すので、付着しないように気をつける。付着した場合は、すぐに水でよく洗う。また、揮発性があり、気体の塩化水素が生じる。塩化水素は、目や呼吸器の粘膜を侵すので、必ず保護めがねを着用するとともに、蒸気を吸い込まないように注意する。特に、希塩酸を調製するために、濃塩酸の保存容器のふたを開ける際は注意が必要である。

### ② 硫酸H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>（劇）

濃硫酸は強い脱水作用をもち、腐食性に富むため、皮膚や衣類を侵すので、必ず保護めがねを着用するとともに、付着しないように気をつける。付着した場合は、すぐに水でよく洗う。また、不揮発性であるため、希硫酸であっても、衣類についたままにしておくとぼろぼろになるので注意が必要である。また、水と混ぜると多量の熱を発生するので、希硫酸を作る場合は冷やしながら行う（詳細は調製方法参照）。

### ③ 硝酸HNO<sub>3</sub>（劇）

強い酸化作用をもつ。皮膚や衣類に付着すると、やけどや腐食を起こすので、付着しないように気をつける。付着した場合は、すぐに水でよく洗う。揮発性があり、蒸気は目や呼吸器の粘膜を侵すので、必ず保護めがねを着用するとともに、蒸気を吸い込まないように注意する。光や熱で分解しやすいので、褐色瓶に入れて保存する。

### ④ 水酸化ナトリウムNaOH（劇）、水酸化カリウムKOH（劇）

潮解性（空气中に放置しておくと、次第に空気中の水分を吸収して溶ける）があるため、容器のふたはしっかり閉める必要がある。水溶液は強塩基性を示す。タンパク質を分解する作用が強く、皮膚や粘膜を腐食するので、必ず保護めがねを着用するとともに、付着しないように気をつける。付着した場合は、すぐに水でよく洗う。ガラスを腐食するのでプラスチック容器に保管する。

### ⑤ アンモニア水NH<sub>3</sub>（劇）

揮発性があり、アンモニア臭と刺激性の蒸気を出すため、必ず保護めがねを着用するとともに、換気を充分に行い、吸い込まないように注意する。弱アルカリ性で、日常よく用いられるが、目に入ると失明のおそれもあるので注意が必要である。皮膚についたら多量の水でよく洗い流す。気体のアンモニアは引火性があるので火の近くでは取り扱わない。熱などでアンモニアの入った容器の中の圧力が高くなると、ふたを開けた瞬間にアンモニア水が飛び散ることがあるので、必ずゴム手袋をして、噴出に注意しながら開ける。

### ⑥ 過酸化水素H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>（劇）

過酸化水素水の濃度は、薬局では3%、理科消耗品として購入する試薬は30%である。皮膚や粘膜を腐食するので、必ず保護めがねを着用するとともに、付着しないように気をつける。30%のものが皮膚につくと、ぴりぴりとした刺激とともに白斑が生じる。付着した場合は、すぐに水でよく洗う。不安定で酸素を出して分解しやすいので、密閉せず、遮光し冷暗所に保管する。過酸化水素水のビンには、発生した酸素で内部の圧力が高くなっていることがあるので、栓を開けるときは飛散に注意する。過酸化水素水のビンのふたは穴のある特別なものである。間違っても普通のふたをしない。希釈したものは分解されやすいので早めに使用する。

⑦ メタノール $\text{CH}_3\text{OH}$  (劇)

誤って飲むと中毒を起こし、多量の場合は失明し死亡することがある。また、揮発性があり、引火性があるので、火気のない冷暗所に、密封して保管する。アルコールランプの燃料として用いられるが、取り扱いが不安な場合はエタノールで代用できる。

⑧ ナトリウム $\text{Na}$  (劇) , カリウム $\text{K}$  (劇)

反応性が大きく、天然には化合物としてのみ存在する。空気中ではすぐに酸化され、水とは激しく反応し爆発することもある。そのため、水や空気に直接触れないよう石油中に保管する。直接手で触れると手の水分と反応し水酸化ナトリウムや水酸化カリウムとなり、手を腐食するので、決して直接手で触れない。触れた場合は、すぐに水でよく洗う。

⑨ 黄リン $\text{P}$  (毒)

リンの同素体で、赤リンと黄リンがあるが、赤リンは無毒であるのに対し、黄リンはきわめて有毒である。口から入ると生命の危険がある。また、発火性があるので、水中に保管する。皮膚に付着すると激しい火傷となるので、決して直接手で触れない。また、ほんの少しでも実験台や器具に残っていても火傷等の危険があるので、取り扱いにはかなり注意が必要である。

⑩ ヨウ素 $\text{I}_2$  (劇)

結晶は紫黒色鱗状で、金属光沢があり、常温で揮発性があり、昇華しやすい。蒸気は赤紫色で刺激臭があり有毒である。密閉し、暗所にて保管する。皮膚への腐食性、感作性（免疫反応による皮膚のかぶれ）があるので、直接手で触れないこと。触れた場合は、すぐに水でよく洗う。また、金属を腐食するので、取り出す際はプラスチック製の葉さじ等を用いる。

⑪ 臭素 $\text{Br}_2$  (劇)

非金属単体のうち唯一常温で液体である。赤褐色の揮発性の液体で、蒸気は有毒で腐食性がある。低濃度でも眼や気管を激しく刺激し、生命の危険がある。決して蒸気を吸い込まないようにする。また、強い酸化作用を示す。

⑫ 硝酸銀 $\text{HNO}_3$  (劇)

硝酸銀水溶液が皮膚に付着すると、タンパク質凝固作用により、皮膚を腐食し黒変するので、付着しないようにする。皮膚の黒変は10日程度でとれるが、衣類の黒変はとれない。可燃物と混合すると発火、アンモニア水と混合すると時間が経過した後に爆発する可能性があるので注意が必要である。

