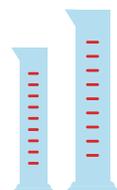
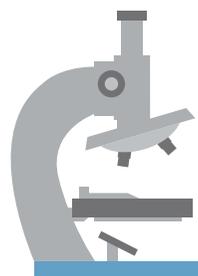
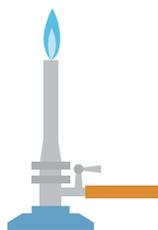
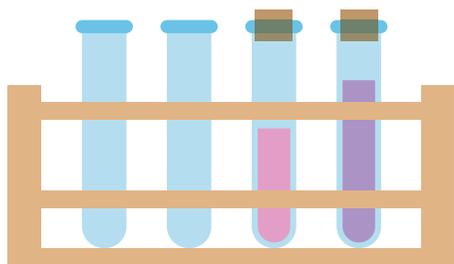
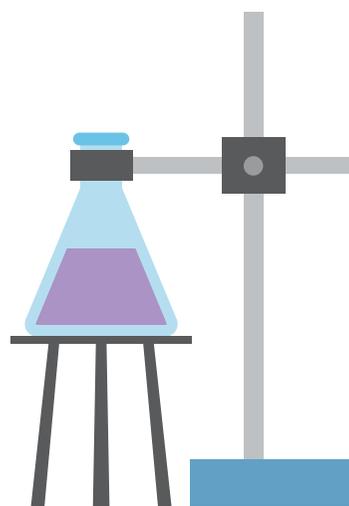
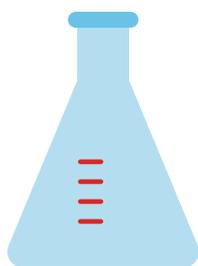


中学校理科 事故事例に学ぶ

化学実験安全マニュアル



はじめに

ニュースなどで理科の実験による事故が報道されることがあります。このようなニュースを見ると、実験をやらなくてもよいという声や、動画で十分ではないかという声が出てくることがあります。本当にそうなのでしょうか。

生徒が体験や探究を通して理解を進めるために、実験はとても大切な役割を果たしています。理科は、知識を学ぶだけでなく、観察・実験を通して探究を行い、考え、判断し、表現することを学ぶ教科です。

報道されるような大きな事故を経験することはほとんどありませんが、小さな事故やヒヤリとする場面は、多くの教員が経験しているのではないかと思います。私も30年間小中学校の教員として理科の授業で多くの実験を行いました。その中でヒヤリとしたことがあります。事故にならなくてよかったと感じたこともあります。

ハインリッヒの法則（1：29：300の法則）では、1件の重大事故の背後には、29件の小さな事故、300件の事故にならない「ヒヤリ・ハット」の場面があるとされています。この「ヒヤリ・ハット」の原因を把握し、事前に対応することが、大きな事故を減らすことに繋がります。本冊子では、これまで起こった大きな事故や小さな事故、「ヒヤリ・ハット」の事例をもとに、安全に実験を行うことについて考えていきます。

本冊子の中では、事故を防ぐためのポイントについて、これまで発生した具体的な事故事例から、「予備実験」「危険の周知」「学級全体でのペース調整」「薬品や廃液の処理」に注目して、まとめています。若い先生に読んでいただき、日頃の授業でどのように生徒に実験で配慮することを伝えていくか、考えるきっかけとしていただけたらと思います。

月僧秀弥（富山大学教育学部）

目次

水素の爆発による事故……………1	加熱に伴う事故……………8
鉄と硫黄を反応させる実験に伴う事故……………2	酸性・アルカリ性の水溶液による事故……………10
事故を起こさず硫化水素を調べる ～硫化水素検出試験紙を用いて安全に～……………4	突沸による事故……………12
その他の気体の発生に伴う事故……………6	引火による事故……………13

参考文献

- 「科学実験、科学工作等における事故事例の考察－30年間の505事例－」西潟千明編集 科学技術振興事業団科学技術理解増進室（2000）
- 「化学便覧 応用化学編」社団法人日本化学会編 丸善（1990）
- 「新版実験を安全に行うために」化学同人編集部編 化学同人（1993）
- 「中学校理科ハンドブック 魅力ある理科授業を目指して」山口晃弘編著 大日本図書（2009）
- 「なくそう！酸欠乏症・硫化水素中毒」厚生労働省 <https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/040325-3a.pdf>
- 「無事88：サイエンス・レンジャーによる科学の実験」石島秋彦・左巻健男・西潟千明・山本明利著 科学技術振興事業団科学技術理解増進室（2000）
- 「理科年表2024」国立天文台編 丸善（2023）
- 「理科の実験安全マニュアル」左巻健男・山本明利・石島秋彦・西潟千明著 東京書籍（2003）

イラスト アクアスター／中村昌知世／福田玲子
写真 アフロ／田村公生／PIXTA／ミラージュ
デザイン ウッドハウスデザイン 川端俊弘

水素の爆発による事故

小中学校の理科の授業で発生する事故では、水素が関係した事故も多く発生しています。細心の注意を払いつつ扱う必要がある気体が水素です。

事故事例 フラスコにためた水素に引火して爆発

三角フラスコに塩酸と金属を入れ水素を発生させ、試験管に集めた。試験管に集めた水素に火をつけ、その性質を確かめようとしたところ、三角フラスコが破裂し、その破片が周りに飛び散り生徒がけがをした。

