

化 学 分 野

化学の世界へ誘う演示実験例

テルミット反応 1 - 酸化鉄とアルミニウム粉の反応 - (p.31 参照)

多量の煙と塵埃が立ち上り，火花が垂直方向に 2 m，水平方向に 5 m 飛ぶことがある。



テルミット反応2 - 酸化銅とアルミニウム粉の反応 - (p.31 参照)

左頁と同様に激しい反応が起こるが、酸化鉄の場合よりも反応が早くて激しく、始まったら一瞬にして終わるので細心の注意を払う。また、煙の発生とともに反応物がすべて飛び散るので、必ず屋外で行う。



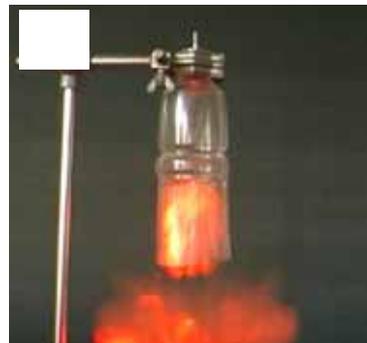
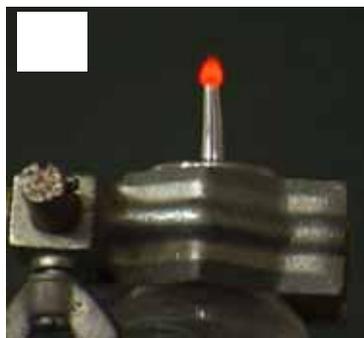
水素の爆発実験 (p.27, 92 参照)

水素の爆発実験では、水素が発生している管等へ直接点火した際の事故が多い。

< ペットボトルを使って >

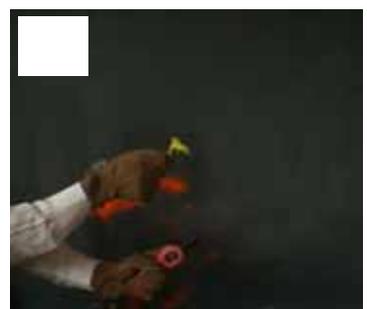
ペットボトルに水素ガスを入れる時は、安全性を考慮し、上部までノズル等を入れて水素ガスを満たす。点火後、小さな炎(、水素の燃焼)がしだいに下の方へ引き込まれるようになって爆発する。

キャップ部分にはゴム栓付きガラス管を付けている。水素ガスを満たす際は、手でふさいでおく。



< 風船を使って >

この実験を行う時は、安全性を考慮し、必ず防護手袋をする。また、風船に入れる水素ガスの量をあまり多くしない。



1 安全な器具・薬品等の取扱い - 器具編 -

(1) ガスバーナー

ア 安全な取扱い方

点火する前に、強い風が当たらず、近くに引火性のものがないことを確認する。

ガスの元栓を開ける前に、空気調節ネジ(通常上にある)とガス調節ネジがなめらかに回ることを確認し、両方のネジを閉めておく。

ガスの元栓を開けた後、ガスバーナーのガス栓(機種によってはないものもある)を開ける。マッチ(又はライター)の火を開口部の斜め上あるいは横に近付け、ガス調整ネジを開き、点火する。点火後は赤橙色(不完全燃焼)の炎が上がる。

顔をバーナーから離して、ガス調節ネジでガスの量(炎の大きさ)を調節した後、ガス調節ネジを手で押さえて固定したまま、空気調節ネジを回して空気の量を調節し、青白色の安定した炎にする。

消火する際は、まず空気調節ネジをゆるやかに閉め、点火の逆の操作順で閉めていく。ただし、長時間使用した後など、ガスバーナーが高温になっているときは、元栓を先に締めた方がよい。

イ 注意事項

(ア) 点火の際は斜め上あるいは横から火を近付ける。開口部真上に火を近付けると、ガスの噴出で火が消えたり、マッチの燃えさしが筒の中に落下したりする。(図1)

(イ) 空気調節を行う際、空気を入れたときに炎が急に大きく吹き上がることがあるため、髪の毛などを焼かないように注意する。また、赤橙色の炎を大きくしすぎるとすすが出る。

燃焼管内に火が引き込まれて消えたときは、急いで元栓を閉め、ガスが流出しないようにする。

(ウ) 点火中は、常に注意を怠らず、そばから離れない。風や吹きこぼれた液体などで炎が消えたときは、すぐに元栓を閉める。

(エ) ビーカーなどを長時間加熱する際は、石膏ボードなどを敷き、実験台等の過熱を避ける。また、バーナーや三脚等が熱くなっているので、すぐに触らないようにする。

(オ) 高温になったバーナーを消火する際、空気やガス調節ネジをきつく閉めると、次に使用するときネジが動かなくなることがある。

ネジが動かない場合は、ペンチなどを用いて、回るようにメンテナンスをする。

ウ 事故例

理科室で刃物を使った工作時にガスバーナーのガス管にいたずらした生徒がいたらしく、その後の授業で、ガス管から漏れ出したガスに引火しそうになった。

実験中、生徒がガスバーナーの使い方を間違え、火柱を上げてしまった。

バーナーの使用後、三脚や金網でやけどをした。

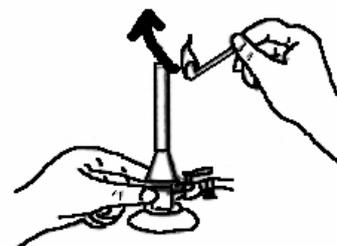


図1 着火

(2) クランプ・試験管ばさみ

ア 安全な取扱い方

(ア) 鉄製スタンドのクランプは、落下防止のために、はさむ部分の長い方を下にし、止めネジの方を上にして使用する。なお、クランプに包帯を巻いておくと、ガラス器具の破損な

どを防ぐことができる。(図2) 加熱する場合は、包帯を巻かない方がよい。

(イ) 落下防止のため、試験管ばさみは、はさむ部分の長い方を下にして使用する。(図3, 4)



図2 クランプ



図3 試験管ばさみ

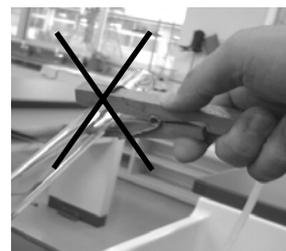


図4 悪い例

イ 注意事項

(ア) クランプでガラス器具をはさむとき、締めすぎると、ガラス器具が破損する可能性がある。

(イ) 試験管で液体を加熱する際は、試験管の上端近くを試験管ばさみではさみ、試験管を少し傾け、試験管の底部を軽く左右に振るようにする。また、突沸に気を付け、開口部に人がいないことを確認しておく。

ウ 事故例

試験管ばさみのはさむ部分の短い方を下にして試験管を加熱していたところ、試験管が滑り落ちて割れ、熱くなった液が手足や服にかかった。

(3) 試験管

ア 安全な取扱い方

(ア) 入れる試薬の量は、多くても試験管の4分の1程度とし、内容物をよく振り混ぜることができるようにする。

(イ) 振り混ぜるときは、試験管の上端近くを持って、底部を左右に回すように振る。

(イ) 硬い固体などを入れるときは、試験管が割れないように、試験管を少し傾けてそっと滑らせて入れる。(図5)

(イ) 加熱するときは、開口部に人がいないことを確認し、試験管を少し傾け、底部を左右に回すように振る。(突沸に注意する)

(オ) 洗うときは、サイズの合った試験管ブラシを用意し、試験管の底を突き破らないように注意して洗う。(図6)

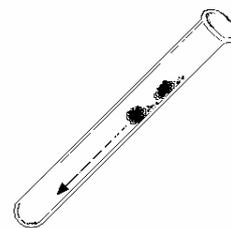


図5 固形物の入れ方

イ 注意事項

(ア) 試薬の量が多すぎると、振り混ぜにくく、加熱の際に突沸しやすくなる。

(イ) 激しく混ぜる際は、開口部を指でふさがず、ゴム栓などで栓をする。

(ウ) 振らずに加熱すると突沸しやすい。

(エ) 大きい試験管ブラシを無理に差し込まない。

試験管の破損によるけがや突沸による事故は多い。生徒に試験管の取扱い方や操作法を十分指導しておくことが大切である。

ウ 事故例

鉄と硫黄の化合実験後にマグネシウムの酸化実験を行ったところ、マグネシウムと鉄を間違えたため、試験管が破裂した。加熱した試験管と知らずに手に持ち、やけどした。(図7)



図6 破損例

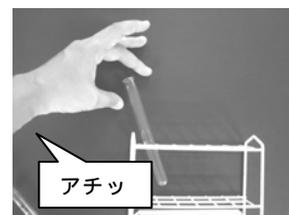


図7 やけどに注意

(4) ビーカー

ア 安全な取扱い方

- (ア) 溶液の量は、多くても4分の3程度とし、攪拌時にこぼれたり、加熱時に吹きこぼれたりしないようにする。
- (イ) ビーカーの底を持って溶液を注ぐと、溶液が手に付くことがあるので、注ぎ口が外になるようにして、縁の広がりのある部分を持つ。(図8)
- (ウ) 外側が濡れていると滑りやすく、加熱時の破損の原因にもなるため、外側は濡らさないように心掛ける。
- (エ) 硬い固体をビーカーの底に直接落とすと破損することがあるので、攪拌子などを入れるときは、ビーカーを傾けてそっと滑らせて入れる。(図9)
- (オ) 加熱のときは、外側をよく拭き、金網を敷いて加熱する。少量の溶液を加熱するときは、空だきしないように気を付ける。



