

# 1. 基本操作

10mL 程度が見やすい

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 実験器具の扱い方になれる。

〔準備〕

100mL がよい

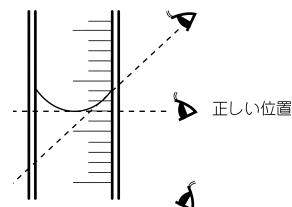
器具: 試験管, 試験管ブラシ, メスシリンダー, ガスバーナー, 試験管ばさみ

試薬: 5%-硫酸銅 $\text{CuSO}_4$ , 2mol/l -アンモニア水 $\text{NH}_3$ , 1%-デンプン溶液,  
ヨウ素-ヨウ化カリウム溶液、

〔実験1〕 試験管にいっぱい水を入れ, その液量をメスシリンダーで測ってみよ。つぎに目測で試験管に5mLの水をとり, メスシリンダーでその液量をはかってみよ。

試験管の容積は何 mL あるか。 \_\_\_\_\_

目測でとった5mLの水は実際には何 mL あったか。 \_\_\_\_\_



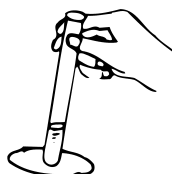
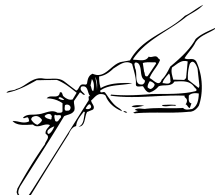
〈注〉メスシリンダーの扱い方

- (1) 液量をはかるには, メスシリンダーを平らな面に置き, 液の目盛りの見方底面にあたる目盛をよむ。この時, 目の位置は液面と同一の高さにすること。
- (2) メスシリンダーの読みは刻まれた目盛りの 1/10 まで目分量で読みとる習慣をつけよう。

〔実験2〕 試験管に5%硫酸銅(II) $\text{CuSO}_4$  2mLをとり, それに2mol/l -アンモニア水 $\text{NH}_3$ , を注意深く少量ずつ注いでみよ。どんな現象がみられるか。  
少量で青白色沈殿( $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ), 過剰に加えると深青色溶液( $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ )になる。

〈注〉試験管に液をとる方法

- (1) 図のように左手に試験管, 右手に試薬びんのラベル側を手のひらでつかむようにしてもつ。つぎに左の手のひらで試薬びんの栓をはさみ, 試薬びんを持っている右手を少し回すと栓がとれる。試薬を試験管の壁を伝わらせて中へ入れる。とり終わったら直ちに栓をする。
- (2) 試薬をとりすぎないように注意し, 特別の場合を除いて試験管の長さの 1/5 をこえないようにする。
- (3) 多くとりすぎても決して試薬びんにもどしてはいけない。



左右に振り  
上下に振らない



〈注〉試験管のふり方

試験管の中で, 物をとかしたり, 混合したりするときは, 試験管の上端をもって試験管の底で円を描くように振る。また注意して振り子のように振ってもよい。試験管の口を指でふさいで縦に振ってはいけない。

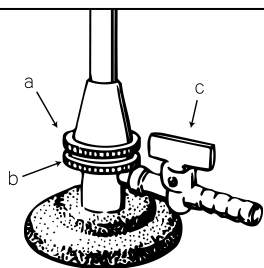
〔実験 3〕 (1) ガスバーナーを分解し構造を調べよ。(教師の指示に従うこと)

(2) デンプン溶液 5ml に 2～3 滴のヨウ素・ヨウ化カリウム溶液を加えて、色を観察した後、加熱して黄色が消えたら試験管を冷水で冷やしてみよ。

点火するときは、ガスバーナーの上に、顔を持ってこないように注意する。髪がやけどする恐れあり！

#### バーナーの扱い方

火するときは a コックを右に回して空気孔を閉じ、マッチの火をつけ、c, b の順にコックを開いてガスが通るようにしてから点火せよ。



プロパンガス用

- (2) 黄色の炎は不完全燃焼なので、さらに a コックを左へ開いて空気量を調節して無色炎にする。
- (3) 空気を入れすぎて、炎が消えたり、円筒内の下端のノズルのところで燃えたりする場合は、ガスをとめて、(1) の方法で再点火する。
- (4) 火を消すときは、a を閉じ、順次 b, c を閉じていく。

#### 〈注〉試験管の熱し方

- (1) 試験管は少し斜めにし、底は炎の上半分の中に入れ、軽く振りながら、熱する。
- (2) 弱く熱するには、炎に入れたり出したりしないで、遠火で熱するのがよい。
- (3) 突沸をおこすことがあるから、試験管の口を人のいない方向に向けて熱する。
- (4) 試験管の中の固体を熱するとき、水蒸気が出る場合は、試験管を横にして口元を少し下げておくといよい。

- 〔考 察〕 1. バーナーに点火するとき、 b  コックを開きすぎると、炎が消えることがある。また炎が黄色のときは、 a  の調節がうまくいっていないので、必ず無色炎になるまで調節する。
2. デンプン溶液にヨウ素溶液を加えたときの色は  青紫色  で、加熱すると  無  色、冷却すると  青紫  色になる。この変化をヨウ素デンプン反応という。

〔実験 4〕 試験管に蒸留水を 5 ml を取り、沸騰石を 2～3 粒入れ、アルコールランプで加熱し、沸騰させなさい。蒸留水の残りが 2, ml になったら加熱をやめる事。