事故の原因

水素発生装置のガラス管の先から装置の中の気体に引火して容器が破裂した事故です。フラスコのように口が細くなった形のガラス器具を使った場合、容器中の圧力が高まりやすく、水素が発生しているフラスコの中に火が入ると破裂・爆発することがあります。

事故防止の対策

水素の発生に用いるガラス器具は、試験管を利用しましょう。どうしてもフラスコを使う必要がある場合には、水素を発生させる実験と、発生した水素を確かめる実験を分けて行います。

水素発生装置に火をつけるつもりがなくても、装置の近くで火を用いた場合、引火して装置内に火がつくことがあります。水素発生装置を片付けてから、水素に火をつける実験を行うことで、水素の爆発事故を防ぐことができます。



水素の発生は、試験管で行いましょう。薬品量が少なくなるため、発生量も抑えられます。

水素の爆発範囲

水素と空気の混合気体は、空気に対する水素の割合が4～75％という幅広い割合で爆発します。プロパンの爆発範囲が、空気に対して2.1～9.5％ですから、水素の爆発範囲がいかに広いかが分かります。

水素の発生量

試験管3本分（約100 cm³）の水素を発生させるために必要な金属の量
マグネシウム：約0.1 g
亜鉛：約0.3 g

その他の事例

水素と酸素の混合気体を入れたシャボン玉に火をつけようとしたところ、元の混合気体を入れたビニル袋にも火がつき、袋が破裂する事例がありました。

これは、ビニル袋の口に差したストローに、シャボン玉がついたままで火をつけたため、袋の混合気体に引火したものです。左の事故防止の対策と同様、混合気体が入った袋から離れたところで火をつける必要があります。



鉄と硫黄を反応させる実験に伴う事故

鉄と硫黄を反応させて硫化鉄を作り、硫化鉄の性質を確かめる実験は、中学校の定番の実験ですが、この実験に関連した救急搬送の事例が増えています。コロナ禍で、マスクに慣れ過ぎて臭いに気付きにくくなったり、逆に臭いに過敏になったりした生徒が増えていることも原因として考えられます。生徒の実態に応じて、アドバイスのしかたを考える必要があります。

事故事例 硫化水素による事故

- ＜事例1＞鉄と硫黄の混合物をガスバーナーで加熱し、硫化鉄を作った。できた硫化鉄を塩酸に入れて硫化水素を発生させたところ、頭痛やのどの痛みを訴える生徒が多く出た。
- ＜事例2＞硫化鉄に塩酸をかけて硫化水素を発生させ、においを嗅いだ。授業を終えて実験室から教室に戻った後、一部の生徒が体調不良を訴えた。

事故の原因

第1の注意点は、鉄と硫黄が結びつく場面です。硫黄が燃焼して硫黄酸化物(SOやSO₂等)が発生します。このにおいを苦手とする生徒は多く、のどの痛みを訴える生徒もいます。

第2の注意点は、硫化鉄と塩酸を反応させて発生する硫化水素の腐卵臭を確認する場面です。このにおいを不快に感じる生徒も多くいます。



硫化鉄に塩酸を少量滴下する方法とすることで、硫化水素の発生量を抑えることができます。

事前の情報共有

この実験を行う時には、「臭いのある気体が発生するが、教科書の手順に従い、安全に十分留意して行う」ことを朝の打ち合わせ等で他の教職員にも伝えておく方がよいでしょう。気分が悪くなった生徒が保健室に来た場合にも、養護教諭も落ちついて対応できます。

硫化水素の危険性

硫化水素は有毒な気体で、呼吸器系や眼に損傷を起こすことがあります。空気より密度が大きく、火山や温泉付近で窪地などにたまることがあります。そうした窪地の観光客や動物が死亡する事故も発生しています。

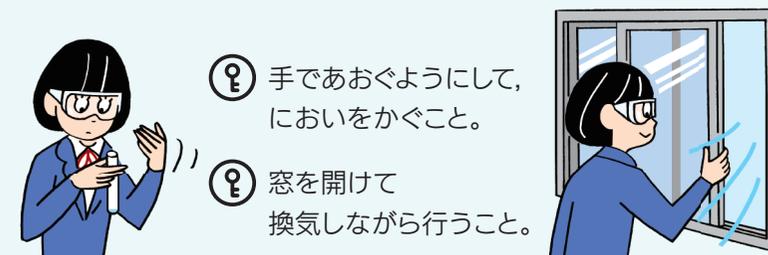
- 硫化水素 (H₂S)
5 ppm~ 不快に感じる
10 ppm 許容濃度
100 ppm~ 嗅覚麻痺
700 ppm~ 即死