図8 ビーカーの持ち方

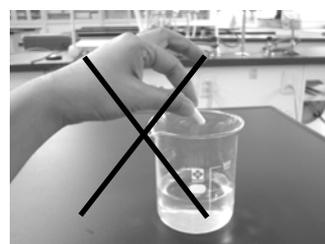
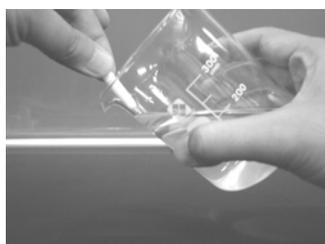


図9 攪拌子の入れ方

イ 注意事項

- (ア) ビーカーは局所的な加熱に弱いので注意する。金属ナトリウムと水との反応などでは、水で湿らせたろ紙をビーカーの底に敷いておく。
- (イ) ヒビの入ったビーカーは使用しない。攪拌する際に用いるガラス棒の先には、シリコン管等を付けておくと安全である。
- (ウ) 小さな砂粒などの上に置くと割れることがある。ビーカーなどのガラス器具を実験台上に置くときはそっと置くようにする。

ウ 事故例

ガスバーナーで水を沸騰させているとき、ビーカーにヒビが入り、底がぬけて熱湯が実験台上に飛び散った。

金属ナトリウムを水の入ったビーカーに入れて発火させたら爆発し、ビーカーの破片が飛び散った。

(5) フラスコ

ア 安全な取扱い方

- (ア) 溶液の量は、フラスコの4分の3程度とし、沸騰させるときは3分の1以下にする。
- (イ) フラスコの首の部分は弱く破損しやすいため、フラスコを持つときは、底を手の平で支え、もう一方の手で首の部分を持ち、まっすぐに持ち上げる。(図10)
- (ウ) 気体を発生させるときは、平底フラスコではなく、圧力に強い丸底フラスコを使用する。
- (エ) 転倒防止のためのフラスコ台を用意する。(次頁図11)

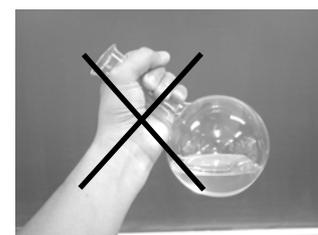


図10 持ち方の悪い例
首の部分を持って横にしない

(オ) 硬い固体や攪拌子を入れるときは、フラスコを傾けてそっと滑らせて入れる。

イ 注意事項

(ア) 加熱するときは、外側の水滴をよく拭き、スタンドに固定し、金網を敷いて加熱する。

(イ) フラスコにゴム栓やガラス管などを付けると頭部が重くなるので、スタンドにしっかりと固定する。

ウ 事故例

三角フラスコに少し多めの水銀を入れ、鉄製スタンドのクランプにはさんで置いていたところ、翌日、水銀とガラス片が床に散乱していた。クランプには、首から上の三角フラスコの残骸が残っていた。硫黄を振りまき、水銀を回収した。

過酸化水素水の原液を三角フラスコに入れ、ゴム栓をして実験台の上に置いていたところ、翌日、フラスコが破裂していた。

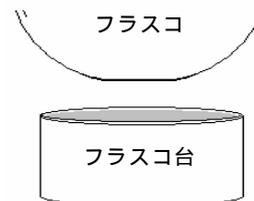


図 11 フラスコ台

(6) ピペット

ア 安全な取扱い方

(ア) 駒込ピペットは、ゴムキャップを親指と人差し指で操作し、下の部分を残りの指でしっかりと握って使用する。(図 12)

(イ) ゴムキャップまで溶液を吸わせない。また、先端が欠けやすいため、ポリエチレンのチューブなどで保護したり、ピペット台を使用したりするとよい。(図 13)

(ウ) ホールピペットで吸引する際、有害な物質を含む水溶液の場合は、安全ピペッターを使用する。(図 14)

(I) 安全ピペッターの使い方を以下に示す。



図 12 ピペットの持ち方

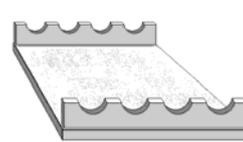


図 13 ピペット台

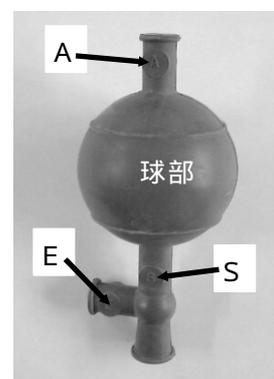
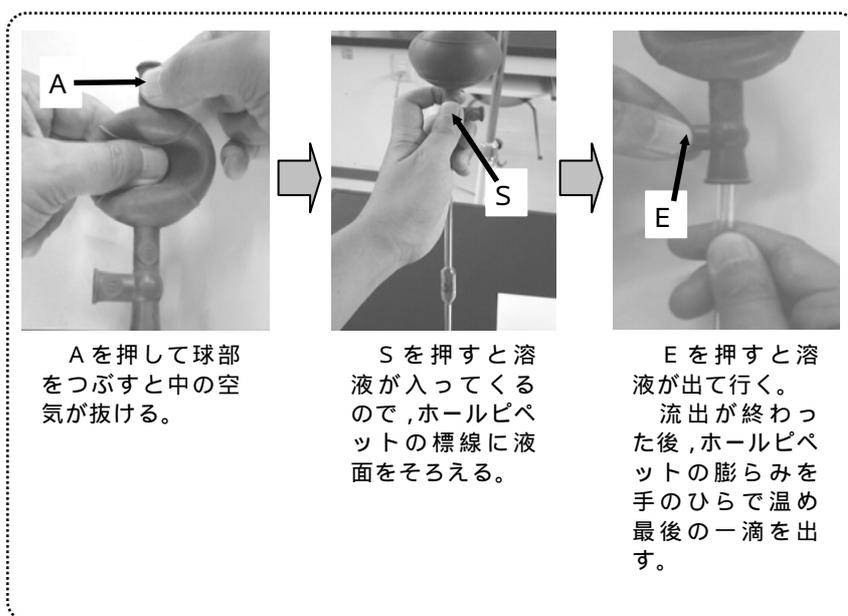


図 14 安全ピペッター

図中の記号は、左の写真に対応している

イ 注意事項

(ア) ゴムの部分のみを握って扱おうと抜けて落下しやすい。(図 15)

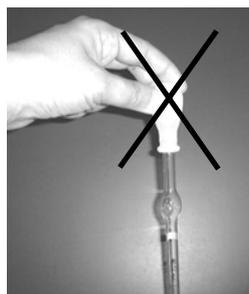


図 15 悪い例

(イ) ゴムキャップ内まで吸い込むと、薬傷の原因となったり、他の実験で使えなくなったりするため、ゴムキャップ内まで吸い込まない。



図 16 深く入れる

(ウ) ピпетの先は、溶液の入った容器の底付近から吸うようにする。特に、ホールピペットの場合は、先端が液面近くにあると、空気とともに急に吸い込んで、誤飲することがある。(図 16)

(エ) 揮発性の試薬をピペットで量り取る時は、吸い取った液が噴出しないように注意する。

ウ 事故例

ホールピペットでシュウ酸(劇物)を吸っていた生徒が、シュウ酸を口の中まで吸い込んでしまった。

新品のアセトアルデヒド(劇物)を少量取るため、薬品瓶に直接駒込ピペットを差し込んだら、噴水になって噴出した。

ジエチルエーテルを駒込ピペットで量り取っていたら、手の温かさでジエチルエーテルが噴出した。

(7) メスシリンダー

ア 安全な取扱い方

(ア) 安定した水平な台において使用する。

(イ) メスシリンダーは、おおまかな容積を量るときに使用する。

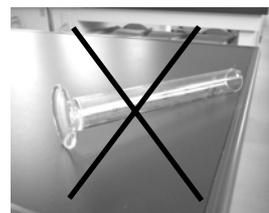


図 17 悪い例

横にして置かない

イ 注意事項

(ア) メスシリンダーは横にして置かない。(図 17)

(イ) メスシリンダーのような容積を量るガラス器具は、加熱しない。

一般に、容量を量るガラス器具を加熱乾燥すると、ガラスが膨張し正確な体積が測れなくなる。

ウ 事故例

不安定な台の上に置いていたメスシリンダーが転がり落ち、破損した。

(8) 試薬瓶

ア 安全な取扱い方

(ア) 液体試薬の薬品瓶は、ラベルを上にして持ち、試験管などに注ぐ。栓を置くときは、内側を上に向けておく。(図 18, 19)

(イ) 液体試薬には細口試薬瓶、固体の試薬には広口試薬瓶を用いる。

(ウ) 光により分解する薬品には褐色瓶を用いるなど、薬品の性質に合った試薬瓶やポリ瓶を使用する。(p.82 参照)