#### 〈注〉アルコールランプの扱い方

- (1) アルコールランプの燃料が、容器の 8 割以上ある事と、ランプの芯が 5mm ぐらい出ていることを確認する。
- (2) ランプのキャップをはずし、マッチで斜め上から点火する。
- (3) 火を消すときは、キャップを使い火にかぶせるようにして、ふたをしながら消す。

(4) 火が消えている事を確認したら、ふたをきちんと閉める指示をする。

## 2. 物質をあてよう

月 日( )天気( )

〔目的〕(1) 種々の反応を注意深く観察し、得られたデータをよく検討して、未知試料が何であるかを決定する。

(2) その過程で器具、試薬の取り扱い方、データの処理の仕方を学ぶ。

〔準備〕

器具:試験管、薬さじ、薬包紙、ガラス棒

試薬:未知試料水溶液A(次に掲げる試薬3種の中のいずれかの水溶液である)、  
塩化アンモニウム $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、  
炭酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、蒸留水、リトマス紙、フェノールフタレイン溶液、  
6mol/l -NaOH、1%-硝酸銀 $\text{AgNO}_3$ 、3%-塩化バリウム $\text{BaCl}_2$ 、  
2mol/l -塩酸HCl

- (1) 沈殿の有無、その色、気体が発生するものなど、変化を見逃さないようにしよう。
- (2) 試験管がきれいに洗われていないと、良い結果は得られない。
- (3) 取り扱う薬品の種類が多いので、とりまちがえないようにしよう。

〔操作〕 大きめ(径 18mm)の試験管3本に、塩化アンモニウム $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、炭酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{CO}_3$ を、それぞれ小さじ3杯ずつとり、試験管半分ぐらいの蒸留水を加えてとかす。これをそれぞれ5本の試験管に分け、下表の試薬との反応をしらべる。未知試料Aについても同様の実験を行う。(Aは上記3つの中のいずれかである。)(フェノールフタレイン溶液は、リトマス紙でためした後の溶液に加える。)

〔結果〕

| 試料 \ 試薬                      | リトマス紙 | フェノール<br>フタレイン | 6mol/l -NaOH | 1 %- $\text{AgNO}_3$ | 3 %- $\text{BaCl}_2$ | 2mol/l - HCl |
|------------------------------|-------|----------------|--------------|----------------------|----------------------|--------------|
| $\text{NH}_4\text{Cl}$       | 青→赤   | 無              | アンモニア臭       | 白色沈殿                 | 変化なし                 | 変化なし         |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ | 青→赤   | 無              | アンモニア臭       | 変化なし                 | 白色沈殿                 | 変化なし         |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$     | 赤→青   | 赤              | 変化なし         | 白色沈殿                 | 白色沈殿                 | 気体発生         |
| 未知試料A                        |       |                |              |                      |                      |              |

- 〔参考〕 1. 同じ物質ならリトマス紙や硝酸銀溶液、その他の試薬と同じ反応を示すはずである。(それらを、1つ1つ検討して未知試料Aが、どの物質と一致するかを調べる)
2. どうしたら、効率的にできるかを考えて、実験にとりかかろう。

〔結論〕 上の結果より Aは\_\_\_\_\_である。

〔学習の成果〕

- ※ 注意: 1, 試薬を溶かすとき初めに5ml 程度の蒸留水を加え溶かしその後試験管の半分まで入れる。
- 2,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ と $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  のリトマス紙の反応がわかりにくい。
- 3, NaOHによる弱塩基の遊離ではアンモニアの発生の確認が難しい。

### 3. 混合物の分離

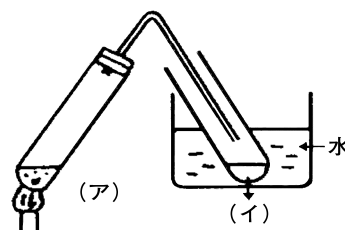
月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 蒸留，ペーパークロマトグラフィー，吸着，ろ過によって混合物を分離する。  
〔準備〕

器具：試験管×2，ゴム栓つきガラス曲管，ビーカー×2，ガスバーナー，  
マッチ，試験管ばさみ，蒸発皿×2，はさみ，黒色水性ペン（TP ペン），ろ紙，  
ロート，ロート台，沸騰石，ガラス棒  
試薬：泡盛，薄いメチレンブルー溶液，カラムクロマト用シリカゲル

#### 〔実験 1〕

- (1) 試験管に泡盛を 10ml と沸騰石 2 粒を入れ，ゴム栓つきガラス曲管を取り付ける。ガスバーナーを点火し，泡盛の入った試験管を加熱蒸留する。水を入れたビーカーに別の試験管を入れ，ガラス管の先端が液面に触れないようにしながら蒸留して出てくる液体を 5ml 程度取り出す。
- (2) 残った液体(ア)を蒸発皿にとり，点火してみよ。



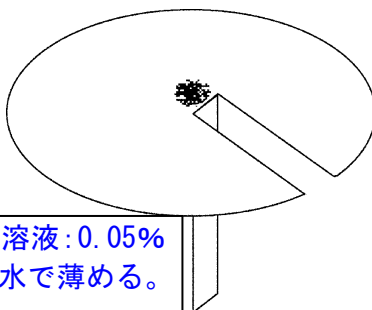
燃えない

- (3) 取り出した液体(イ)を蒸発皿にとり，点火してみよ。

燃える

#### 〔実験 2〕 ペーパークロマトグラフィー

- (1) ろ紙の中央部に，黒の水性ペン（TP ペン）で小さな円を描き，図のように，ろ紙にはさみで切り込みを入れて下向きに折り曲げ，水を入れたビーカーの上におく。
- (2) 水ににじんだインクの変化を観察，スケッチせよ。