⑬ 塩化バリウム $\text{BaCl}_2$  (劇)

目や手についたら多量の水でよく洗い流す。燃焼すると有毒な塩化水素ガスが発生するので注意する。

⑭ 硫酸銅(Ⅱ) (硫酸第二銅)  $\text{CuSO}_4$  (劇) , 塩化銅(Ⅱ) (塩化第二銅)  $\text{CuCl}_2$  (劇)

水生生物に対して非常に強い毒性があるので水には流さない。また、皮膚や衣服につけないようにし、目や手についたら多量の水でよく洗い流す。

⑮ 塩化銅(Ⅰ) (塩化第一銅)  $\text{CuCl}$  (劇)

水生生物に対して非常に強い毒性があるので水には流さない。また、皮膚や衣服につけないようにし、目や手についたら多量の水でよく洗い流す。空気中で緑色に、光で褐色に変化する。酸化剤、水分、光に接触させない。熱源や着火源から離れた通風のよい乾燥した冷暗所に保管する。

- ⑩ 酢酸鉛(Ⅱ)  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  (劇)  
有毒で発がん性もある。皮膚や衣服につけないようにし、目や手についたら多量の水で洗い流す。二酸化炭素を吸収しやすいので密封して保存する。
- ⑪ クロム酸カリウム  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (劇) ニクロム酸カリウム  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (劇)  
粘膜に対して腐食作用を持つ。また、発がん性もある。皮膚や衣服につけないようにし、目や手についたら多量の水で洗い流す。6価クロムであるので、廃液は単独で分別、保管する。
- ⑫ フェノール  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  (劇)  
皮膚を侵すので、目や皮膚につけないようにする。特に目に入ると危険である。目や手についたら多量の水で洗い流す。
- ⑬ アニリン  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  (劇)  
毒性があり、蒸気を吸入したり、皮膚から吸収したりすると中毒を起こす。
- ⑭ ホルマリン (40%ホルムアルデヒド)  $\text{HCHO}$  (劇)  
蒸気を吸い込むと生命に危険である。皮膚につくと有毒で、発がんのおそれもあるので、つかないように注意する。目や手についたら多量の水で洗い流す。
- ⑮ 四塩化炭素、テトラクロロメタン  $\text{CCl}_4$  (劇)  
麻酔性があり、飲んだり、蒸気を吸ったり、皮膚についたりすると、有毒である。また、水生生物に対して強い毒性があるので水には流さない。
- ⑯ フッ化水素酸  $\text{HF}$  (毒)  
金属を腐食する。皮膚も腐食するので、目や皮膚につけないようにする。特に目に入ると危険である。目や手についたら多量の水で洗い流す。
- ⑰ 水銀  $\text{Hg}$  (毒)  
飲み込んだり、皮膚に接触したりすると、生命に危険である。また、水生生物に対しても強い毒性があるので水に流さない。廃液は単独で分別、保管する。
- ⑱ ベンゼン  $\text{C}_6\text{H}_6$   
引火性が高いので火気から遠ざける。蒸気には麻酔作用があるので吸入しないように気をつける。発がんの危険性がある。
- ⑳ 過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$   
皮膚につくと着色し、目に入ると危険なので、つかないように気をつける。目や手についたら多量の水で洗い流す。また、水生生物に対して毒性があるので水に流さない。

# 廃液処理

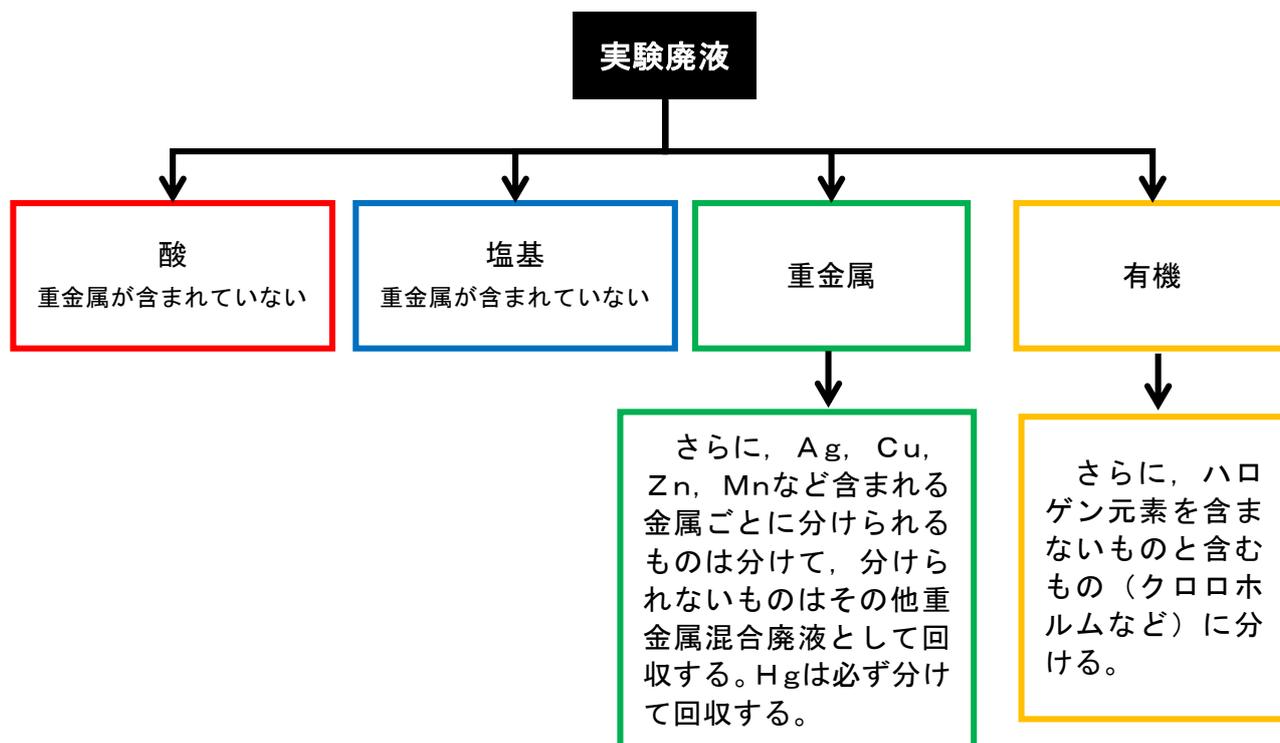
自然環境の保全という観点からも、実験などで生じた廃液については、実験終了後の後片付けの一環として、生徒自身の手によって別々の容器に分別して回収させることが望ましい。