許容濃度：その気体を職業として扱う作業者が、長時間その気体の雰囲気の中で作業をしても、健康を害さない濃度のこと。

- 二酸化硫黄 (SO₂) の場合
微量 のどの痛み
2 ppm 許容濃度

事故防止の対策

- ① 化学実験の事故を防ぐコツは、使用する薬品の量を減らすこと、低い濃度で実験を行うことです。使用する硫黄や鉄、塩酸、硫化鉄の量をできるだけ少なくすることで、発生する気体の量を減らすことができます。また、硫化鉄に塩酸を加える時は、なるべく小さい硫化鉄のかけらを使い、加える塩酸を2、3滴にとどめます。硫化水素のにおいが確認できたら水を加え、反応を止めるように伝えます。すぐに気体が発生しなくても、塩酸を加えすぎないように指導することも必要です。
- ② 実験前に、どの場面で気体が発生するか具体的に生徒に伝え、気を付ける場面を示します。この実験では、鉄と硫黄を加熱する時と、硫化鉄に塩酸を加える時の2回あります。この2つの実験をきちんと分け、その間に換気することも重要です。
- ③ 窓を開けたり換気扇を回したりして、発生した硫化水素を教室内にとどめないようにします。風向きに注意して、他の生徒に影響が出ないようにする必要があります。



硫化水素による影響を最小限にするための配慮が必要です。

- ④ 気体を吸って異常を感じた生徒がいる場合には、すぐに新鮮な空気を吸うように伝えます。一人の生徒が症状を訴えると、他の生徒も同様に感じる場合があります。
- ⑤ 実験後はすぐに硫化鉄を回収し、必要以上に硫化水素が発生することを防ぎます。回収後の物質は教師が処分するとよいでしょう。
- ⑥ 喘息の生徒がいる場合も注意が必要です。少量の気体を吸っただけでも、体調を崩す場合があります。

硫化水素発生実験の意義

硫化水素のにおいは、「腐卵臭」と呼ばれますが、これは火山や温泉で感じる、いわゆる「硫黄のにおい」と呼ばれるのにおいのもとになっています。日本は火山大国です。危険性のある気体でもあり、山中などでその危険に気付くためにも硫化水素のにおいを知り、感じることは、重要な意味を持ちます。

保護眼鏡の使用

硫黄の粉や鉄粉のような粉末状の薬品を使う場合、風で飛んで眼に入ることがあります。薬品を用いた実験では思わぬ事故を防ぐため、必ず保護眼鏡を使用しましょう。

実験の後始末

実験に使用した硫黄や鉄、硫化鉄をごみ箱に捨てたところ、放課後になってごみ箱付近が燃えたという事例があります。まだ熱を持ったままの硫化鉄を捨てた場合、未反応の部分の鉄と硫黄は加熱しなくても反応することがあります。未反応の混合物は加熱して硫化鉄にし、十分に冷ましてから処分しましょう。

事故を起こさず硫化水素を調べる

～硫化水素検出試験紙を用いて安全に～

東京学芸大学附属世田谷中学校 河野 晃

混合物と化合物を区別する実験で発生する硫化水素等により「気分が悪くなる」などの体調不良を引き起こし、救急搬送される事故が報道されています。ここでは、最大限、安全に配慮しながらこの実験に取り組む方法を紹介します。

硫化水素検出試験紙(酢酸鉛試験紙)の利用



写真1 ロール状の試験紙(右)を切って使ったところ(中央)。呈色すると茶色になります(右側の試験紙)。

硫化水素の検出には、硫化水素検出試験紙(酢酸鉛試験紙)が使えます。一般的なリトマス紙のように短冊状になっている物やロール状の物【写真1】(ろ紙なども販売しているWhatmanの物)があります。ナリカでは、この試験紙を2024年春から取り扱っています。

反応前は【写真1】の中央左側のように白色ですが、硫化水素に触れると中央右側のように茶色く変色します。

簡単な利用方法

一番簡単な利用方法は、硫化水素の発



写真2 開放系での検出の様子。鼻では全く感じない状態でも視覚的には変化が見えています。

生している試験管に直接近づける方法です【写真2】。鼻では臭いを感じないくらいでも、色の変化は見てとれます。硫化鉄に希塩酸を滴下した試験管の口にこの試験紙を(水に濡らさずにそのまま)近づけると【写真2】のように茶色く変色します。

硫化水素の腐卵臭を感じるのは0.0005 ppmからで^{*1}、不快臭は5 ppm、許容濃度は10 ppmです^{*2}。臭いに敏感な生徒には硫化水素の確認をこの試験紙で代替させる方法が考えられます。なお、鉄と硫黄を入れて加熱して化合させ