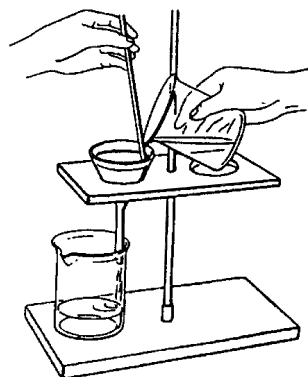
注：薄いメチレンブルー溶液：0.05%  
溶液 1ml を 300ml の水で薄める。

#### 〔実験 3〕 ろ過と吸着

- (1) 薄いメチレンブルー溶液 50 ml をビーカーに入れ，さらにシリカゲル大さじ 5 杯を加えてよくかき混ぜ，放置せよ。
- (2) この混合物をろ過せよ。ろ過する液はガラス棒を伝わせて静かにろ過する。ろ過して出てきた液は，ロートの先をビーカーの壁面に密着させて静かに流すようにする。

#### 〔まとめと考察〕

- (1) 青い色素はどうなったか。  
メチレンブルーは，シリカゲルに吸着された。
- (2) シリカゲルを分離する操作を何というか  
ろ過



## 4. 硫黄の同素体

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 硫黄の同素体である斜方硫黄・単斜硫黄の結晶，およびゴム状硫黄を作り，それらを観察して同素体の理解を深める。

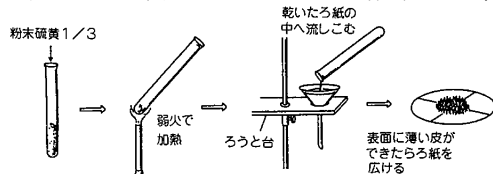
〔準備〕

器具: 試験管(4本)，薬さじ，ロート，ロート台，ろ紙，時計皿，ビーカー，ルーペ，ガスバーナー，マッチ，試験管ばさみ

試薬: 粉末硫黄 S，二硫化炭素  $CS_2$  (有毒で引火しやすいので取り扱い注意)

〔実験1〕 試験管に  $\frac{1}{3}$  ほど粉末硫黄を入れ，図2のようにおだやかに加熱する。溶け終わってから，乾いたろ紙の中に急いで流し込む。表面が固まりかけたとき，ろ紙を開くと単斜硫黄の結晶が見られる。これを観察し図示せよ。

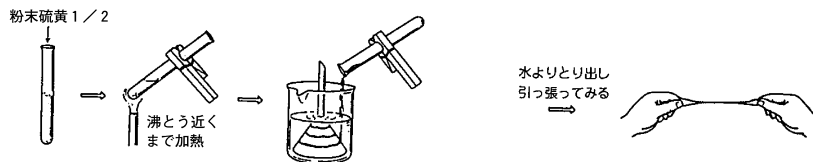
(注: 色が褐色になるまで加熱すると，結晶はできない)



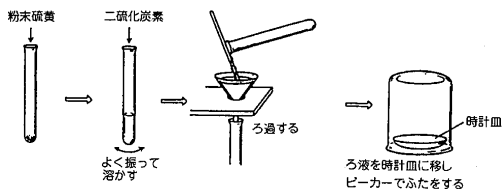
図示

単斜(晶系)硫黄

〔実験2〕 上の実験2で使った試験管に  $\frac{1}{3}$  ほど粉末硫黄を入れ，おだやかに加熱する。融解した硫黄の温度を上げていくと，しだいに褐色になり 200℃付近で流動性を失うから，試験管に逆さにしてみる。さらに温度を上げると黒褐色になり流動性を回復する。445℃で沸騰するから，これを図3のように，水中のロートで巻くように流し込む。ゴム状硫黄ができているから，取り出して引き伸ばしてみる。



〔演示実験〕 試験管に粉末硫黄約 0.5 g (小さじ1杯)を入れ，図1のように，二硫化炭素約 3ml を加えてよく振って溶かす。ロートとろ紙を使ってろ過し，時計皿に移し，ビーカーでふたをして静置する。できた斜方硫黄の結晶をルーペで観察し図示せよ。



図示

斜方(晶系)硫黄

〔まとめと考察〕

(1) 常温での硫黄は 斜方 硫黄であり，二硫化炭素 に溶ける。その結晶の融点は 113℃ である。

(2) 単斜硫黄は，斜方硫黄を 95.5℃以上の温度を保つと生じる。その結晶の融点は 119℃ である。

〔学習の成果〕

## 5.成分元素を調べよう

月 日( )天気( )

〔目的〕 炎色反応や、沈殿反応、気体発生によって物質の成分元素を調べる。

〔準備〕

器具: 試験管(6本), ガスバーナー, マッチ, 白金線, ピンセット, 鉄製スタンドまたは試験管ばさみ, 薬さじ, ゴム栓付きガラス曲管,

試薬: 1%-食塩水 $\text{NaCl}$ , 硝酸ナトリウム水溶液 $\text{NaNO}_3$ , 硝酸銅(Ⅱ)水溶液 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  
0.1mol/l-硝酸銀水溶液 $\text{AgNO}_3$ , 炭酸水素ナトリウム(重曹) $\text{NaHCO}_3$ , 石灰水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  
フェノールフタレイン溶液