## 1 分別について

回収の際は、ビーカーやポリバケツ等（こぼさないよう口の広い容器）にラベルを付け、生徒に分別させる。その後、教員が専用廃液タンクに貯蔵し、処理できるものは処理し、それ以外は専門業者に処理を委託する。貯蔵する際は、ポリタンクが望ましい。本来ペットボトルは誤飲の危険性から用いるべきではないが、諸事情により用いる場合は、必ず大きくラベルを貼り、後日、ポリタンクに移す。

廃液は、下図のように大きく4つに分ける。ただし、再利用や、処理費用の面から、重金属は含まれる金属ごとに分別しておくことが望ましい。重金属の混合廃液や有機廃液の混合廃液は含まれる薬品名を記載しておく。

化学基礎では使用することはあまりないが、水銀系、シアン系、6価クロム系、フェノール系、含ハロゲン有機系廃液はそれぞれに分別し、必ず専門の業者に廃棄を委託する。



## 2 処理について

### (1) 酸・塩基廃液の処理

- ① 酸・塩基廃液を混合し、pH試験紙やリトマス試験紙などを用いてpHを測定しながら中和し、pHが6～8になるようにする。混合液が酸性の場合は消石灰（水酸化カルシウム）などの塩基を加えて、塩基性の場合はクエン酸などの酸を加えて中和する。
- ② 沈殿が生じたら、数日放置し上澄み液を、多量の水を流しながら下水に流す。
- ③ 沈殿物は数日間放置して、蒸発乾固し、燃えないゴミとして捨てる。

(2) 重金属廃液の処理

方法1 蒸発乾固して、残った固体を集めて保管しておき、専門業に廃棄を委託する。

方法2 水酸化カルシウムや炭酸ナトリウムを加えて弱アルカリ性にして、金属イオンを沈殿させる。ろ液は(1)と同様に処理し、沈殿物は集めて保管しておき、(2)方法1と同様に専門業者に廃棄を委託する。

方法3 銀廃液において、銀が析出している場合は、ろ過して銀を回収し再利用する。ろ液は業者に廃棄を委託する。

(3) 有機廃液の処理

燃焼法などで処理できるものもあるが、専門業者に廃棄を委託した方がよい。



## 観察，実験を行う上での工夫

### ① 安全

- ・各班実験台の流しには、洗剤，薬用セッケンを常備する。教卓には、消毒液（オスバン，70%アルコールなど）を常備し，衛生面に配慮する。
- ・机上に雑巾などを常備し，薬品など汚れはすぐ拭き取るようにする。
- ・ピンセット，柄付き針など先端の尖っているものは，安全と器具保護のため，ビニール管やポリエチレン管を先端がはみ出ない適当な長さに切って付ける。

### ② 観察，実験の時間確保

- ・バットを用意し班毎に器具をまとめたものを持たせるか，班の机にあらかじめ配る。
- ・始業前に説明に必要な板書を済ませ，プリントは各班に配付する。
- ・必要な器具を判断させるため，バットだけを各班に渡し，それぞれの班員が実験に必要な器具を，不必要な器具もまとめられている所から探して集める。
- ・一定時間放置する手順がある場合は，始めの説明は最低限で済ませ，その時間に詳しい説明を加える。
- ・片付けを効率よくする。汚れが落ちにくい器具については，湯を張った大きな水槽を用意しその中に入れさせ，後でまとめて洗う。

※観察，実験前に，班毎に器具・教材・薬品の分配を済ませる。バットを購入しておくで各班で器具等をまとめられ，手際よく進めることができる。



### ③ 運用（あると便利なものなど）

#### ア 小ビーカー，マクロチューブ，マイクロプレート

10mL 程度の小ビーカーやマイクロチューブがあると，使う薬品が少量で済むため便利である。

#### イ 金切りばさみ

金属片を切るとき，はさみやニッパーでも切れるものがあるが，あるとスムーズに準備ができる。

#### ウ プチボトル（点眼瓶）

指示薬などの試薬を入れるのに便利である。ただし，遮光ビンに入れるべき試薬も多いことから，長期的に使うことは避ける。

#### エ ふたつきプラスチックカップ（マヨネーズカップ）

固体試料の配付に便利である。大きさは様々あるが，10mL 程度のものと，30mL 程度のもの，2種類用意しておくといよい。ただし，密閉はできないことから，プチボトル同様，長期的に使うことは避ける。