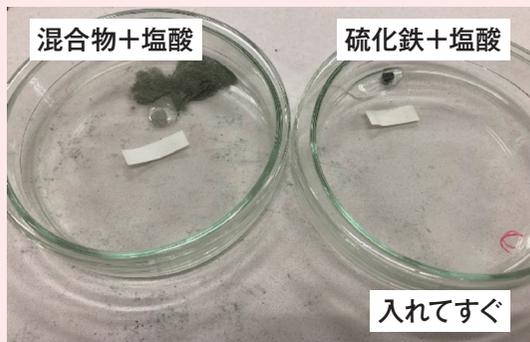


写真3 混合物(左)と硫化鉄(右)に塩酸を2、3滴滴下し、近くに試験紙を置いてすぐのペトリ皿の様子。

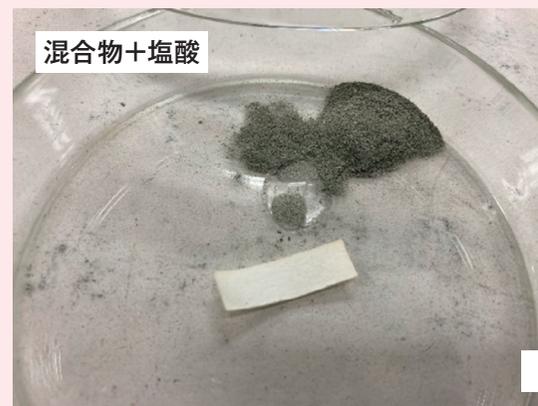


写真4 5分経過後。左が混合物、右が硫化鉄。硫化鉄の方で硫化水素が発生したことがわかります。

た試験管(もうもうと黄色い煙が出ている物)では、硫化水素が含まれていないので変色は見られません。また、水素にも反応しないため、鉄粉と硫黄の混合物に希塩酸を滴下して発生した水素でも変色は見られません。この実験を行うと部屋全体に臭いが広がり、発生した気体による臭いなのかどうか分からない時があります。そのような時でも、この試験紙により視覚的に違いが分かりやすくなるのです。

授業での活用方法 ～ペトリ皿で安全に～

ペトリ皿を用いることで、さらに安全に気体の性質を調べることができます。【写真3】のように、鉄粉と硫黄の混合物と硫化鉄を少量ずつそれぞれペトリ皿に入れ、希塩酸を2、3滴滴下し、試験紙も入れて蓋をします。入れてすぐの段階ではどちらの試験紙も同じように見えますが、5分ほど経過すると【写真4】のように違いが見えます。蓋をしているため、ほとんど臭いは感じられません。蓋を外して臭いを意識して嗅いで、ようやく分かる程度です。この方法なら、発生する気体を安全に確認でき、臭いをど

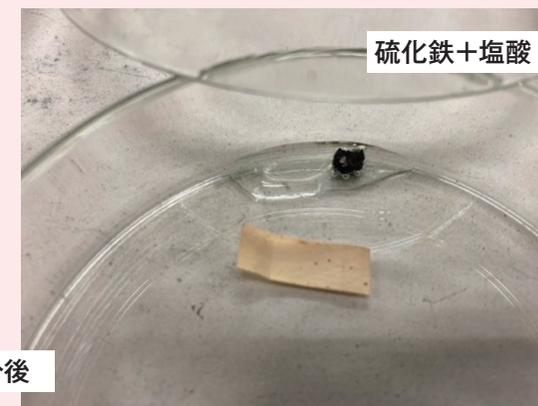


写真5 1時間経過後、混合物でも変色が見られます。

うしても嗅がせたい場合にも対応できると考えられます。

なお、この状態で1時間ほど経つと、【写真5】のように混合物でも変色が見られます。これは混合しただけの状態でも少しずつ鉄と硫黄が化合し、それにより硫化水素も発生しているためだと考えられます。その場合でも、硫化鉄に希塩酸をたらした右と比べれば、明らかに変色度合いに違いが見られます。授業時間内でも、ここまで放置していると混合物での色の変化に気付く生徒はいるでしょう。その場合、「なぜ混合物でも変化が見られたのか？」を考えさせると、発展的な課題としてよいと思います。

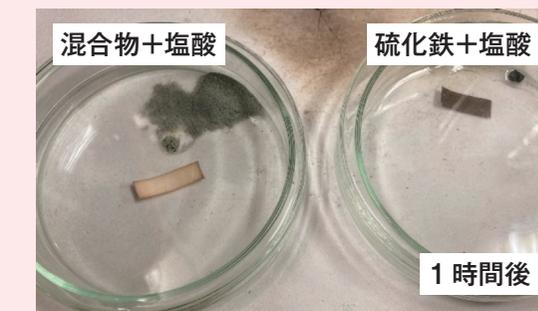


写真5 1時間経過後、混合物でも変色が見られます。

*1: 日本薬学会環境・衛生部会 環境・衛生薬学トピックス
https://bukai.pharm.or.jp/bukai_kanei/topics/topics53.html
 *2: 厚生労働省「なくそう! 酸素欠乏症・硫化水素中毒」
<https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/040325-3a.pdf>

その他の気体の発生に伴う事故

水素や硫化水素以外の気体を発生させる実験でも、使用した容器の破裂や気体発生に使用した薬品の噴き出しなどの事故が起っています。

事故事例 過酸化水素水による酸素発生時の事故

- ＜事例1＞身近なものを使って酸素が発生することを確かめるため、生レバーを入れた試験管に薄めた過酸化水素水を入れたところ、試験管中の液体が飛び出し、噴き上がった。
- ＜事例2＞二酸化マンガンを、以前希釈して保存してあった過酸化水素水を入れて酸素を発生させようとしたが、酸素が発生する量が少なかったため、過酸化水素水を多めに加えたら、液体が噴き出した。