### 〔実験1〕 炎色反応による成分元素の検出

- (1) 2本の試験管に, 塩化ナトリウム, 硝酸ナトリウム, 硝酸銅(Ⅱ)の各水溶液を少量とる。
- (2) ガスバーナーの外炎に白金線を入れて強熱する。炎が着色していたら, 白金線に濃塩酸をつけて, 炎の中で強熱する。炎が着色しなくなるまでくり返す。
- (3) 白金線の先端に(1)の塩化ナトリウム水溶液をつけ, 炎の中に入れて炎の色を観察する。硝酸ナトリウム, 硝酸銅(Ⅱ)水溶液も同様に観察する。

### 〔実験2〕 沈殿による成分元素の検出

塩化ナトリウム, 硝酸ナトリウム, 硝酸銅(Ⅱ)それぞれ約5mlを試験管にとり, 硝酸銀水溶液2〜3滴を加えてよく振り, 変化を観察する。

| 物質  | 塩化ナトリウム | 硝酸ナトリウム | 硝酸銅(Ⅱ) |
|-----|---------|---------|--------|
| 実験1 | 黄色      | 黄色      | 青緑色    |
| 実験2 | 白色沈殿    | 変化なし    | 変化なし   |

### 〔実験3〕 発生する気体による成分元素の検出

- (1) 乾いた試験管2本に炭酸水素ナトリウム(重曹)を大さじ一杯入れる。
- (2) 実験装置を図のように設置し, 変化を観察する。  
注: 試験管の口は加熱部より少し下げる。
- (3) (2)で加熱した試験管と(1)で試験管に蒸留水を加えた後, フェノールフタレインを2〜3滴加える。

石灰水の変化:

白く濁る

試験管中の変化:

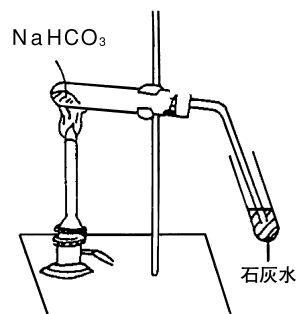
白く濁る

重曹の変化(フェノールフタレイン溶液で確認する):

淡赤色から濃赤色に変化する

- (3) 試験管内の残留物を炎色反応で調べてみる

黄色の炎色反応を示す



### 〔まとめと考察〕

(1) 化学式から塩化ナトリウム(食塩)と炭酸水素ナトリウム(重曹)の成分元素は何か。

食塩の成分元素 Na, Cl

重曹の成分元素 Na, H, C, O

(2) ある種の元素を含んだ物質を炎の中に入れると、その元素に特有の色が現れることを炎色反応という。実験1の結果から、炎色反応を示した成分元素は何か答えよ。

|      |       |     |
|------|-------|-----|
| 成分元素 | ナトリウム | 銅   |
| 炎色反応 | 黄色    | 青緑色 |

(3) 実験2で、硝酸銀水溶液を加えるのは、どの元素を検出するためか。

Cl ( $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$ )

(4) 実験3において

(ア) 石灰水がにごったのはなぜか。

$\text{CO}_2$ が発生したから ( $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ )

(イ) 試験管中が変化したのはなぜか。

$\text{H}_2\text{O}$ が発生したから。

(ウ) 重曹は、どのような物質に変化したと考えられるか。

炭酸ナトリウム, 水, 二酸化炭素

(5) 実験3において、試験管の口を少し下げるのはなぜか。

発生した $\text{H}_2\text{O}$ によって割れるのを防ぐため

### 〔学習の成果〕



## 6. 水 質 調 査

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目 的〕 水の中に溶けている物質を調べる。

〔準 備〕

器具: 試験管 (3 本), ピペット, メスシリンダー, 300 ml ビーカー, 金網, 三脚, ガスバーナー

試薬: 検水 (1) 食塩水  $\text{NaCl}$  (0.3 g を水に溶かして 1000 ml にする)  
(2) 砂糖水 [有機物] (ショ糖 1.0 g を水に溶かして 1000 ml にする)  
(3) 生活排水, または河川水  
濃硝酸  $\text{HNO}_3$ , 1 %-硝酸銀水溶液  $\text{AgNO}_3$ ,  
6 mol/l -硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 0.1 %-過マンガン酸カリウム水溶液  $\text{KMnO}_4$

〔実験 1〕 塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ ) の存在を調べる。

検水 (1), (2), (3) をそれぞれ試験管に 5 ml 取り, 濃硝酸 1 ~ 2 滴を加えて酸性にし, これに 1 %-硝酸銀水溶液を 4 ~ 5 滴加える。

〔実験 2〕 有機物の存在を調べる。

検水 (1), (2), (3) をそれぞれビーカーに 100 ml 取り, 6 mol/l -硝酸 5 ml と 0.1 %-過マンガン酸カリウム水溶液 1 ml を加えて加熱し, 沸騰してから 5 分間煮沸し続ける。

〔結 果〕

|                     | 硝酸銀水溶液 | 過マンガン酸カリウム水溶液 |
|---------------------|--------|---------------|
| 検水 (1) (食塩水)        | 白く濁る   | 変化なし          |
| 検水 (2) (ショ糖水 [有機物]) | 変化なし   | 赤紫色から無色になる    |
| 検水 (3) (河川水)        |        |               |