図 18 薬品瓶の持ち方

イ 注意事項

(イ) 液体試薬は、ラベルを下向きにして注ぐと、液だれによりラベルの文字が読めなくなることがある。



図 19 栓の置き方

- (イ) 揮発性の液体が入った試薬瓶は、ゆっくりと蒸気を逃がしながら栓を抜かないと、栓や液体が飛散することがある。

ウ 事故例

水酸化トリウム水溶液を入れた試薬瓶の栓が取れなくなったため、机の横で栓を軽くたたいて開けようとしたが、力を入れすぎたため、試薬瓶が破損して溶液が飛散した。

試薬瓶の栓を持って持ち上げたため、栓が抜けて瓶が落下し、試薬瓶が割れ、試薬が飛散した。

(9) ガラス管付きゴム栓

ア 安全な取扱い方

- (ア) 切ったばかりのガラス管の末端は鋭利であり、指などをけがすることがあるので、ヤスリで削るかガスバーナーで焼いて丸くしておく。

- (イ) ゴム栓の穴は、ガラス管より一回り大きいコルクボーラーで開ける。

- (ウ) ガラス管を差し込むときは、ゴム栓の近くを持ち、水やワセリンで滑りやすくしてから、少しずつ差し込む。(図 20)



図 20 ガラス管の差し方

イ 注意事項

加熱したガラス管は、高い温度になっているので、やけどをしないようにする。

見た目では分からないので、色が変わるプラスチック板や感熱紙があると便利である。

ウ 事故例

ゴム栓にガラス管を差し込む際に、ガラス管が折れて手に刺さり、大けがをした。

(10) ビュレット

ア 安全な取扱い方

ビュレット台にビュレットを取り付けたら、活栓が閉まっているか確認する。

ロートを取り付け、溶液を注ぎ込む。このとき、溶液がロートから溢れないように、ビュレットの上部とロートの間に空気を逃がすための隙間を必ず開けておく。(図 21)

活栓を開けて勢いよく液を流し、活栓より下にある空気を追い出した後、目盛りを記録する。

滴下をはじめ。活栓を回しているとき、活栓が抜けることがよくあるため、活栓が抜けないように少し押し気味に回転させるとよい。(図 22)

反応が終わったら目盛りを読む。

イ 注意事項

- (ア) 活栓に隙間が生じて液漏れを起こし、手に薬品が付くことがある。

- (イ) ガラス製のビュレットの活栓にシリコングリースなどを塗るときは、液体が通る穴をふさがないようにする。

- (ウ) 実験後、器具を洗浄する際は、活栓が入れ替わらないように注意する。また、加熱乾燥はしない。

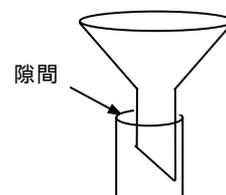


図 21 ロートの取付

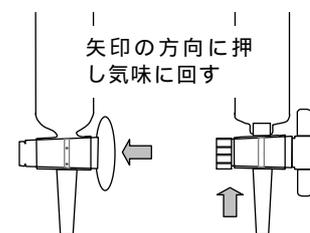


図 22 活栓の回し方

(11) 分液ロート

ア 安全な取扱い方

ロート台(スタンド)に立て、下の活栓を閉じ、ロートを用いて液を注ぐ。(図 23 a , b)

分液ロートの液量は、液量が多いと液が漏れ出てくることあるため、半分以下とする。

エーテルなどの抽出溶媒を入れ、上の栓をした後、上の栓の空気孔と栓の溝を空気が漏れないようにずらす。(図 23 c , d)

左手で上の栓を押さえ、右手で活栓を押さえて、分液ロートをしばらく振り、倒立した状態で活栓を開け、気化した溶媒の蒸気を抜く。これを数回繰り返す。(図 23 e)

ロート台に立て、下の活栓を閉じたまま、上の栓の空気孔と栓の溝を合わせて空気が通るようにして、しばらく静置する。その後、下層の液を下から流出させる。

(図 23 f , g)

空気抜き穴から液がこぼれないように注意して、上層の液を上から取り出す。

(図 23 h)

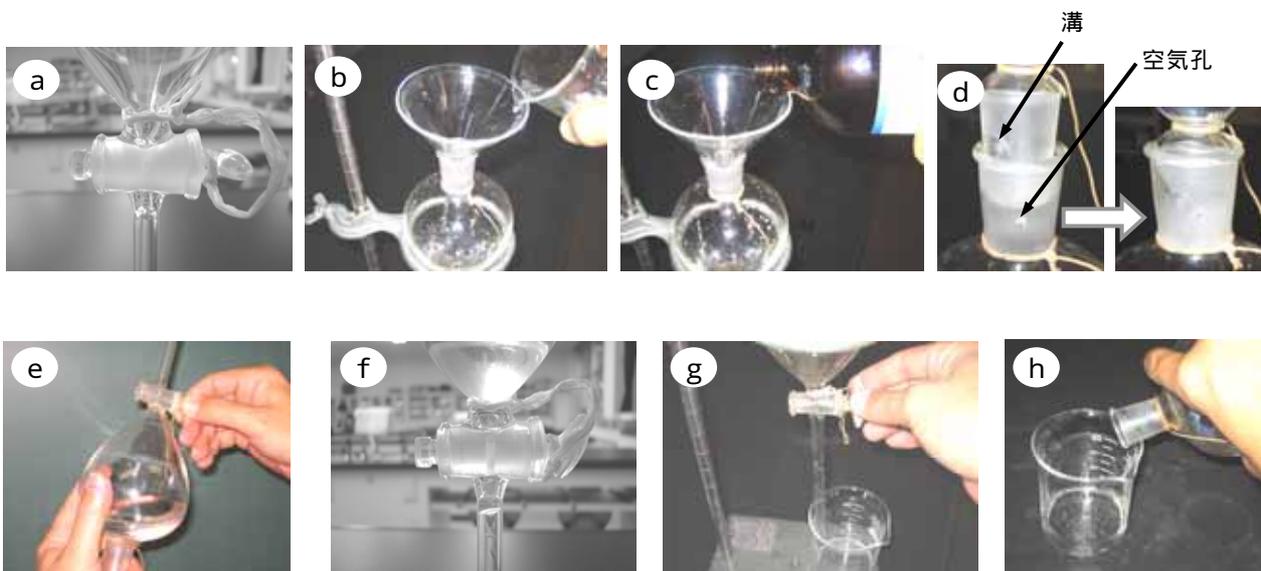


図 23 分液ロートの使い方

イ 注意事項

- (ア) エーテルなどの引火性溶媒を使うことが多いので、火気に十分注意し、換気をよくする。
- (イ) 抽出溶媒として、蒸気圧の大きいジエチルエーテルを用いる場合は、特に内圧が高まるので、たびたび蒸気を抜く。
- (ウ) 振り混ぜた溶液を静置する時、空気孔を溝に合わせておかないと栓が飛ぶことがある。
- (エ) 上の栓や下の活栓にシリコングリースを塗るときは、空気孔などの穴がふさがらないように注意する。
- (オ) 次に使用する時、活栓が取れなくならないように、すりガラスの活栓に紙などはさんでおくといよい。(図 24)



図 24 活栓のしまい方

2 安全な器具・薬品等の取扱い - 操作編 -

(1) 加熱

ア 安全な操作等

- (ア) 火災予防のため、消火器や防火用水をそばに置いておく。
- (イ) 背の高い(重心の高い)容器を加熱するときは、必ず鉄製スタンドに固定する。(図 25)
- (ウ) 容器に入れる液体の量は、3～4分目程度とし、多くても6分目を限度とする。沸騰させるときは、突沸を防ぐために、事前に必ず沸騰石を入れておく。(図 25)
- (エ) 小さな容器はすぐに熱くなる。試験管を加熱する際は、必ず試験管ばさみを使う。(図 25)
- (オ) 容器を加熱するときは、容器中の気体が膨張して容器が破裂することがあるため、絶対に栓をしない。(図 25)

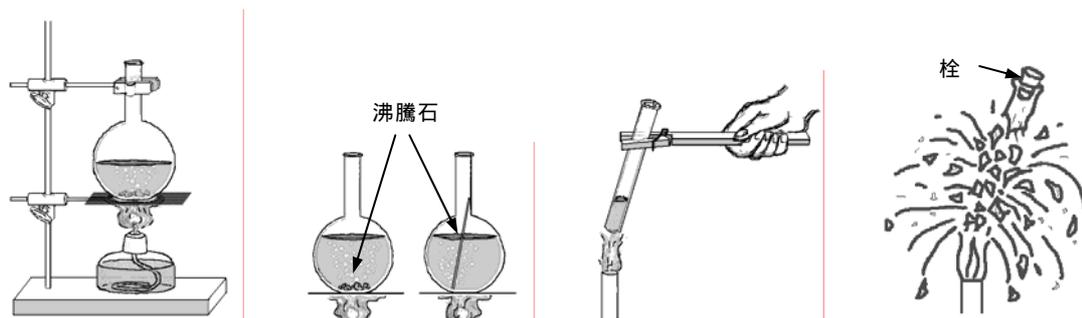


図 25 加熱時の操作 1

- (カ) ガラス製の容器は、一部を強熱すると割れる恐れがあるため、加熱するときは、必ず金網を敷いて加熱する。(図 26)
- (キ) 燃焼さじを使うときは、高温の上昇気流でやけどをすることがあるので、上端を持つか、フタ(金属の円盤など)を付けるようにする。(図 26)
- (ク) 加熱した蒸発皿やルツボを手で触るとやけどをするので、ルツボばさみで慎重に扱う。加熱後、机の上に直接置くと火事の原因となるので、素焼きの板などの上に置く。(図 26 ,)