事故の原因

過酸化水素水の濃度が高かったため、反応が爆発的に進み、発生した大量の酸素によって、過酸化水素水が試験管から飛び出したと考えられます。過酸化水素水に入れて酸素を発生させる物質はいろいろありますが、物質によって反応速度は大きく異なります。予備実験を行って、反応の進み方を確かめておきましょう。また、薄めた状態の古い過酸化水素水を用いた場合、過酸化水素水が分解されて濃度が低くなっており、反応が進まないことがあります。

事故防止の対策

過酸化水素水から酸素をつくる実験では、過酸化水素水の濃度に注意します。実験用の過酸化水素水の濃度は、約30～35%です(市販のオキシドールの濃度は、2.5～3.5%)。過酸化水素水を使用する場合、5%以下の濃度に希釈して使用しましょう。

過酸化水素水の保存

過酸化水素水は、分解しやすいので、内圧が高まると自然に中の気体が抜ける容器で販売されています。保存の際は、密封できる容器は避け、冷暗所(冷蔵庫)で行うようにします。希釈した過酸化水素水は分解しやすいので、できるだけ実験する前日などに作るようにしましょう。

過酸化水素水の危険性

濃い過酸化水素水が皮膚に付くと、強い痛みを感じ、しばらくすると付着したところが白く変色します。

発生する酸素の量

5 cm³ 過酸化水素水(5%)から発生する酸素の量は、84 cm³であり、試験管2.5本分となる。



実験用の過酸化水素水濃度は約30～35%。

二酸化マンガンを使用する場合、粉末状の物を使用すると爆発的に反応することがあるので、粒状の物を使用しましょう。過酸化水素水が目などに入った場合には、大量の水で数分間洗い流し、その後必ず病院で診察を受けましょう。

事故事例 気体発生に伴う容器の破裂

- ＜事例1＞ペットボトルに塩酸とマグネシウムリボンを入れて水素を発生させたところ、ペットボトルが破裂して生徒がけがをした。
- ＜事例2＞ラムネの瓶(ガラス瓶)に、重曹(炭酸水素ナトリウム)とクエン酸と水を入れ、二酸化炭素の発生の実験を行ったところ、瓶が破裂して生徒がけがをした。

事故の原因

ペットボトルやガラスの瓶など、密封できる容器を使い気体を発生させる実験では、容器の耐圧性能を超えた場合、容器が破裂することがあります。ガラス瓶の使用は避け、容器内の圧力を上げすぎないように注意が必要です。

事故防止の対策

実験前に、使用する薬品から発生する気体の体積とその場合の容器中の圧力を予め計算することで、容器の破裂を防ぐことができます。耐えられると考えられる圧力より低い圧力になるように、用いる薬品の量を加減する必要があります。

COLUMN : ドライアイス

10gのドライアイスは、約5,000 cm³の二酸化炭素に変わります。ペットボトルにドライアイスを入れると、ペットボトルが低温になることで硬くなり、破裂しやすくなります。授業でドライアイスを用いて二酸化炭素を発生させることはないと思いますが、ドライアイスの危険性を指導することはとても重要です。

容器としてペットボトルやガラス瓶を用いる時の注意

ガラス瓶は、破裂すると破片が飛び散り危険です。瓶により耐圧性能には大きな差があるため、内圧が高まる実験に用いるのはやめましょう。

炭酸用のペットボトルで、耐圧性能は4～6気圧程度です。傷が付いていると、耐圧性能は低下します。また、PET樹脂は強酸・強アルカリで加水分解される恐れがあるため、強酸性や強アルカリ性の薬品を入れてはいけません。

発生する二酸化炭素の量

5gの炭酸水素ナトリウムが全て熱分解すると、約660 cm³の二酸化炭素が発生します。5gの炭酸水素ナトリウムに酸を加えると約1,300 cm³の二酸化炭素が発生します。

密閉系での気体発生に注意!



水+クエン酸+重曹



ドライアイス
ドライアイスを扱う場合には、その-79℃という低温にも注意する必要があります。

加熱に伴う事故

小学校の教科書では、加熱の実験にカセットコンロが用いられるようになりました。多くの生徒が三脚やガスバーナー、マッチ等を使用した経験がないまま中学校に入学してきます。中学校では、ガスバーナーの使い方だけの指導ではなく、マッチや三脚などの実験器具それぞれの使い方や特性、危険性について丁寧に指導する必要があります。

事故事例 ビーカーの載った三脚を動かして起きた事故

三脚の上にビーカーを載せ、ガスバーナーで加熱してお湯を沸かした。次の実験の準備のため三脚の位置を移動させようと、三脚の脚を持って、机の上を移動させたところ、三脚が机の上で引っ掛かり、ビーカーが倒れ、お湯が生徒にかかりそうになった。