〔考 察〕 (1) 硝酸銀水溶液で検出されるイオンは何か。

塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )

(2) 過マンガン酸カリウム水溶液で検出される物質は何か。

有機物

(3) 河川水には, どんなイオンや物質が含まれているか。

塩化物イオン (海水中の  $\text{NaCl}$  が雨, 風により運ばれる。生活排水に含まれる。)  
有機物 (河川の小動物の死骸, 枯れ葉, 生活排水, 工場排水などに含まれる。)

〔感 想〕

※河川水には塩化物イオン、有機物以外にも多くの物質が含まれている。

アンモニウムイオン、リン酸イオン、硝酸イオンなどは人間活動の影響を大きく受ける。

「パケットテスト」を用いると、これらの物質を定量的に調べることができる。



## 7. 学変化と化学反応式

月 日( )天気( )

〔目的〕 1. 化学変化を化学反応式であらわし、化学反応式の書き方を理解する。

〔準備〕

器具:ピンセット、ガスバーナー、試験管、マッチ、薬さじ、  
ゴム栓つきガラス曲管、試験管ばさみ、線香

試薬:マグネシウムリボンMg, 1 mol/l 硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$   
炭酸水素ナトリウム $\text{NaHCO}_3$  (粉末), 石灰水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$   
5%-過酸化水素水 $\text{H}_2\text{O}_2$ , 酸化マンガン(IV) $\text{MnO}_2$  (粒状)

### 〔実験1〕 マグネシウムの燃焼

ピンセットでマグネシウムリボンをつまみ、ガスバーナーの炎で点火して燃やしてみよ。

燃えている時のようす 明るく燃えた 燃えた後の状態 白い粉末になった。

〔考察〕 1. マグネシウムは燃えるとき、空気中の酸素と反応して 酸化マグネシウム になる。

2. この変化を化学反応式で書きなさい。

化学反応式  $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$

### 〔実験2〕 水素の製法と性質

- ① 1 mol/l  $\text{H}_2\text{SO}_4$  約 5 ml を試験管にとり、これに 2～3 cm のMgリボンを加えて反応させ、発生する気体を集め、図のように点火せよ。(Mgリボンは3本ぐらいがよい)



(a) の変化 激しく反応して気体を発生した

(b) の変化 激しい爆発音がした

- ② もう一度①の(a)の装置で、発生する気体を集める。(薬品は新しいものと入れかえる。) 気体が入っている上の試験管の口を指で押さえ、試験管を逆さまにして持っておく。

同時に、試験管内に先をらせん状にまいた銅線を表面が黒くなるまで加熱する。その銅線が熱いうちに、試験管を逆さまにしたまま押さえっている指をはずして、試験管内に差し込む。銅線を差し込んだ時の試験管内および銅線の変化を観察せよ。

(c) の変化 試験管内の変化 試験管の底の部分に水滴が確認できた。

銅線の変化

黒色の銅線が金属光沢(もとの銅の色)をもった



p. 16③

〔考察〕 1. (a) で反応した物質、生成した物質は何か。

反応物質 Mg と  $\text{H}_2\text{SO}_4$  生成物質  $\text{H}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$

(a) の変化の化学反応式を書きなさい。

化学反応式  $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$

2. (b) で反応した物質、生成した物質は何か。

反応物質  $\text{H}_2$

生成物質  $\text{H}_2\text{O}$

(b) の変化の化学反応式を書きなさい。

化学反応式  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

3. (c) で反応した物質、生成した物質は何か。

反応物質  $\text{CuO}, \text{H}_2$

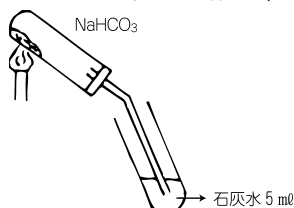
生成物質  $\text{Cu}, \text{H}_2\text{O}$

(c) の変化の化学反応式を書きなさい。

化学反応式  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

### 〔実験 3〕二酸化炭素の製法と性質

小さじ 2 杯の  $\text{NaHCO}_3$  を乾いた試験管にとり、ゴム栓つきガラス曲管をつけ、図のように加熱し、発生する気体を石灰水に通しなさい。



$\text{NaHCO}_3$  の入った

試験管の変化 白く固まる。試験管の口の方が曇る。

石灰水の変化 白く濁る。

〔考 察〕

1.  $\text{NaHCO}_3$  が分解するとき発生する気体は何か。  $\text{CO}_2$

このときの変化を化学反応式で書きなさい。

化学反応式

$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

2. 石灰水に気体を通すときできる白い沈殿は何か。  $\text{CaCO}_3$

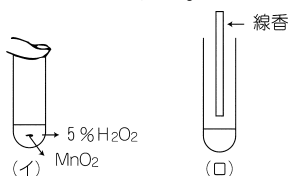
このときの変化を化学反応式で書きなさい。

化学反応式

$\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

### 〔実験 4〕酸素の製法と性質

5 ml の 5 %  $\text{H}_2\text{O}_2$  を試験管にとり、これに 1 ～ 2 粒の  $\text{MnO}_2$  を加え、親指で軽く押さえ、発生する気体を集める。この気体にマッチの燃えさしや点火した線香を入れてみよ。