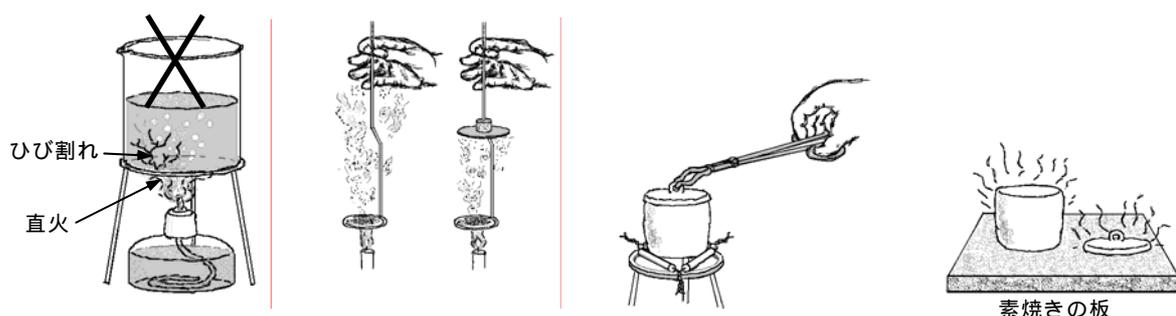


図 26 加熱時の操作 2

イ 注意事項

液体を加熱する際、沸騰石を入れ忘れたときは、沸騰直前にあわてて入れると突沸を起こすことがあるため、一度冷ましてから入れる。また、一度使用したものは、沸騰石としての働きをしないので、使わない。

ウ 事故例

試験管に入った液体を加熱するときに、大きな炎で加熱したために突沸した。

ビーカーのヒビに気付かずに液体を入れて加熱していたところ、突然ビーカーが割れ、液体が飛散した。

(2) 蒸発・濃縮

ア 安全な操作等

(ア) 蒸発・濃縮する場合は、少量の液が底に溜まりやすく、混ぜやすい丸底の蒸発皿を用いる。ビーカーを用いてはいけない。

(イ) 直火では泡が出過ぎたり、底に焦げ付いたりするので、水浴上で加熱する。(図 27)

イ 注意事項

(ア) 蒸発を早めたいときは、火力を上げるのではなく、蒸気を取り除くために、送風機や扇風機で送風した方がよい。(図 27)

(イ) 蒸発・濃縮が進み、液面に結晶の膜や粘りけが出てきたら、ガラス棒などでよくかき混ぜる。これは、液中で沸騰が進み、表面の膜などがはね飛ぶのを防ぐとともに、やけど防止にも効果がある。(図 27)

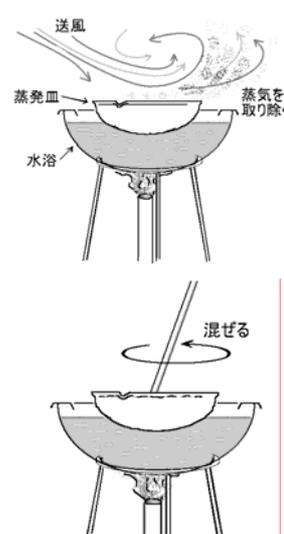


図 27 蒸発・濃縮時の操作

(3) 蒸留

ア 安全な操作等

(ア) フラスコ内の溶液が多いと、突沸した場合、泡があふれて装置を破損する恐れがあるため、溶液は半分以下とする。

(イ) 加熱をはじめる前に必ず沸騰石を入れ、突沸を防ぐ。

(ウ) アダプターと受け器の間は開放しておく。

ゴミよけに脱脂綿などをつめる程度ならよい。

(エ) 蒸留中は冷却水の流れが止まらないように気を配る。(図 28)

イ 注意事項

(ア) 途中で加熱を中止し、再び加熱をするときは、新しい沸騰石を入れる。

(イ) アルコールやエーテルなどの蒸留では、フラスコ内に残っている空気(酸素)と反応し、引火爆発することがあるので、初めは十分注意して加熱する。また、凝縮しなかった蒸気が受け器(三角フラスコ等)から漏れて引火することもあるため、受け器を熱源からできるだけ離したり、ついたてを立てたりするとよい。

(ウ) 引火性の液体の蒸留には、火を直接用いないことが望ましい。100 以下なら水浴(ウォーターバス)、100 以上なら油浴(オイルバス)を使う。マントルヒーターなどを用いてもよい。

(エ) アルコールなどの蒸留の際は、連結している部分の栓の閉め方が悪いと蒸気が漏れ、引火する恐れがあるため注意する。(ゴム栓は熱に弱く、コルク栓は強酸やアルカリに弱い)

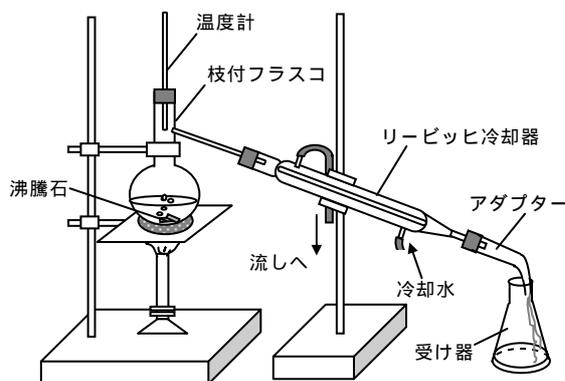


図 28 蒸留

【ひとくメモ】 エーテルを蒸留する場合は、必ず新しいエーテルを用いる

月日が経ったエーテルには、過酸化物が生じている可能性が高いので、古いエーテルの蒸留は避ける。この過酸化物は、エーテルより沸点が高いため、蒸留するにつれて濃縮される。このため、加熱を続けていると、蒸留を終わるところになって爆発する恐れがある。

どうしても古いエーテルを蒸留する必要がある場合は、過酸化物を取り除く(分解する)ため、ナトリウムワイヤーや水素化リチウムアルミニウムを注意しながら加え、その後、水分が入らないように塩化カルシウム管などを付けて1日放置したものを蒸留する。

ウ 事故例

加熱を始めた後、沸騰石を入れていないことに気づき、すぐに沸騰石を入れたところ、急に液が突沸した。

フラスコに半分以上の液体試料を入れて蒸留を始めたところ、液体試料があふれ出た。

面倒でも2回に分けて蒸留した方が結果的に速い。

(4) 冷却

寒剤・ドライアイス

ア 安全な操作等

(ア) 寒剤やドライアイスの実験では、軍手を使用するなど凍傷に気を付ける。

(イ) 寒剤を入れる容器は、広口の容器を用い、栓をしない。次第に温度が上がリ、気化した蒸気の圧力に容器が耐えきれず、栓が飛ぶか容器が破裂してしまう。(図29)

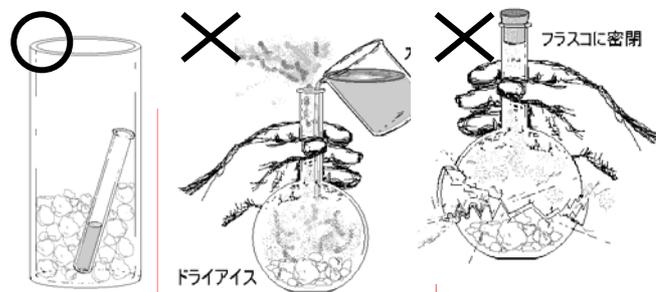


図29 寒剤・ドライアイスの取扱い方

イ 注意事項

超低温の物質は、重い凍傷になる危険性があるため、直接手で触れてはいけません。細口容器などにドライアイスを入れて水を加えると、白煙が噴き出し、内圧が急に高くなって破裂する恐れがあるので、細口容器は使用しない。

ウ 事故例

ペットボトルにドライアイスを入れてフタを閉めておいたら、突然、ペットボトルが破裂して飛び上がり、天井に穴が開いた。

もし、フタをするならごく小さな塊2つぐらいが限度である。

濡れた軍手でドライアイスをつかんでいたなら、張り付いて凍傷を起こしそうになった。

濡れた手や軍手では絶対に触らない。

液体窒素

ア 安全な操作等

(ア) 硬質ガラス製の専用の容器(ジュワー瓶)を必ず用いる。きっちりと容器の栓をしない。

(イ) 軍手は使用しない。

イ 注意事項

(ア) 液体窒素は軍手にしみ込むので、超低温に長くさらされ、凍傷を起こす。

(イ) 専用の容器(ジュワー瓶)の縁は、ひずみがあり急激な温度変化に弱い。液体窒素を入れるときは縁にかけないように注意する。液体窒素を家庭用のジャーに入れると、超低温のため、入れた瞬間にガラスが収縮して割れてしまう。

(図30)