事故の原因

重いものが載った状態で、不安定な三脚を持ってビーカーを移動させたことが原因です。

事故防止の対策

三脚を移動させる時には、金網の上のビーカーなどを下ろしてから移動させましょう。三脚を用いた加熱では、三脚の下でガスバーナーを点火したり火を消したりする操作をしないように指導します。操作中の手が三脚の脚などに当たることで、三脚が倒れることがあります。必ず、火をつけてからガスバーナーを三脚の下に移動させ、ガスバーナーを三脚の下から外した後に火を消すよう指導します。また、加熱した三脚や金網が熱くなっているかどうかは、見た目では気付きません。加熱後は、十分に注意するよう伝えます。

マッチの使い方の練習

マッチは、軸を下にして火のついた部分を上に持っているとしばらくして火は消えます。30秒程度火がついたままマッチを持つ練習をしておく、ガスバーナーに点火する時に慌てずにするみます。

ガスバーナーの手入れ

火をつける時に、ガス調節ねじや空気調節ねじが動きにくいと生徒は焦ります。ガスバーナーのメンテナンスをしておく必要があります。

- ・ガスバーナーを分解してねじの部分をアルコールで拭いて汚れを取ります。
- ・空気調節ねじのガスが出る部分の穴に付いているごみなどを、針で取るようにします。
- ・超音波洗浄機を用いて細かいごみを取ることができます。



ガスバーナーの部品の様子

事故事例 ピンチコックでゴム管を閉じる際の注意

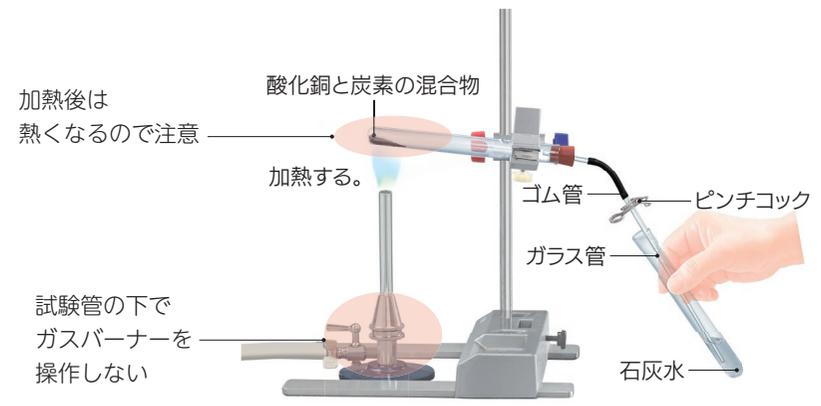
酸化銅の還元実験で、石灰水の逆流を防ぐため用いるピンチコックを最初に閉じて試験管を加熱したところ、発生した二酸化炭素の圧力でゴム栓が飛んだ。

事故の原因

加熱が続いている状態でゴム管をピンチコックで閉じてしまい、発生した二酸化炭素で試験管中の圧力が高くなったことが事故の原因です。

事故防止の対策

実験の手順を理解して実験を進めることが重要です。この実験で何が起こるか、なぜ加熱後にピンチコックをする必要があるのか、実験や操作の意味を理解することで、正しい手順で実験を行うことができます。



酸化銅の還元実験の実験装置

COLUMN : ガスマッチの使用について

マッチの使用を苦手とする生徒がガスマッチを使用する場合もあるのではないかと思います。かつてガスマッチを使用した子どもによる事故が多発した時期があったことから、現在市販されているガスマッチは、火をつける時に強い力が必要になりました。中学校の生徒でも、火をつけづらく感じる場合があります。そのような場合、仏壇用のガスマッチを使用すると比較的小さい力で火をつけることができます。生徒の実態に合わせて、使用する器具を工夫することも生徒が安心して実験に取り組むための配慮となります。



ガスマッチ

酸化銅の還元実験の配慮

酸化銅の還元の実験では、加熱した試験管を触ってやけどする事故が起きています。ガラスは加熱して温度が高くても色や見かけは変わりません。ガラスを加熱した際は、注意する必要があります。

使用するガラス器具の確認

傷がついたガラス器具を用いた場合、加熱することで破損し、飛び散ることがあります。

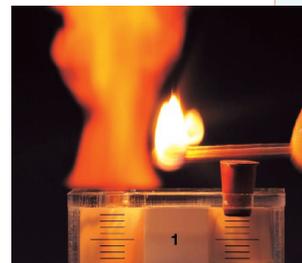
ひびや欠けのあるガラス器具は、実験に用いないようにしましょう。教師が実験前に確認するとともに、生徒にも確認を促します。片付けの際にも生徒が確認することで、安全な器具を用いて実験を行うための心掛けに繋がります。

酸性・アルカリ性の水溶液による事故

アルカリ性の水溶液には、タンパク質を分解したり変性させたりする性質があります。タンパク質できている皮膚に触れたり、目や口に入ったりしないよう、その取り扱いに注意する必要があります。