(イ) の変化 気体が激しく発生する。

(ロ) の変化 ポット音がで線香が激しく燃える(助燃性)

〔考 察〕

(イ) で反応した物質、生成した物質は何か。

反応物質

生成物質

$\text{H}_2\text{O}_2$

$\text{O}_2$

この変化を化学反応式で書きなさい。(酸化マンガン(IV)  $\text{MnO}_2$  は触媒です)

化学反応式

$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

〔学習の成果〕

## 8. 質量パーセント濃度とモル濃度

## 8. 質量パーセント濃度とモル濃度

## 9. 溶解熱・中和熱

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 反応熱, (溶解熱, 中和熱)について調べる。

〔準備〕

器具: 試験管, メスシリンダー (100ml), 温度計, 発泡スチロール容器 (カップヌードルの容器など), 葉さじ, 脱脂綿, スポイト, 輪ゴム

試薬: 濃アンモニア水, 濃塩酸, 塩化アンモニウム (固体)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 蒸留水, 水酸化ナトリウム (固体)  $\text{NaOH}$ ,  $1\text{ mol/l}$  -水酸化ナトリウム  $\text{NaOH}$ ,  $1\text{ mol/l}$  -塩酸  $\text{HCl}$

〔実験〕

- (1) 試験管に濃塩酸を  $1\text{ ml}$  入れる。
- (2) 温度計の水銀部に脱脂綿をまき輪ゴムでしばって, 濃アンモニア水をスポイトでつけ, 温度変化を観察した後, さらに濃塩酸の入っている試験管の液面に近づけて温度変化をみよ。

(最初の温度計の読み) 25 °C

(濃アンモニア水をつけたとき) 13 °C

(濃塩酸に近づけたとき) 45 °C

〔考察〕

1. 水銀部の脱脂綿に濃アンモニア水をつけたとき, 温度の降下が見られるのはなぜか。

アンモニア水からアンモニア分子が蒸発するときに熱を奪うので温度が降下する。

2. 濃塩酸の液面に近づけたとき, 温度変化がみられるのはなぜか。

アンモニアと塩化水素が反応して塩化アンモニウムができる時に発熱するので温度が上がる。(発熱反応)

3. 濃塩酸と濃アンモニア水が反応するときの化学反応式をかきなさい。



〔実験2〕 2本の試験管にそれぞれ蒸留水を  $5\text{ ml}$  とり, 温度をはかる。その1本に  $\text{NaOH}$  (固体) を3粒, 他の1本に  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (固体) 小さじ3杯を加えてとかし, それぞれの温度をはかりなさい。

| 物質                     | 溶解前の水温 $t_1$ | 溶解後の水温 $t_2$ | $\Delta t = t_2 - t_1$ | 溶解熱は発熱か, 吸熱か |
|------------------------|--------------|--------------|------------------------|--------------|
| $\text{NaOH}$          | 25           | 45           | 20                     | 発熱           |
| $\text{NH}_4\text{Cl}$ | 25           | 15           | -10                    | 吸熱           |

〔実験3〕  $1\text{ mol/l}$  - $\text{HCl}$   $50\text{ ml}$  を発泡スチロールに入れ温度をはかる。それに  $1\text{ mol/l}$  - $\text{NaOH}$   $50\text{ ml}$  を1度に加えて手早くかきまぜ, 最高液温をよみとりなさい。

反応前の液温 28 °C

反応後の最高液温 34.5 °C

〔考 察〕 1. 反応前後の温度差 $\Delta t$ を求めよ。

$$\Delta t = \underline{34.5 - 28 = 6.5}$$

2. 溶液の温度上昇度 ( $\Delta t$ ) より, 発熱量を求めよう。

混合溶液の密度を  $1 \text{ g/cm}^3$  とし, 比熱を  $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$  とする。

密度が  $1 \text{ g/cm}^3$  であるから, 混合溶液の全体積  $100 \text{ mL}$  の質量は  $100 \text{ g}$  である。

比熱が  $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$  ということは,

混合溶液  $1 \text{ g}$  の温度を  $1$  度上昇させるのに  $4.2 \text{ J}$  必要

混合溶液  $100 \text{ g}$  の温度を  $1$  度上昇させるのに  $(4.2 \times 100) \text{ J}$  必要

混合溶液  $100 \text{ g}$  の温度を  $\Delta t$  度上昇させるのに  $(4.2 \times 100 \times 6.5) \text{ J}$  必要

従って, 実験値より求められる発熱量は

$$\underline{1 \times 100 \times 4.2 \times 6.5} = \underline{2730} \text{ J} = \underline{2.73} \text{ kJ}$$

3. この実験で反応した  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$  はそれぞれ何  $\text{mol}$  か。

$$1 \text{ mol/L} \times 50 \text{ mL} \div 1000 = 0.05 \text{ mol}$$

$$\text{HCl} \quad \underline{0.05} \quad \text{mol}$$

$$\text{NaOH} \quad \underline{0.05} \quad \text{mol}$$

4.  $\text{NaOH}$ ,  $\text{HCl}$  がそれぞれ  $1 \text{ mol}$  反応するときの反応熱(中和熱)を求めよ。

$$2.73 \text{ kJ} \div 0.05 \text{ mol} = 54.6 \text{ kJ/mol}$$

$$\underline{54.6} \quad \text{kJ}$$

5. 実験結果から  $\text{HCl}$  と  $\text{NaOH}$  の中和の熱化学方程式をかきなさい。



〔学習の成果〕

## 10. ヘスの法則

月 日( )天気( )