#### オ 色々な色のビニールテープ

ラベルとして色分けをすると間違えにくくてよい。



ウ



エ



オ

# 器具の取り扱い

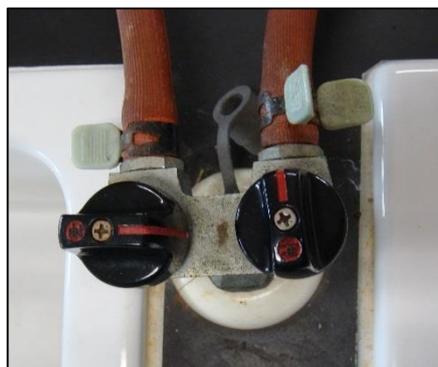
## 1 ガスバーナーの使い方

### (1) ガスバーナーの各部分名称

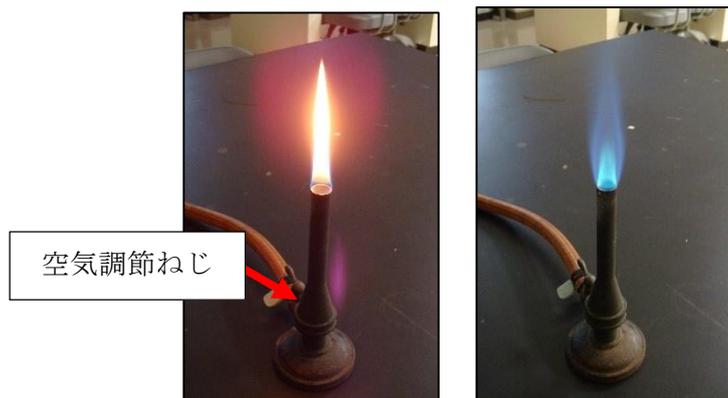


### (2) 火のつけ方

- ① ガス調節ねじと空気調節ねじが閉まっていることを確かめる。さらに、コックが閉まっていることも確認する。
- ② ガスの元栓を開く（写真②の右が開いている状態）。
- ③ コックを開き、斜め下から火を近づけ、ガス調節ねじを弛めて火をつける。



- ④ ガス調節ねじを動かさないように，空気調節ねじを弛めて，炎を調節する。



(3) 火の消し方

- ① 空気調節ねじを閉めて，空気を止める。
- ② ガス調節ねじを閉めて，ガスを止める。
- ③ コックを閉める。
- ④ 元栓を閉める。

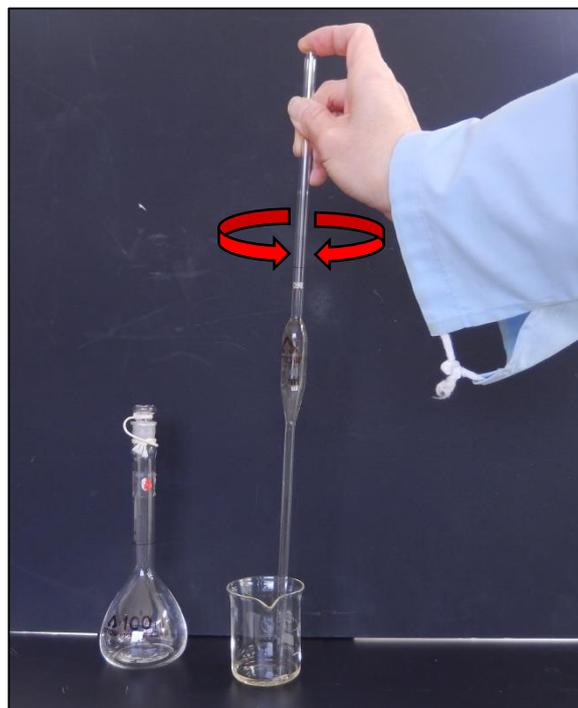
## 2 ホールピペットの扱い方

### (1) 安全ピペッターを用いない場合

- ① ホールピペットの先端を液体に深く入れ、標線のより少し上まで液体を口で吸い上げる。このとき、ピペットを親指、中指、薬指でもつ（人差し指は使わない）。
- ② ホールピペットの上端を人差し指で素早くふさぐ。
- ③ ピペットを親指と中指で回すように動かして、余分な液を少しずつ落として、液面の最も低い部分（メニスカスの下側）を標線に合わせる。



①



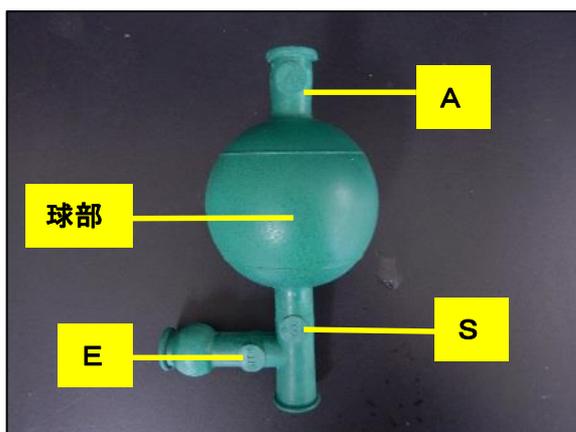
③

- ④ 先端を容器（受け器）の内壁につけ、人差し指をはなし、液体を流出させる。先端に残る液は、ピペットの口を指でふさぎ、球部を左手で握って中の空気を温め、空気の膨張で落とす。このとき、必ず先に口をふさぐ。逆にすると液は出てこない。その場合は、少しおいて温度を下げてから再び行う。



(2) 安全ピペッターを用いたホールピペットの扱い方

① ホールピペットに安全ピペッターを取り付ける



② Aをおさえながら、球部をつぶして中の空気を抜く。

③ ホールピペットの先端を液体に深く入れ、Sをおさえて液体を標線の少し上まで吸い上げる。

④ Eをおさえて余分な液をおとし、液面の最も低い部分(メニスカスの下側)を標線に合わせる。



②



③



④

⑤ 先端を容器(受け器)の内壁につけ、Eをおさえて液体を流出させる。先端に残る液は、Eをおさえたまま、もう一方の手でEの先端の穴をふさぎ、Eとその先端の間にある小さい球部を指でおして落とす。もしくは、(1)安全ピペッターを用いない場合と同様に、ホールピペットの球部を握って出してもよい。



⑤

### 3 ろ過器の扱い方

#### (1) ろ紙

##### ① きめ

ろ紙は番号によりきめが異なる。番号の小さいほどきめが粗い反面、速くろ過できる。番号の大きいほどきめが細かく小さい粒子までろ過できる反面、ろ過に時間がかかる。粒子の大きさやろ過にかかる時間を考慮して選択するとよい。化学基礎においてろ紙を使用した実験は、定性実験のみなので1, 2番で十分である。