事故事例 水の電気分解実験での事故

<事例1>水の電気分解の実験で、水素の発生を確認するため、気体に火をつけようとしたところ水酸化ナトリウム水溶液が飛び散った。水溶液は、周囲にいた生徒の顔や服にかかり、このうち一人の目に入った。大量の水で目を洗った後、病院で治療を受けた結果、大事には至らなかった。



電気分解装置で発生した水素に火をつけているところ

<事例2>水酸化ナトリウム水溶液を使った実験中、目の付近がかゆく感じ、手で目をこすった。実験後、目の付近に痛みを感じたため眼科に行ったところ、角膜が傷ついていた。

事故の原因

薬品を扱う場合には、必ず保護眼鏡を着用します。また、手などに薬品が付くこともあるため、実験後には手をよく洗うように指導します。

小学校の教科書で扱われるアルカリ性の水溶液は、アンモニア水、石灰水、重曹水であり、水酸化ナトリウム水溶液を扱うのは、多くの生徒にとって初めての経験となります。実験前に水酸化ナトリウム水溶液の危険性を伝える必要があります。

水酸化ナトリウム水溶液を使う場面

初めて水酸化ナトリウム水溶液を使う学習が水の電気分解です。その性質を十分指導してから、実験を行いましょう。

水酸化ナトリウム水溶液は要注意

水酸化ナトリウム水溶液は、水が蒸発しても溶質である水酸化ナトリウムは蒸発しないため、その濃度はどんどん高くなります。

水酸化ナトリウムが皮膚についた時には、多量の水で十分洗い流してから、薄いホウ酸水溶液で洗って中和し、さらに水で洗い流しましょう。

酸が手に付いた場合、重曹水で同様に応急処置ができます。



目に薬品が入った時

目に強く当たらないように、水の勢いに注意して、すぐに多量の水でよく洗う。

水酸化ナトリウム水溶液が目に入った時は、10分以上流水で目を洗いましょう。

事故防止の対策

アルカリ性や酸性の水溶液が目に入った場合には、流水で10分以上洗い流し、すぐに病院で診察を受けましよう。

事故事例 濃硫酸を薄める際の事故

濃硫酸を薄めようとして、濃硫酸の中に水を入れたところ、急激に発熱して、液が飛び散った。

事故の原因

濃硫酸と水が反応すると、急に発熱し、水が沸騰します。濃硫酸(濃度96%)は、密度が 1.84g/cm^3 と水に比べて非常に重いので、濃硫酸の方に水を入れると、水と濃硫酸が混ざりにくく、沸騰して高温となった水が濃硫酸とともに飛び散ることになります。

事故防止の対策

濃硫酸を水で薄める時は、予め水のある程度入れたビーカーに、ガラス棒を用い濃硫酸をゆっくり入れていきます。また、他の酸を薄める際にも同様の方法で行います。

この作業は、もちろん教員が行うかと思いますが、教員も保護眼鏡を着用して行いましょう。

硫酸の性質

濃硫酸には、強い脱水作用があります。また、水で薄めると発熱します。皮膚や衣服に触れないように十分に注意して扱いましょう。

希硫酸も強い酸です。希硫酸が付いたまま放置すると、水分が蒸発し濃硫酸が付いた場合と同じ状態になります。

薬品を扱った実験の後には、薬品に触れたか、触れなかったかに関わらず、全生徒に手洗いをさせる指導をしましよう。



COLUMN : アンモニアの取り扱いについて

アンモニアを吸入すると、鼻や口腔、肺などを刺激し、激しく咳き込むことがあります。また、アンモニアが目に入ると、涙腺を刺激するので、水でよく目を洗うようにしましよう。濃アンモニア水が皮膚についても、すぐに水で洗えば、水酸化ナトリウム水溶液のような被害を受けることはありません。しかし、発生したアンモニアを吸い込むととても苦しい思いをすることになります。吸い込まないように、気を付けて扱いましよう。

突沸による事故

試験管を用いて液体を加熱するときには、突沸に気を付ける必要があります。液体を加熱する場合、沸騰石を用いますが、試験管では沸騰石を用いても突沸が起こる場合があります、注意が必要です。

事故事例 アンモニア水の加熱の際の突沸

アンモニアを発生させるため、試験管にアンモニア水と沸騰石を入れ、ガラス管付きゴム栓で栓をして加熱した。加熱中にゴム栓がはずれ、近くで見ていた生徒に飛び出したアンモニア水がかかった。

事故の原因

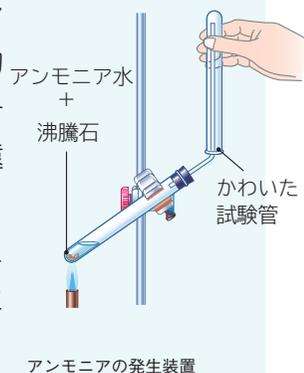
液体を加熱すると、突然沸騰し、試験管などの口から熱せられた液体が飛び出すことがあります。特に、細めの試験管では、沸騰石を入れていても突沸が起きることがあります。

事故防止の対策

少量の液体が入った試験管を加熱する場合は、少し太めの試験管を使用して、ガスバーナーの炎はあまり大きくしないようにすると突沸が起きにくくなります。ガラス管付きゴム栓を付けている場合でも、試験管の口は人がいない方向に向けて加熱するする必要があります。