〔目的〕 熱化学方程式を用いて、化学反応で発生または吸収する熱量の総和を調べる。

〔準備〕

器具: 温度計, 発泡スチロール容器(カップヌードルの容器など), メスシリンダー, 精密はかり  
(オーハウス)

試薬: 水酸化ナトリウム(固体) NaOH, 1 mol/l - 塩酸 HCl,  
1 mol/l - 水酸化ナトリウム NaOH, 蒸留水

〔実験 1〕 表の I の液を発泡スチロール容器に入れ、よくかきまぜながら、温度を測定し、次に II の物質を加えて温度計でよくかき混ぜ、最高温度を測定せよ。

| 実験  | I. 熱量計に入れる物質               | II. 後から追加する物質        |
|-----|----------------------------|----------------------|
| (a) | 純水 100 ml                  | NaOH (固体) 2.0 g      |
| (b) | 1 mol/l -HCl 50 ml         | 1 mol/l - NaOH 50 ml |
| (c) | 1 mol/l -HCl 50 mlと水 50 ml | NaOH (固体) 2.0 g      |

|     |                    |             |
|-----|--------------------|-------------|
| (a) | 反応前の液温 ( 20.0 )℃   | 温度差         |
|     | 反応後の最高液温 ( 25.1 )℃ | > ( 5.1 )度  |
| (b) | 反応前の液温 (19.5 )℃    | 温度差         |
|     | 反応後の最高液温 ( 25.5 )℃ | > ( 6.0 )度  |
| (c) | 反応前の液温 ( 19.5 )℃   | 温度差         |
|     | 反応後の最高液温 ( 30.8 )℃ | > ( 11.3 )度 |

〔考察〕 1. この実験で反応させる HCl および NaOH の量は、すべて 0.05mol である。水溶液の比熱は  $4.2 \text{ J} / (\text{g} \cdot \text{K})$ , 密度を  $1 \text{ g} / \text{cm}^3$  として、各反応(a), (b), (c)における物質 1 mol あたりの発熱量を求めよ。

(a) = 42.8 (kJ), (b) = 50.4 (kJ), (c) = 95.0 (kJ),  
<計算> <計算> <計算>

$$1 \text{ g} / \text{cm}^3 \times 100 \text{ ml} \times 4.2 \text{ J} / (\text{g} \cdot \text{K}) \times 5.1^\circ\text{C} = 2142 \text{ J}$$

$$2142 \text{ J} \div 1000 = 2.14 \text{ kJ}$$

$$2.14 \text{ kJ} \div 0.05 \text{ mol} = 42.8 \text{ kJ/mol}$$

$$1 \text{ g} / \text{cm}^3 \times 100 \text{ ml} \times 4.2 \text{ J} / (\text{g} \cdot \text{K}) \times 6.0^\circ\text{C} = 2520 \text{ J}$$

$$2520 \text{ J} \div 1000 = 2.52 \text{ kJ}$$

$$2.52 \text{ kJ} \div 0.05 \text{ mol} = 50.4 \text{ kJ/mol}$$

$$1 \text{ g} / \text{cm}^3 \times 100 \text{ ml} \times 4.2 \text{ J} / (\text{g} \cdot \text{K}) \times 11.3^\circ\text{C} = 4746 \text{ J}$$

$$4746 \text{ J} \div 1000 = 4.75 \text{ kJ}$$

$$4.75 \text{ kJ} \div 0.05 \text{ mol} = 95.0 \text{ kJ/mol}$$

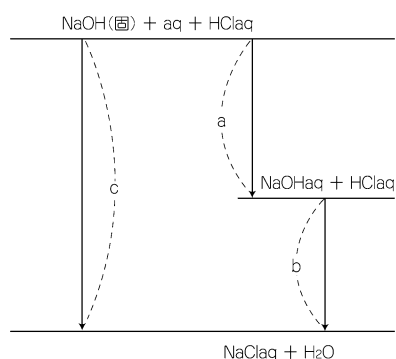
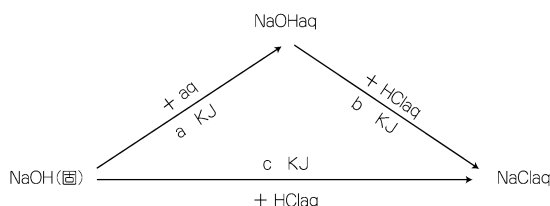


2. 実験の結果から、それぞれの熱化学方程式を完成し、後の文の（ ）へ適当な反応熱名を入れよ。

- (a)  $\text{NaOH(固)} + \text{aq} = \text{NaOHaq} + (42.8) \text{ kJ}$   
 (b)  $\text{NaOHaq} + \text{HClaq} = \text{NaClaq} + \text{H}_2\text{O} + (50.4) \text{ kJ}$   
 (c)  $\text{HClaq} + \text{NaOH(固)} = \text{NaClaq} + \text{H}_2\text{O} + (95.0) \text{ kJ}$

反応式(a)の反応熱は、 $\text{NaOH(固)}$ の(溶解)熱であり、(b)の反応熱は、 $\text{NaOHaq}$ と $\text{Hclaq}$ の(中和)熱であり、(c)の反応熱は、 $\text{NaOH(固)}$ の(溶解)熱と $\text{NaOHaq}$ と $\text{HClaq}$ の(中和)熱の和である。