##### ② 大きさ

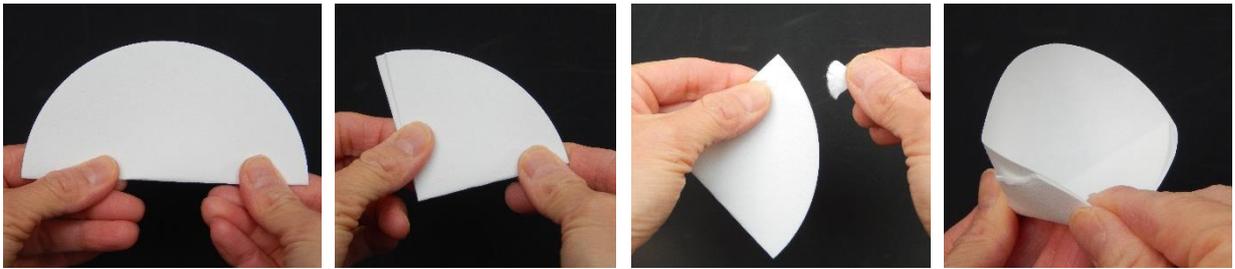
使用するろとより一回り小さいサイズを使用する。合うものがなければ大きいものを切って使用してもよい。

##### ③ 折り方

通常は4つ折りにする。ろ過にかかる時間を短縮させたい場合は、ひだ折にする。表と裏で面に違いのあるものはなめらかな面を内側にする。折る際は、手をきれいに洗う。また、不純物が付着する可能性があるため、机上では折らない。

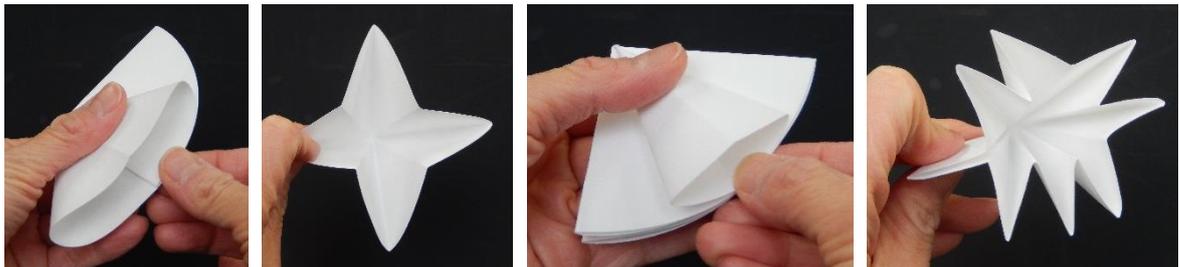
##### ア 4つ折り

半分に折り、さらに半分に折るときに少しずらして折り、重なった1辺の端を少しちぎるとろとに密着しやすくなる。ただし、単に4つ折りでも十分である。



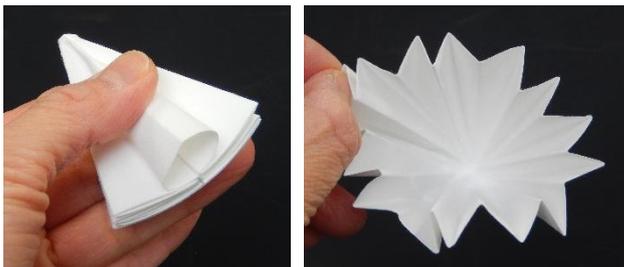
##### イ ひだ折

四つ折りにしたら、袋状の部分をつぶしながら折ると4個ひだができる。さらに、その4個のひだをつぶすように折っていくと8個ひだが、さらに同様に行うと16個のひだができる。折るときは、中心付近は軽く押さえる程度にする。何度も折り目を付けると中心が破けやすくなる。



4 個のひだ

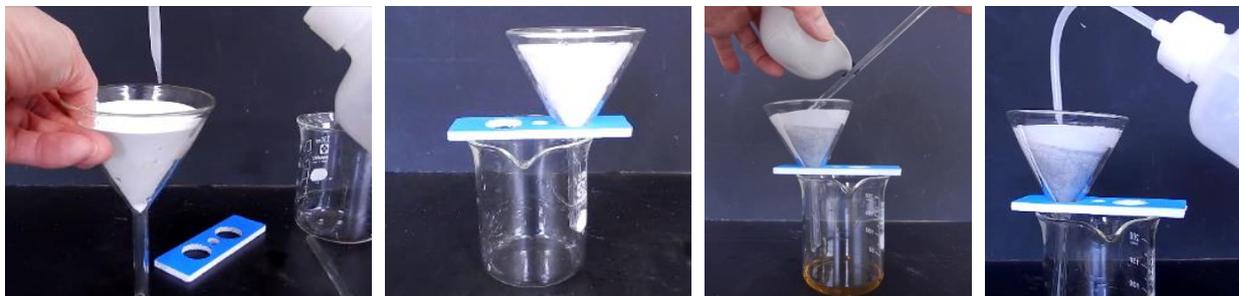
8 個のひだ



16 個のひだ

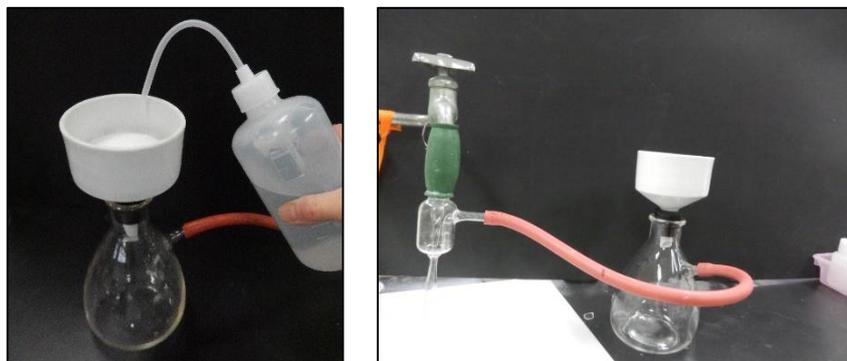
## (2) ろうと

- ① ろ紙を溶媒で濡らして、ろうとに密着させる
- ② ろうとの足の長い方をビーカーの内壁につける。
- ③ 混合溶液をガラス棒を伝わせて、ろ紙の八分目程度まで入れる。
- ④ ろ紙上の沈殿に蒸留水をごく少量かけ、洗う。