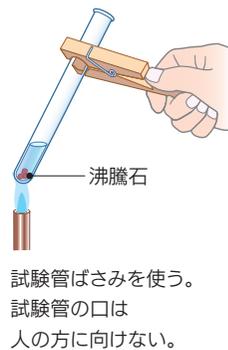
右図のように、ガラス管を付けてアンモニア水を加熱する時には、試験管を動かすことができないので、沸騰の様子を見てガスバーナーの炎を試験管から遠ざけながら加熱するとよいでしょう。

試験管を用いて液体を加熱する場合には、突沸が起こる可能性を、予め生徒に伝えておきましょう。



試験管を用いた液体の加熱

試験管を用いて液体を加熱する場合、液量は、容量の4分の1から5分の1程度とします。沸騰石を入れ、試験管を少し傾けて軽く動かしながら全体を加熱した後、試験管を回しながら加熱するようにします。加熱中も試験管の様子をよく観察し、突沸しないように火との距離を調整します。



アンモニア水に溶けている気体の量

5 cm³ の濃アンモニア水を熱すると、約 1800 cm³ のアンモニアが出てくるため、500 cm³ のフラスコで十分な量の気体が集まることになります。

引火による事故

アルコールは沸点や引火点が低く、その加熱には十分に注意する必要があります。

事故事例 アルコールへの引火事故

< 小学校の事例 > 葉の緑色を脱色するため、メタノールを直火で加熱中に、一斗缶に入っていたメタノールを継ぎ足した。引火したメタノールが数 m 飛び散り、数名の児童がやけどを負った。

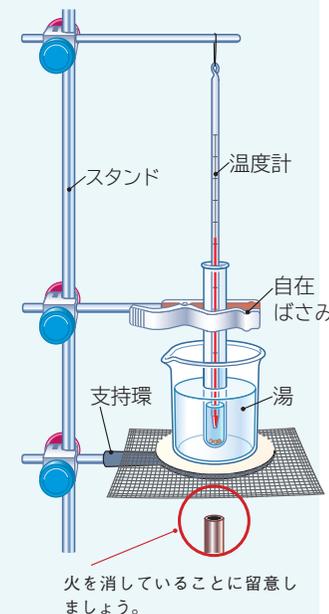
事故の原因

この事故の原因は、①メタノールを直火で加熱したこと、②加熱中に液体を継ぎ足したこと、③大きな容器に入っている液体を直接使ったことが挙げられます。メタノールはエタノールとは性質が異なり、その蒸気も有害なので、使用しないようにしましょう。

エタノールを加熱する実験に、沸点の測定があります。沸点の測定の途中で、お湯の温度が下がったときに、温度を上げようとして再度ガスバーナーに火をつけて、エタノールに引火することがあります。

事故防止の対策

アルコールの引火を防ぐには、アルコールの近くで火を用いないことが重要です。エタノールの沸点を測定する場合、温度が下がってきてもガスバーナーでお湯を再加熱してはいけません。予めお湯を沸騰させておくこと、試験管に入れるエタノールの量を試験管の容量の6分の1程度にすることに気を付けると、決められた時間内で測定することができます。



引火

引火とは、液体上部の蒸気に着火する現象。

アルコールの沸点

エタノール 78.3℃
メタノール 64.7℃

アルコールの引火点

エタノール 13℃
メタノール 11℃
アルコールは引火点が低く、近くで火を使うのは危険です。

エタノールの爆発範囲

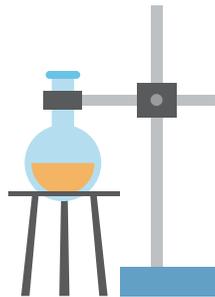
エタノールの量が、空気の体積に対して 3.3~19%

アルコールの炎

エタノールやメタノールの炎はうすい青色やオレンジ色で、昼間や照明があるところでは炎が見えにくく、火がついていることに気付かないことがあるため、注意が必要です。

メタノールの毒性

メタノールは、眼、皮膚等を刺激し、中毒や意識喪失、視力障害を生じることがあります。十分に換気するよう注意するとともに、授業での使用は避けるようにしましょう。



本社 〒114-8524 東京都北区堀船 2-17-1 Tel : 03-5390-7379 (中学理科編集部) Fax : 03-5390-6014
支社・出張所 札幌 011-562-5721 仙台 022-297-2666 東京 03-5390-7467 金沢 076-222-7581 名古屋 052-950-2260
大阪 06-6397-1350 広島 082-568-2577 福岡 092-771-1536 鹿児島 099-213-1770 那覇 098-834-8084
ホームページ <https://www.tokyo-shoseki.co.jp> 教育資料データベース 東書Eネット <https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/>

令和6年4月発行 Copyright © 2024 by Tokyo Shoseki Co., Ltd., Tokyo All rights reserved. Printed in Japan

この資料は、一般社団法人教科書協会「教科書発行者行動規範」に則っております。

A6672