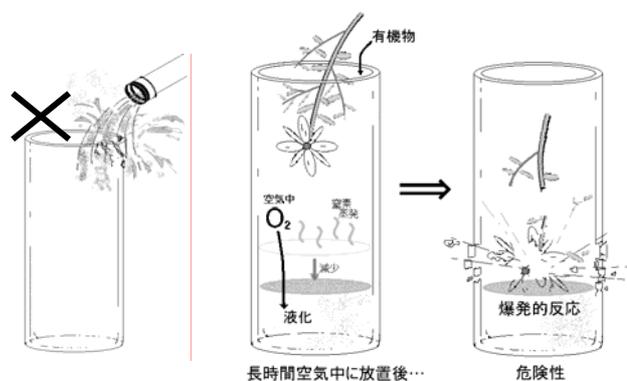


図30 液体窒素の取扱い方

(ウ) 液体窒素の入った容器を開放したまま長時間放置すると、空気中の酸素が液化して溶け込み、有機物と爆発的に反応することがある。(図30)

- (I) 実験後，ジュワー瓶が空でも超低温であったら栓をしない。
温度が上昇して破裂することがある。

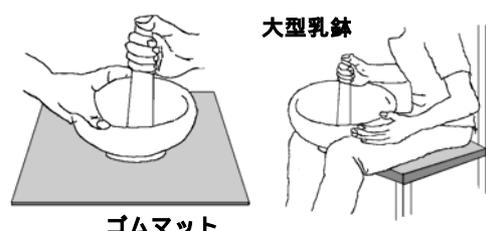
ウ 事故例

ラムネの瓶に液体窒素を入れたら，瓶が破裂した。
口の部分が細い容器には入れない。

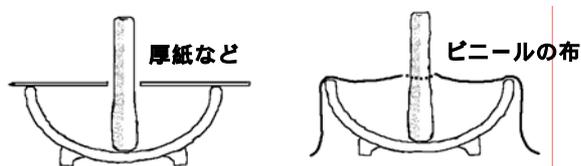
(5) 粉碎

ア 安全な操作等

- (ア) 乳鉢で粉碎するときは，乳鉢が滑って手や指をけがすることがあるので，ゴムマットの上で取り扱おうとよい。(図 31)



- (イ) 粉末が飛び散るのを防ぐため，乳棒は，垂直に力を加えるようにしてかき混ぜる。鉄製の乳鉢は，乳棒で岩石等をつついて粉碎する。大型の乳鉢は重くて固定しにくいので，ひざの間にはさんで操作する。(図 31 ，)



- (ウ) 微粉末が飛散するものや皮膚を痛めるものを粉碎するときは，フタをするか，ビニールの布で被ってから操作する。(図 31 ，)

図 31 乳鉢の取扱い方

- (E) 吸湿性の強い物質（塩化カルシウムなど）や酸化性物質は，粉碎しているうちに水分を吸ったり，酸化したりしてしまうので，ビニール袋などの中に入れ，空気を追い出して封じ込み，粉碎する。

イ 注意事項

摩擦すると発火・爆発の恐れのあるものは，たとえ少量であっても乳鉢で粉碎しない。(塩素酸カリウムや過マンガン酸カリウムなど)

ウ 事故例

花火を作る目的で，塩素酸カリウムと硫黄の粉末を混合するために，乳鉢でかき混ぜようとしたら爆発した。

同様の事例は，全国で多数報告されている。

(6) 攪拌

攪拌棒（かきまぜ棒）

ア 安全な操作等

- (ア) 攪拌する際，容器に入れる量は半分以下とし，それ以上になるときは大きい容器に取り替えて攪拌する。かき混ぜるときは，攪拌棒を回して攪拌する。

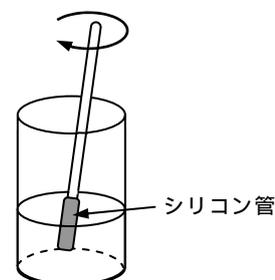


図 32 攪拌

- (イ) 攪拌棒の先にシリコン管をはめておくとガラス容器を割ったりすることがなく安全である。(図 32)

イ 注意事項

ガラス棒で粘性の高い溶液を攪拌するときは，無理に力を入れて攪拌しない。

ウ 事故例

ガラス棒で攪拌していたところ，ビーカーにヒビが入り，溶液がしみ出した。

自動かきまぜ器（スターラー）

ア 安全な操作等

- (ア) 回転が速くなったときに周囲が盛り上がりこぼれることがあるため、容器に入れる液量は、6分目以下とし、それ以上のときは大きい容器に取り替える。
- (イ) 攪拌子は、スターラーの中央で回るため、容器は必ず中心に置く。また、液中には固いものを入れない。

イ 注意事項

- (ア) 中心を外して置いたり、固いものが入っていると、攪拌子が器壁に当たったり、固いものを弾き飛ばしたりして容器が割れることがある。(図33)
- (イ) 背の高い容器は、回転の振動で倒れることがあるため、必ずスタンドに固定して攪拌する。(図33)

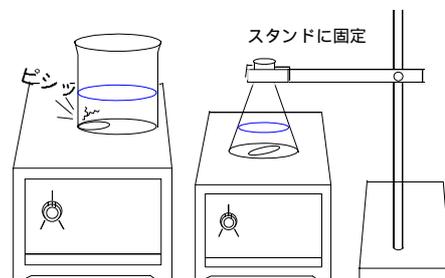


図33 スターラーの取扱い方

(7) ろ過・遠心分離

ろ過・吸引ろ過

ア 安全な操作等

- (ア) 吸引ろ過では、水流の変化による逆流を防ぐために、吸引瓶とアスピレーターの間に外部空気栓（安全びん）を付けておく。(図34)
- (イ) 吸引ろ過が終わるときは、逆流を防ぐため、水道（アスピレーター）を止める前に、外部空気栓を開放するか、外部空気栓がない場合には吸引瓶からゴム管を引き抜く。

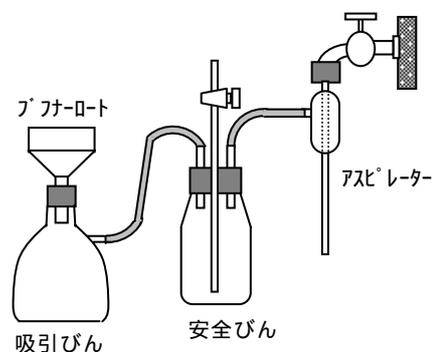


図34 吸引ろ過

イ 注意事項

- (ア) ろ過後の金属の粉末は、乾くと自然発火することがあるので、金属粉末の付いたろ紙はとりあえず水中に貯めておき、後で焼却処分する。
- (イ) 可燃性の溶液を保温漏斗でろ過するときは、バーナーなどの火を消し、引火の危険を避ける。また、ろ過に使用したろ紙は、引火の恐れがあるため、濡れたままゴミ箱に捨てない。
- (ウ) 吸引瓶は肉厚のガラスであり、熱湯などで割れやすいため、熱い溶液を吸引瓶に受けるようなろ過はしない。

遠心分離器

ア 安全な操作等

- (ア) 遠心分離器の沈殿管（小さな試験管）に試料溶液を入れすぎると、回転初期に液がこぼれて振り撒かれることがあるため、7分目以上は入れない。(図35)
- (イ) 遠心分離器を止めるときは、急に止めると液がこぼれ出ることがあるため、回転が自然に止まるのを待つ。

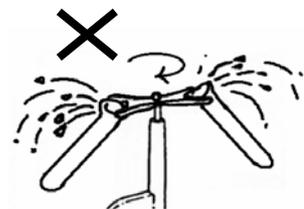


図35 遠心分離

イ 注意事項

左右の沈殿管には、バランスを保つため、同じ重さの試料溶液を入れる。

ウ 事故例

速く分離しようとして、急激に力を入れてハンドルを回したら、沈殿管が割れた。

(8) 乾燥

デシケーター

ア 安全な操作等

- (ア) デシケータは、すり部分の両面にグリースを塗り、本体とフタを少しずらした状態にして用いる。
- (イ) グリースが古くなっていたら、きれいに拭き取り、新しいグリースを薄く塗るといった保守管理をしておく。

イ 注意事項

- (ア) グリースが古くなるとフタが取れなくなり、無理に取ろうとすると破損することがある。
- (イ) フタが取れない場合は、木の壁などに当てて座りながら足でフタをずらすか、当て木をして木づちでたたいて取る。(図 36)
- (ウ) 乾燥剤として濃硫酸などを用いる際は、別の小容器に入れておくと取り換える際に安全である。(図 36)

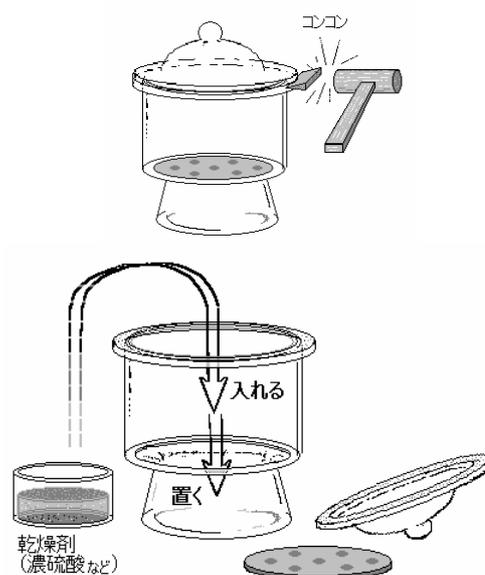


図 36 デシケーターの取扱い方

減圧デシケーター

ア 安全な操作等

- 栓を開けるときは、口にろ紙などを当て、ゆっくりと空気を入れる。(図 37)
- 水流ポンプ(アスピレーター)で減圧するとき、水が逆流することがあるため、安全びんと外部空気栓を必ず付けておく。(図 37)