## (3) ブフナー吸引ろ過

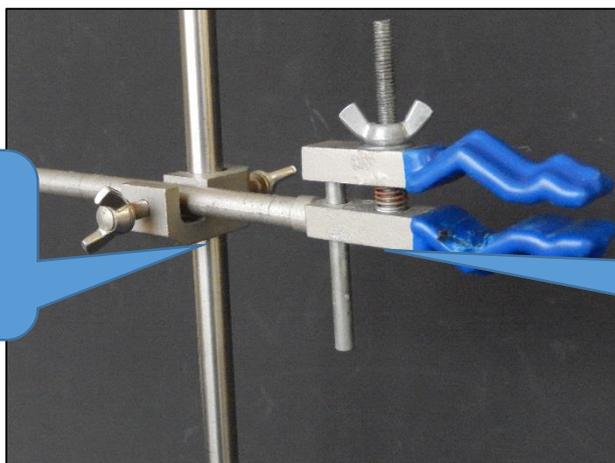
- ① ブフナーろうとを吸引びんにはめ、吸引びんとアスピレーターをつなぐ。
- ② ブフナーろうとにろ紙を入れ、蒸留水で濡らし、アスピレーターとつないでいる水道の水を流して吸引する。使用するろ紙は、一回り小さいサイズから同サイズのものとする。大きいものは不可（隙間が生じる可能性があるため。表と裏で面に違いのあるものはなめらかな面を上にする。
- ③ ②のブフナーろうとに吸引しながら混合液を、ガラス棒を伝わせて入れる。
- ④ ろ過が終わったら、アスピレーターと吸引びんを外してから水を止める。  
注意！先に水を止めると、水が逆流する場合がある。



## 4 スタンドの使い方

スタンドの支柱とはさみ（クランプ）を固定する部分（ムッフ）は、落下防止のため、空いている方を上にする。同様にはさみも柄に固定されている方を下にする。

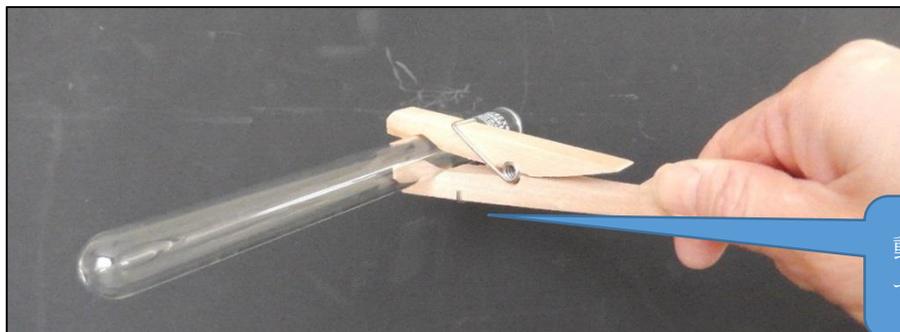
コの字の閉じた方が  
下になるようにする



動かない方が下になる  
ようにする

## 5 試験管ばさみ

スタンドのはさみと同様に，落下防止のため，柄に固定されている方を下にする。持つときは，柄を持ちはさみ部分には触れないようにする。不安になってはさみ部分を押しやる生徒が多いので注意が必要である。押しえるとかえって開いて試験管が外れてしまう。



動かない方が下になるようにする

# 巻末資料一 調製

## 酸・塩基試薬

試薬 (分子量・式量)	%濃度	密度	モル濃度	調製方法	実験 番号
濃塩酸	約 37%	1.19g/cm <sup>3</sup>	12mol/L	市販品をそのまま使用する。	
希塩酸 (HCl=36.5)			6mol/L	濃塩酸を等体積の水に加える。	
			3mol/L	濃塩酸 1 体積を 3 体積の水に加える。	
			2mol/L	濃塩酸 1 体積を 5 体積の水に加える。	17 21
			1mol/L	濃塩酸 1 体積を 11 体積の水に加える。	10
濃硫酸	96%	1.84g/cm <sup>3</sup>	18mol/L	市販品をそのまま使用する。	
希硫酸 (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =98.1)			6mol/L	濃硫酸を等体積の水に加える。	
			3mol/L	濃硫酸 1 体積を 5 体積の水に加える。	
			2mol/L	濃硫酸 1 体積を 8 体積の水に加える。	19 20
			1mol/L	濃硫酸 1 体積を 17 体積の水に加える。	
濃硝酸	60%	1.38g/cm <sup>3</sup>	13mol/L	市販品をそのまま使用する。	
希硝酸 (HNO <sub>3</sub> =63.0)			6mol/L	濃硝酸 1 体積を 1.2 体積の水に加える。	
			1mol/L	濃硝酸 1 体積を 12 体積の水に加える。	
氷酢酸	99%	1.05g/cm <sup>3</sup>	17.5mol/L	市販品をそのまま使用する。	
酢酸 (CH <sub>3</sub> COOH=60.1)			6mol/L	氷酢酸 1 体積を 1.9 体積の水に加える。	
			1mol/L	氷酢酸 1 体積を 16.5 体積の水に加える。	
シュウ酸二水和物 (COOH) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O (=126)			6mol/L	シュウ酸 75.6g を水に溶かし 100mL にする。	
			1mol/L	シュウ酸 12.6g を水に溶かし 100mL にする。	
			0.05mol/L	シュウ酸 0.63g を水に溶かし 100mL にする。	18 20
水酸化ナトリウム 水溶液 (NaOH=40.0)	20%		6.2mol/L	水酸化ナトリウム 20g を 80g の水に加える。	2
			1mol/L	水酸化ナトリウム 4g を水に溶かし 100mL にする。	10 11
			0.1mol/L	水酸化ナトリウム 4g を水に溶かし 1L にする。	18
濃アンモニア水	28%	0.90g/cm <sup>3</sup>	15mol/L	市販品をそのまま使用する。	
アンモニア水 (NH <sub>3</sub> =17.0)			6mol/L	濃アンモニア水 1 体積を 1.5 体積の水に加える。	
			1mol/L	濃アンモニア水 1 体積を 14 体積の水に加える。	

※上記の酸やアンモニア水の市販品の濃度が正確ではないので、希釈した溶液の濃度も正確にはできない。モル濃度も同様に正確な値ではなく、概算の数値である。

※希硫酸は、水を攪拌しながら少しずつ濃硫酸を加え、冷却後、試薬瓶に保存する。

※希硝酸は、光によって分解するので、褐色瓶に保存する。

※水酸化ナトリウム水溶液は、ゴム栓で保存。すりあわせのガラス栓だとくっついて開かなくなる。

## 検出用試薬

試薬	濃度	作り方	実験番号
フェノールフタレイン	1%	フェノールフタレイン 1g を 95%エタノール 90mL に溶かし、水を加えて 100mL にする。	9 18
メチルオレンジ	0.1%	メチルオレンジ 0.1g を温水 100mL に溶かし、冷えてからろ過する。	
ブロモチモールブルー (BTB) 溶液	0.1%	ブロモチモールブルー 0.1g を 95%エタノール 20mL に溶かし、水を加えて 100mL にする。	
石灰水 (飽和水酸化カルシウム水溶液)	0.17%	水に過剰の水酸化カルシウム (水 100mL に 0.2g 以上) を加えてよく溶かし、静置し上澄みを使用する (20℃の溶解度 0.165g/100g 水)。	17
ヨウ化カリウムデンプン溶液		デンプン 0.1g に冷水 10mL を加えてよくかき混ぜながら煮沸する。このデンプン水溶液にヨウ化カリウム 0.1g を水 10mL に溶かした溶液を加える。 (ヨウ化カリウムデンプン紙は、この溶液にろ紙を浸して作る)	
デンプン溶液	1%	デンプン 1g に水 10mL を加えてよくかき混ぜ、これを熱湯 100mL に加えて熱し、よく混ぜる。	
ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液		ヨウ素 1g とヨウ化カリウム 2g を少量の水に溶かし、水を加えて 100mL とする。	
フェーリング液		A液：硫酸銅(II)五水和物を水に溶かして 100mL とする。 B液：酒石酸ナトリウムカリウム 35g と水酸化ナトリウム 10g を水に溶かし 100mL にする。	

## その他

本サポート資料の実験で使用する溶液のうち、酸・塩基と検出用試薬以外について以下の表にまとめた。

表に示すモル濃度の水溶液を 100mL 調製する場合、表の試薬量をはかりとり、水に溶かし 100mL にする。簡易方法として、表の試薬をはかりとり水 100mL に溶かす方法もある。（調製方法参照）

表に示す質量パーセント濃度の水溶液を 100mL 調製する場合、表の試薬と水をはかりとり、合わせる。

試薬	濃度	100mL (モル濃度) もしくは 100g (パーセント濃度) を調製する際に必要な試薬量	実験番号
過酸化水素水 $\text{H}_2\text{O}_2=34.0$	30%	試薬をそのまま使用する	
	3%	医薬品をそのまま使用する	
	0.3%	試薬 1mL と水 99mL 医薬品 10mL と水 90mL	19
硝酸カリウム水溶液 $\text{KNO}_3=101$	2%	硝酸カリウム 2g と水 98g	10
グルコース水溶液 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6=180$	1.5%	グルコース 1.5g と水 98.5g	11
硫酸銅水溶液 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}=250$	1mol/L	硫酸銅(II)五水和物 25g	10
	0.1mol/L	硫酸銅(II)五水和物 2.5g	21
クロム酸カリウム水溶液 $\text{K}_2\text{CrO}_4=194$	1mol/L	クロム酸カリウム 19.4g	10
過マンガン酸カリウム水溶液 $\text{KMnO}_4=158$	0.02mol/L	過マンガン酸カリウム 0.316g	19 20
ヨウ化カリウム水溶液 $\text{KI}=166$	0.1mol/L	ヨウ化カリウム 1.66g	19
硫酸鉄(II)水溶液 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}=278$	0.1mol/L	硫酸鉄(II)七水和物 (硫酸第一鉄) 2.78g	19
ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム水溶液 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}=422$	0.1mol/L	ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム三水和物 (フェロシアン化カリウム) 4.22g	19
ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム水溶液 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6=329$	0.1mol/L	ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム (フェリシアン化カリウム) 3.29g	
硫酸マグネシウム水溶液 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}=246$	0.1mol/L	硫酸マグネシウム七水和物 2.46g	21
硫酸亜鉛水溶液 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}=278$	0.1mol/L	硫酸亜鉛七水和物 2.78g	21
酢酸鉛(II)水溶液 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}=379$	0.1mol/L	酢酸鉛(II)三水和物 3.79g	21
硝酸銀 $\text{AgNO}_3=170$	0.2mol/L	硝酸銀 3.4g	11
	0.1mol/L	硝酸銀 1.7g	21