イ 注意事項

急に栓を開けると、空気が一瞬に流れ込み、試料などが吹き飛ばされる。

ウ 事故例

- 減圧したデシケーターの栓を急に開けたところ、デシケーターにヒビが入った。
- 爆発性の化合物をデシケーターの中に入れ、外から赤外線ランプを当てていたら爆発した。

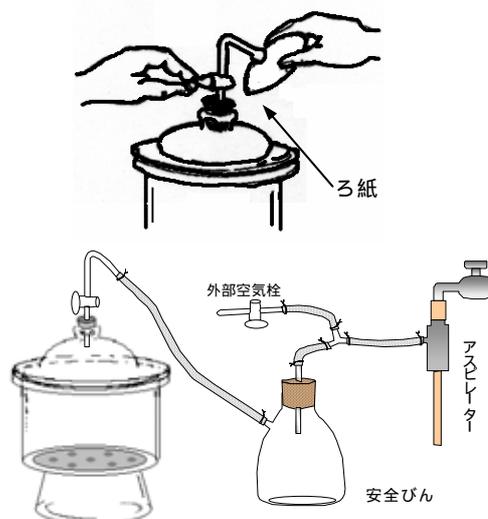


図 37 減圧デシケーター

電気乾燥機

ア 安全な操作等

- (ア) アルコールなどの可燃性蒸気が温度調節器の火花に引火して爆発することがあるため、引火性物質で濡れたものを絶対入れないようにする。
- (イ) 過酸化物や酸化剤を入れて乾燥すると爆発する恐れがあるため、絶対に入れない。

イ 事故例

速く乾燥させようとして、アセトンをかいたガラス器具を乾燥機に入れたら、爆発が起こり、扉が吹き飛んだ。

(9) 真空

水流ポンプ(アスピレーター)

ア 安全な操作等

- (ア) 水流ポンプは、水圧ではずれやすいので、水道の蛇口と水流ポンプをしっかりと接続する。
- (イ) 接続用ゴム管は、減圧に強い肉厚のゴム管や専用のジョイントを用いる。
- (ウ) 減圧しようとする容器は、減圧に強い丸底フラスコを用いる。

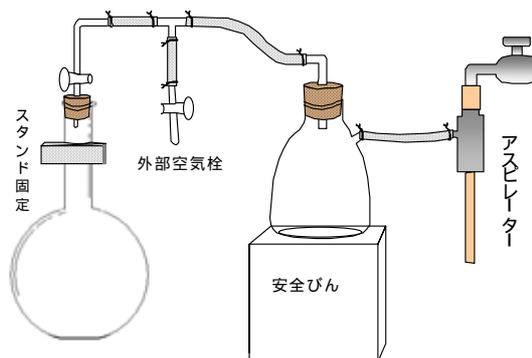


図 38 アスピレーターの取扱い方

- (エ) 水の逆流を防ぐために安全びんを取り付け、実験終了後に真空を抜くための外部空気栓(三方コックでもよい)を取り付けておく。(図 38)

イ 注意事項

- (ア) 真空になった容器の栓を開けるときは、急に栓を開けると強い空気の流れて割れることがあるため、ろ紙を口に当て、ゆっくりと常圧に戻す。(前頁図 37)
- (イ) 減圧しようとする容器には、圧力変化に弱い三角フラスコは使わない。他に適当な容器がない場合は、50ml の三角フラスコであれば使用してもよい。

真空ポンプ

ア 安全な操作等

運転前に、外部空気栓をつなぎ、真空にしようとする容器のフタや栓にグリースを塗り、気密を保つ。

次に、容器の活栓を閉じて外部空気栓を開き、スイッチを入れ、暖機運転を数分間行った後、外部空気栓を閉じて活栓を開け、容器内を真空にする。この手順を間違えるとポンプの故障につながる。(図 39 上)

ポンプを停止するときは、容器の活栓を閉じてから、外部空気栓を開ける。ポンプがカタカタと軽快な音を立てたら、スイッチを切ってゴム管などをはずす。



図 39 真空ポンプ等

イ 注意事項

- (ア) 短時間の「減圧沸騰」や「吸引る過」を行うときは、乾燥剤の入った装置を必ず取り付ける。長時間行う場合は水流ポンプを用いる。(図 39 下)
- (イ) 停止するときにスイッチを先に切ると、ポンプ内の油の飛沫が容器内に逆流することがある。
- (ウ) 活栓を閉めないでゴム管を取り外すと、容器中が真空になっているため、急に空気が入り込み、容器が破損するなど、事故につながる可能性があるため、操作手順を間違えないように注意する。
- (エ) ポンプ内の油だめに水が混じると真空性能が落ち故障の原因となる。
- (オ) 酸性の気体などがポンプ内にはいると金属部分をサビさせて故障の原因となるため、中和するための装置を必ず付ける。

(10) 気体の発生

キップの装置

ア 安全な操作等

装置を組み立て、ガス排出口に活栓付きゴム栓がぴたりとはまることを確認する。

活栓付きゴム栓をはずし、固体試薬を入れる。

活栓を開いた状態で、液体試薬を一番下のくびれあたりまで加える。

活栓を閉じ、更に液体試薬を上部の液だめの半分程度まで加える。

活栓を開けると、上部の液だめの液体が下がり、反応が始まって気体が発生する。しばらく気体を流し続け、装置内の空気を追い出す。

活栓を閉じると、内部の圧力で液体を押し上げるので、固体と液体が接触しなくなり、気体の発生が止まり、液体の上昇も止まる。その後、必要に応じてコックを開けて気体を取り出す。

イ 注意事項

- (ア) この装置は、気体の発生量が必要以上に多いという欠点をもつ。有毒ガスの場合は中毒の原因となることがある。
- (イ) 液体試薬を節約するためにガラス玉などを詰めておくといよい。固体試薬がくびれ部分から落ちると気体発生が止められなくなるので、グラスウールかドーナツ形に切ったポリエステルの板をはめておくといよい。(図40)
- (ウ) 実験後、液体を取り出すときは、こぼさないように十分注意する。また、取り出した液体は、次の実験用に保存しておくといよい。
- (エ) 上部は開放しておき、密栓をしない。

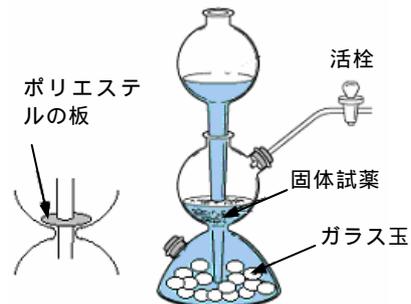


図40 キップの装置

活栓付きロート

ア 安全な操作等

- (ア) 気体の逃げ道を確保しておくため、活栓付きロートの栓は必ず開けておき、集気瓶等をゴム栓などで密栓しない。
- (イ) ロートの先は気体がロートの部分から漏れないようにするため、液の下方まで差し込んでおく。(図41)
- (ウ) 気体の発生を止めるときは、ゴム管をピンチコックで止めるとよい。ゴム管はよじれないように適当な長さにする。

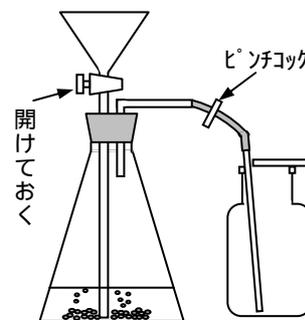


図41 活栓付きロートの使い方

イ 事故例

活栓付きロートの栓を閉めて気体を発生させていたところ、急激な反応が起こり、突然、反応容器の三角フラスコが破裂した。

水素などの可燃ガスの発生

ア 安全な操作等

- (ア) 水素ガスの発生初期には、容器中に酸素が残っているため、直接火を付けると引火爆発を起こすので絶対にしてはならない。
- (イ) 可燃性ガスを大量に発生させると、引火爆発することがあるため、必要最小限の試薬を用いる。

- (ウ) 引火を防ぐための「防爆管」を取り付けることで引火の危険度は低くなる。(図 42)
- (エ) 実験を中止するときは、ゴム管をピンチコックで止め、可燃ガスを出しっぱなしにしない。

イ 注意事項

容器内に酸素が残っているかどうかを確認するには、出てきた気体を上方置換で試験管に集めて点火するか、石けん水に入れて泡を作り、この泡をスプーンですくって着火させる。ポツという爆鳴音がしたらまだ酸素が残っている。

ウ 事故例

水素を発生させ、点火する際に爆発を起こした事例は、全国で多数報告されている。水素を発生させる容器が破裂している事例が多いことから、上記の注意事項を怠っていた可能性が高いと思われる。(p.92 参照)