# 調製方法

## 1 濃度について

本サポート資料では使用する溶液によって、モル濃度と質量パーセント濃度を用いている。

### (1) モル濃度 [mol/L]

溶液 1 L 中に溶けている溶質の物質質量

$$\text{モル濃度 [mol/L]} = \frac{\text{溶質の物質質量 [mol]}}{\text{溶液の体積 [L]}}$$

よって、モル質量  $M$  [g/mol] の薬品を  $a$  [mol/L],  $V$  mL 調製するとき、

$$\text{試薬を } \frac{aMV}{1000} \text{ [g] はかりとり, 水に溶かして全体を } V \text{ mL にする。}$$

### (2) 質量パーセント濃度 [%]

溶液の質量に対する溶質の質量の割合

$$\text{質量パーセント濃度 [%]} = \frac{\text{溶質の質量 [g]}}{\text{溶液 (溶質+溶媒) の質量 [g]}}$$

よって、 $b$  [%] の薬品を、 $W$  [g] 調製するとき、

$$\text{試薬を } \frac{bW}{100} \text{ [g], 水を } W - \frac{bW}{100} \text{ [g] はかりとり合わせる。}$$

## 2 調製方法について

定量実験を行う場合、試薬の濃度は、厳密にしなければならないが、定性実験の場合、おおよその濃度で差し支えない。高等学校理科「化学基礎」において、より厳密な濃度が必要となるのは中和滴定と酸化還元滴定の実験である。

また、調製の際に使用する水は蒸留水を用いる。水道水は使用しない。

### (1) より厳密な調製が必要な場合（滴定などの定量実験）

メスフラスコ、ホールピペット、電子天秤を用いる。また、潮解性、酸化されやすい、還元されやすいなど不安定な薬品は、正確な濃度に調製できないので、滴定を行うなどして、濃度を測定する必要がある。また、原料が液体のものも、薬品に記された濃度の精度が低いので、滴定して測定する。

#### 【固体の試薬の場合】

- ① 計算で必要な溶質の質量や体積を求め、電子天秤を用いて正確にはかりとる。
- ② 必要な溶液の量のおおよそ 6 割（目分量でよい）の水（溶媒）を、ビーカーにとる。このとき、使用するビーカーは、調製する溶液の量より 1 サイズ大きいビーカーを用いる。
- ③ ②の水に①の溶質を加え、ガラス棒を用いてよく溶かす。
- ④ ③をメスフラスコに移す。使用したビーカーと攪拌に用いたガラス棒を、洗浄瓶を用いて少量の水で洗い、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。
- ⑤ ④のメスフラスコに水を少しずつ加えてはメスフラスコを回して攪拌を繰り返し行い、最後に、水面の下（メニスカス）が標線と合うように水を加える。最後の微調節は、ビーカーに水を入れ、駒込ピペットを用いて正確に行う。溶解熱で温度が上昇した場合は、温度が下がってから、水を加えて、標線に合うようにする。
- ⑥ 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。

【液体の試薬の場合（正確に希釈はできるが、正確な濃度は確定できない）】

- ① ホールピペットで正確に薬品をはかりとり、メスフラスコに移す。このとき、濃硫酸のように溶解熱が大きい薬品は、固体の試薬の場合と同様に、ビーカーを用いて水に硫酸を加えて溶かしてから、メスフラスコに移す。使用したビーカーとガラス棒の洗浄液も同様に入れる。
- ② 溶解熱で温度が上昇した場合は、温度が下がってから、水を加えて、標線に合うようにする。

- (2) ある程度の厳密さが必要な場合（「化学変化と量的関係」など一部定量実験）  
メスシリンダー、電子天秤を用いる。

【固体の試薬の場合】

- ① 必要な溶質の質量を計算で求め、電子天秤を用いてはかりとる。
- ② 必要な溶液の量のおおよそ6割程度（目分量でよい）の水をビーカーに取る。このとき、使用するビーカーは、作ろうとする溶液の量より1サイズ大きいビーカーを用いる。
- ③ ②に①の溶質を加え、ガラス棒でよく攪拌し溶かす。
- ④ ③をメスシリンダーに移し、(1)同様使用したガラス棒の洗浄液を加えた後、必要な溶液量になるように水を加える。

【液体の試薬の場合】

- ① 必要な溶質および必要な水の体積を、メスシリンダーを用いてはかりとる。
- ② ビーカーに①の水を入れ、溶質を、ガラス棒を伝えながら加え、よく攪拌する。
- ③ ②をメスシリンダーに移し、(1)同様使用したガラス棒の洗浄液を加えた後、必要な溶液量になるように水を加える。

- (3) おおよその濃度で十分な場合（定性実験 化学基礎の実験ではほとんどがこれに当たる）  
この方法は、溶質を加えた際の溶液の体積変化を考慮しない方法である。

【固体の試薬の場合】

- ① 必要な溶質の質量を計算で求め、電子天秤を用いてはかりとる。
- ② 必要な溶液量と同量の水をメスシリンダーではかりとる。
- ③ ②をビーカーに移し①を加えてよく攪拌して溶かす。

【液体の試薬の場合】

- ① 必要な溶質および必要な水の体積を、メスシリンダーを用いてはかりとる。
- ② ビーカーに①の水を入れ、溶質を、ガラス棒を伝えながら加え、よく攪拌して溶かす。

- (4) 注意が必要な溶液の調製

- ① 溶解熱が大きい試薬

酸や塩基は水に溶かすと溶解熱により、発熱するものが多い。特に、硫酸は溶解熱が大きいいため、硫酸に水を加えると加えた水が突沸し、硫酸と共に飛び散る危険がある。必ず、水に硫酸を加えるようにする。また、濃度が比較的大きい硫酸を調製する際は、水をはった水槽にビーカーを入れて冷ましながら調製作業を行うようにする。



- ② 潮解性がある試薬

水酸化ナトリウムなど潮解性のある試薬は手早く計量を行う。