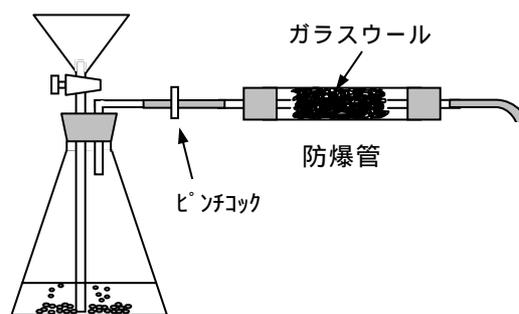


図 42 水素の発生 (防爆管)

(11) ガラス器具の洗浄・乾燥

ア 安全な操作等

- (ア) ブラシで洗うときは、ガラスの底を突き破ることがあるため、ブラシは底までの長さを持って、その長さ以内でよく洗う。(図 43)

- (イ) 濃硝酸や濃塩酸で汚れを取るときは、手の皮膚を侵すので、必ずゴム手袋を着用する。

白衣かエプロンを着用することが望ましい。

- (ウ) 濃塩酸を加熱して汚れを取るときは、塩化水素ガス（水に溶けやすい）が発生するので、水に濡らしたタオル（マスク）などを付けて行う。

- (エ) クロム酸混液（ニクロム酸カリウムと濃硫酸の混合液）で洗うときは、液が手や衣服に付かないようにし、付いたらすぐに流水で洗う。

- (オ) 洗ったガラス容器は、中の通風がよくなるように、また、水気を早く出すようにするため、逆さに立てる。立てるときは、実験台等に直接立てるのではなく、適当な乾燥台に立てる。

早く乾かしたいときは、洗浄後にアセトンをかけるとよい。特にピペット類には効果がある。ただし、火気に注意をして取り扱う。

- (カ) アルコールやアセトンで洗浄するときは、換気や引火に注意する。洗った後は、回収するか、多量の流水で流すようにする。(図 43)

イ 事故例

ピーカーが欠けているのに気付かず洗っていたら、手を切った。

欠けているガラス器具は、その場でよく分かる印を付けておくことこのような事故は防げる。



図 43 洗浄

(12) ガラス細工

ア 安全な操作等

- (ア) ガラス管を切るときは、目立ヤスリ（羽ヤスリ）をガラス管に少し傾けて押し付け、更に前方に押し付けて傷を付ける。押したり引いたりしない。（図 44）
- (イ) 次に、傷の反対側に両方の親指の腹を当て、おなかの前に構えて、親指で軽く前に押しながら左右に引くようにして切る。この時、周りに人がいないことを確認する。（図 45）

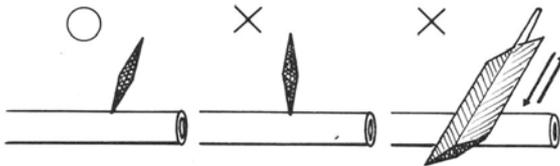


図 44 ガラス管の切り方 1

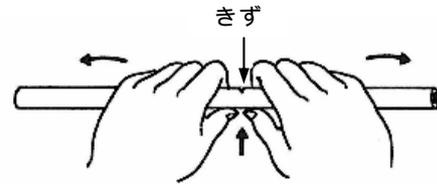


図 45 ガラス管の切り方 2

イ 注意事項

- (ア) すじ、気泡やゴミの入ったガラス管は、加熱すると割れることがあるので使用しない。（図 46）
- (イ) 作業するときは、安全のため、ガスバーナーの炎を上向きか向こう向きにして行う。
- (ウ) 焼いたガラス管を木製の机などに置くと、焦げて火災の原因となるので、石膏ボードやガラス立てなどの上に置く。
- (エ) ガラス管の切り口は、ケガの原因となるので、焼いて丸くするか、ヤスリで削って角を丸めておく。また、一部を溶かしたガラス管を吹くと高熱の破片が遠くまで飛ぶ恐れがあるため、絶対に人に向けて吹かない。（図 47）
- (オ) いったん加熱したガラス管などは、再加熱しない。再加熱するとひずみによりガラスが粉々になって飛散しやすい。



図 46 使用不可のガラス管

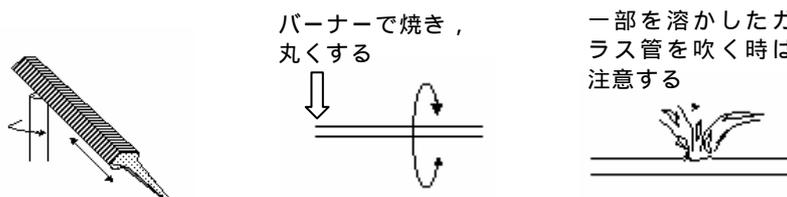


図 47 先端部の処理と危険防止

ウ 事故例

ガラス細工中、加熱した部分をうっかり触ってやけどした。

ガラスが熱をもっているかどうかは見た目では分からないので、十分冷やして次の行程を行う。ガラス細工の最中、いったん冷えたガラス棒を再加熱したとたん、ガラス棒の先が破裂し、破片の一部が生徒の目に入った。

ガラスはいったん冷えるとひずんでいるため、再加熱すると割れることが多い。一つの行程が終わるまで手を休めない。安全めがねを着用することが望ましい。

(13) 廃液タンク

ア 注意事項 (p94 参照)

- (ア) 比較的濃い塩酸の入った酸の廃液タンクに濃硫酸を入れると、塩酸が脱水されて塩化水素ガスが発生する。希釈した硫酸なら大丈夫なので、濃硫酸は必ず薄めてから酸の廃液タンクに捨てる。
- (イ) シアン化物の廃液は、酸性にするとシアン化水素（毒ガス）が発生し、極めて危険である。シアン化物の廃液は、水酸化ナトリウムなどを加え、必ずアルカリ性の状態にしておく。
- (ウ) 廃液タンク中で反応する可能性のあるものは、その可能性を除去してから入れる。有機廃液といえども、水が多く混入していることがあり、水と反応するものは入れない方が無難である。

イ 事故例

ナトリウムが入ったエーテルをうっかり有機廃液のポリタンクに入れてフタをした。5～10分後、爆発音が理科棟全体に響き渡った。

(14) その他

服装

ア 安全な操作等

- (ア) 長い髪は、実験中に試薬が付いたり、ガスバーナーの火で焦げたりするので、必ず結ぶようにする。
- (イ) スカートは、ひらひらして実験器具等を引っ掛けやすい。また、素肌の露出部分が広いと薬傷を負うこともあるので、できるだけズボンを着用する。
- (ウ) ストッキングは、火が付いたときに深刻なやけどを引き起こす可能性があるため、避けた方がよい。
- (エ) 実験は通常立って行う。作業性をよくするだけでなく、事故が起こったときの対処もしやすい。

イ 事故例

濃塩酸の入った試薬瓶が実験台から落ちて濃塩酸が飛び散り、スカートをはいた女生徒の素足にかかった。

メガネ (保護メガネ)

ア 注意事項

- (ア) コンタクトレンズは、目に対しての保護能力がまったくない。また、有機溶媒によって目の中で変質することもあり、眼に入った試薬の洗浄ができにくいので、実験中はできる限り保護メガネを着用する。
- (イ) 実験中はできるだけメガネ（保護メガネ）をかけ、次の3点に留意して実験を行う。
- ・ 試薬瓶やガラス器具を上方、特に開口部からのぞき込まない。
 - ・ 容器等を目線より高い位置に持ち上げない。
 - ・ 液滴を必要以上に高いところから落とさない。

イ 事故例

ビュレットの上部の口から水酸化ナトリウム水溶液を入れているとき、水酸化ナトリウム水溶液がこぼれ、目に入りそうになった。

3 演示効果の高い化学実験例 安全な操作法と留意点等

(1) テルミット反応

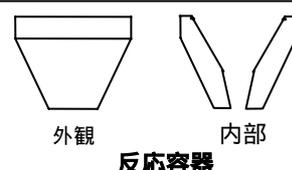
酸化鉄とアルミニウム粉末の混合物で小さい山を作り、その頂上にマグネシウムリボンを立てて、その周辺に塩素酸カリウムを少量振りかけ、マグネシウムリボンに点火すると、炎と火花が出て、融けた鉄ができる。

ア 材料

酸化鉄()粉末 Fe_2O_3 7g, アルミニウム粉末 3g, 塩素酸カリウム KClO_3 少量, マグネシウムリボン約 7cm (2本をよじっておく)

【反応容器】

素焼き 3号植木鉢に粘土を入れ、ロートのように敷き詰め、鉢に合わせ下部に穴を開け、数日間乾燥させる。
これを作っておくと何回も使用できて便利である。



イ 手順

酸化鉄()粉末 7g とアルミニウム粉末 3g をビニール袋に入れ、よく振り混ぜる。

耐熱板の上にスタンドを置き、反応容器をスタンドに固定する。

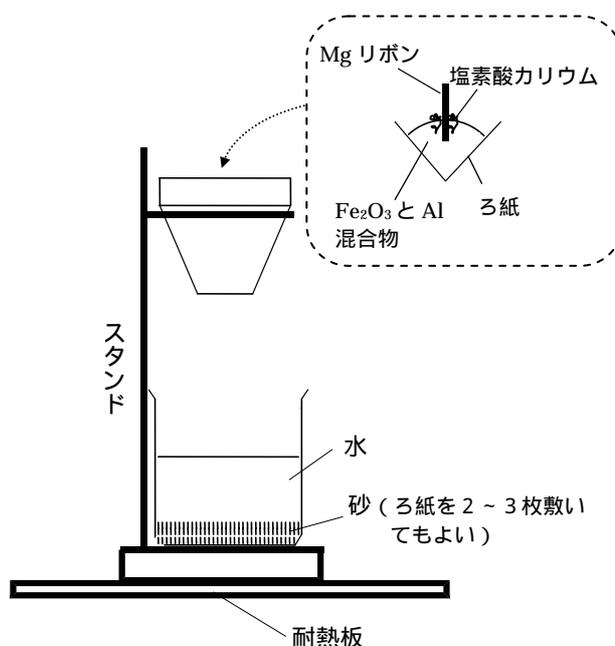
水を入れたビーカーに砂を適量入れ、反応容器の下に置く。

反応容器にろ紙をセットし、その上にの混合粉末を入れ、導火線としてマグネシウムリボンを突き立てる。その周りに塩素酸カリウムを少量振りかける。

生徒が 2m 以上離れていることを確かめ、ハンドパーナーで点火する。

1 ~ 2m の白熱の火柱を立て、たちまち反応が終わる。溶けた鉄が、反応容器の底からビーカーに落ちる。

しばらくしてから、ビーカーから反応物を取り出し、反応物を金づちでたたいて小片にし、その小片に磁石を近づけ、鉄であることを確かめる。



ウ 留意点等

(ア) 多量の煙と塵埃(じんあい)が立ち上り、火花が垂直方向に 2m, 水平方向に 5m も飛ぶこともあるため、戸外で行った方が望ましい。また、燃えやすいものを遠ざけておく。

(イ) 生成したばかりの鉄は熱いので、冷えるまでさわらない。

(ウ) 塩素酸カリウムは強い酸化剤である。塩素酸カリウムはプラスチックの薬さじを用いて取り扱う。

(エ) 酸化銅() CuO (20g) とアルミニウム粉末 (5g) でも同様の激しい反応が起こるが、酸化鉄の場合よりも反応が早くて激しく、始まったら一瞬にして終わるので細心の注意を払う。また、煙の発生とともに反応物はすべて飛び散るので、必ず屋外で行う。

(オ) 生成した固体は室温に冷却し、すべての固体はこすり取って処分する。

(2) ナトリウムの反応

ナトリウムは反応性が高い物質で、水とは水素を発生して激しく反応する。塩素とも炎色反応の黄色の光を発生しながら速やかに反応し、塩化ナトリウムを生じる。

ア 材料

金属ナトリウム（小豆大）、さらし粉、6 mol/l 塩酸、フェノールフタレイン溶液、ビーカー、ろ紙、ピンセット、ポリ袋

イ 手順

ナトリウムと水の反応

金属ナトリウムをろ紙上に取り、表面に付いている灯油を吸い取る。

ナイフで1 mm ほどの厚さに切り、切断面を観察する。次に、この小片を4分割する。

切断直後は、ナトリウムの金属光沢が観察できるが、すぐに曇る。

ビーカーに純水で濡らしたろ紙を入れ、その上に の1粒をピンセットを用いて落とし、素早くガラス板でフタをし、横から観察する。

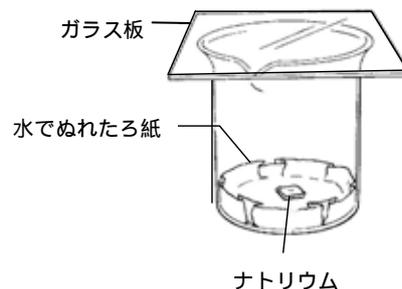
ろ紙の濡れ具合は、ビーカーに一度水を入れて捨てるぐらいが丁度よい。

気体を発生しながら激しく反応するのが観察できる。

反応が止まったり、進まなかったりするようだったら、ビーカーの注ぎ口から洗びんで水を少量入れるとよい。

反応が終わったように見えても最後にはじける場合があるので、しばらくガラス板をしたまま放置する。

反応が終わったら、ビーカーにフェノールフタレイン液を1～2滴入れ、塩基性であることを確かめる。



ナトリウムと塩素の反応

さらし粉と塩酸で塩素を発生させ、それをポリ袋に貯めておく。

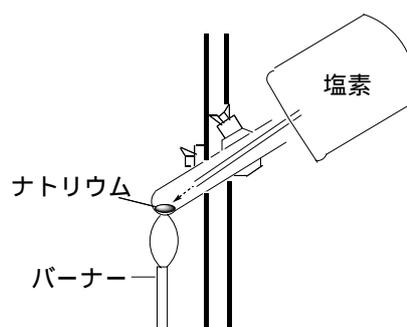
乾いた試験管に小豆大のナトリウムを1粒入れ、スタンドに傾けて固定する。

ナトリウムをバーナーで加熱する。ナトリウムが融解したら、すぐにポリ袋から塩素を吹き込む。

黄色の光を発生しながら反応が進む。

光らなくなったら反応は終わりである。

試験管の内壁に、塩化ナトリウムの白い粉末が付着しているのを観察することができる。



ウ 留意点

(ア) ナトリウムは反応性が非常に高く、空気中の水蒸気、二酸化炭素、酸素とも反応するので、石油（灯油）中に保存する。また、手で直接触ったり、水で濡れた手で扱ったりしてはならない。

(イ) 塩素は呼吸器系を侵す毒ガスである。塩素を発生させるときはドラフトで行う。発生容器に残った塩素は、チオ硫酸ナトリウム（ハイポ）や亜硫酸ナトリウムなどの還元剤で処理する。

(ウ) の反応で使用した試験管は、冷えた後、エタノールを入れてナトリウムが残っていないことを確かめてから捨てる。

(3) 塩素酸カリウムとグラニュー糖（砂糖）の反応

塩素酸カリウムとグラニュー糖の混合物の小さい山に，1滴の濃硫酸を加えると，煙の発生とともに紫色の炎が出る。

ア 材料

塩素酸カリウム KClO_3 6 g，グラニュー糖 2 g，濃硫酸 H_2SO_4 1 滴，スパチュラ，陶磁器製の大きな皿

イ 手順

スパチュラを用いて，塩素酸カリウムとグラニュー糖を注意深く混合する。

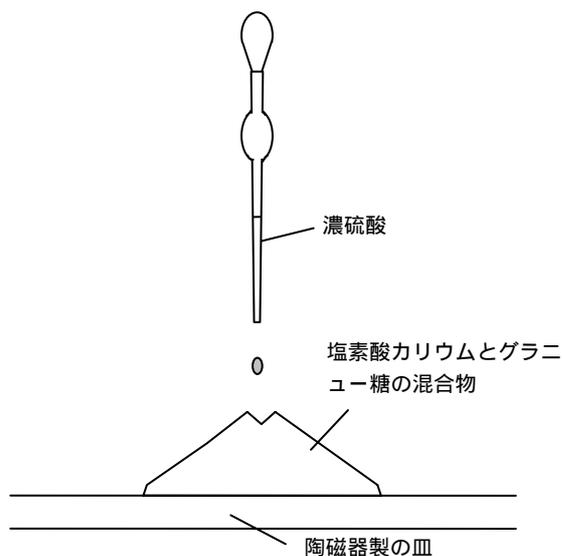
陶磁器製の大きな皿の中央に，の混合物の小さな山を作り，スパチュラを用いて，小山の頂上に小さなくぼみを作る。

このくぼみに濃硫酸を1滴加え，すぐに後ろに下がる。

反応はゆっくりと始まり，1～2分後に煙を出し，続いて小山は炎につつまれる。

ウ 留意点等

- (ア) 塩素酸カリウムは強力な酸化剤であるので，燃えやすい材料と混合すると，可燃性や爆発性が強くなる。塩素酸カリウムとグラニュー糖（砂糖）の混合物は絶対に保存しない。
- (イ) 濃硫酸は強酸で強力な脱水剤であるので，注意して取り扱う。こぼれた濃硫酸は，炭酸水素ナトリウム（ NaHCO_3 ）などで中和した後，拭き取って処理する。
- (ウ) 反応が終わるとほとんど何も残らない。反応した周りをぬれ雑巾で拭き取って処理する。



(4) 赤リンと塩素酸カリウムの反応

ブロックや鉄板上に塩素酸カリウムを耳かき半杯のせ、その上に赤リンを同量のせる。それを金づちでたたくと激しい爆発音とともに爆発が起こる。

ア 材料

塩素酸カリウム KClO_3 少量（耳かき半杯）、赤リン少量（耳かき半杯）、スパチュラ、軍手、金づち、防護めがね

イ 手順

ブロック又は鉄板上に、塩素酸カリウムを耳かき半杯のせ、その上に赤リンを同量のせる。軍手と防護めがねをし、一方の手で耳をふさいで、金づちでたたくと激しい音とともに爆発が起こる。（金づちを水平に当てないと爆発せずに燃焼が起こる）

ウ 留意点

- (ア) 爆発の際、生成物等が飛び散るので、長袖・長ズボンを着用して行う。
- (イ) 乳鉢を用いて、塩素酸カリウムと赤リンを混合することは絶対にしない。
混合物に乳棒を入れたとたんに爆発することがある。
- (ウ) 反応が終わるとほとんど何も残らない。反応した周りをぬれ雑巾で拭き取って処理する。