3. 実験の結果より下図の a, b, c の間にどんな関係が成り立つか。a + b と c を比較しなさい。



$a + b = (93.2) \text{ kJ}, \quad c = (95.0) \text{ kJ}$

(結果)  $a + b = c$

4. 上の結果より、化学反応に伴う熱の出入りは、化学反応の道筋によって違いがあるか。この実験を一般化(法則化)すればどう言えるか。

「物質が変化するとき発生または吸収する熱量(反応熱)は、変化する前の状態と変化した後の状態だけで決まり、変化の過程には無関係である。」  
 ヘスの法則(総熱量保存の法則)

〔学習の成果〕

第1学習社図説からの参考文献



# 11. 酸・塩基

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 酸と塩基の種類をあげ、これらの一般的な性質や強弱を調べる。

〔準備〕

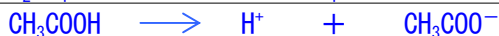
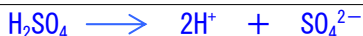
器具: 試験管, 電流計(交流), 白熱電球, 薬さじ, 蒸留水, ゴム栓, 銅線, マッチ, ピンセット

試薬: 1 mol/l -塩酸HCl, 1 mol/l -硫酸H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1 mol/l -酢酸CH<sub>3</sub>COOH  
水酸化ナトリウム(固体)NaOH, 水酸化バリウム(固体)Ba(OH)<sub>2</sub>  
1 mol/l -アンモニア水NH<sub>3</sub>, マグネシウムリボンMg  
1 mol/l -水酸化ナトリウム NaOH, フェノールフタレイン溶液, リトマス紙

〔方法〕 次に示すそれぞれの試薬を試験管に5ml ずつとり, リトマス紙およびフェノールフタレインによる呈色, Mg との反応(酸について)の結果を表にかきいれよ。Mg との反応については発生する気体は何であることをしらべよ。(固体については1粒を水にとかして調べる。)

|            | HCl   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | CH <sub>3</sub> COOH | NaOH  | Ba(OH) <sub>2</sub> | NH <sub>3</sub> 水 |
|------------|-------|--------------------------------|----------------------|-------|---------------------|-------------------|
| リトマス紙      | 青 → 赤 | 青 → 赤                          | 青 → 赤                | 赤 → 青 | 赤 → 青               | 赤 → 青             |
| フェノールフタレイン | 変化なし  | 変化なし                           | 変化なし                 | 赤くなる  | 赤くなる                | 赤くなる              |
| Mg との反応    | 激しく反応 | 激しく反応                          | 穏やかに反応               |       |                     |                   |

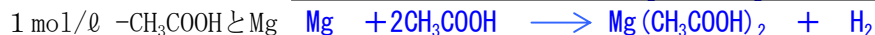
〔考察〕 1. 水溶液が酸性を示す物質の電離式をかけ。



2. 水溶液がアルカリ性を示す物質の電離式をかけ。



3. 1 mol/l -HClとMg, 1 mol/l -CH<sub>3</sub>COOHとMgとの反応を, それぞれ化学反応式でかけ。

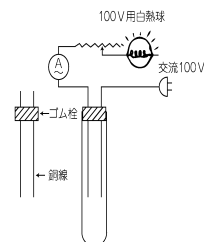


4. Mg との反応で酸の濃度はすべて同じだから, その中に溶けている酸の分子数も等しいのに発生速度が違うのはなぜか。電離によって生じるH<sup>+</sup>の濃度に差がある。

〔演示実験〕

右図の実験装置を組み立て, 試験管に次の物質をいれて, 電流の強さを測定する。

| 物 質   | 1 mol/l -HCl | 1 mol/l -CH <sub>3</sub> COOH | 1 mol/l -NaOH | 1 mol/l -NH <sub>3</sub> |
|-------|--------------|-------------------------------|---------------|--------------------------|
| 明るさ   | 明るい          | かすかに                          | 明るい           | かすかに                     |
| 電流の強さ | 0.3A         | 0.2A                          | 0.3A          | 0.18A                    |



〔学習の成果〕

## 12. pH の 測定

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目 的〕 (1) 身近な物質の pH を測る。

(2) 酸，アルカリの水溶液をうすめて，それぞれの pH の変化をしらべる。

〔準 備〕

器具: 試験管 (シャーレ又は時計皿)，目盛付試験管，ピンセット，ピペット

試薬: 0.1mol/l-塩酸 HCl，0.1mol/l-酢酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ，0.1mol/l-水酸化ナトリウム NaOH，  
万能 pH 試験紙，pH 試験紙 (BTB，ALB，AZY)

試料: ジュース，コーラ，せっけん水，みかん汁，牛乳

※ 〈10倍にうすめる方法〉

目盛付試験管にうすめる前の液をピペットで1ml 取り，水を加えて10ml とする。

〔実 験〕

(1) 次の試料の pH をはかれ。(万能 pH 試験紙を使用，だ液・水道水は BTB を使用する)

| 試 料 | ジュース | コーラ | 牛 乳 | ミカン汁 | 石けん水 | だ 液 | 水 道 水 |
|-----|------|-----|-----|------|------|-----|-------|
| pH  | 2    | 2   | 7   | 4    | 10   | 7   | 7     |

(2) 0.1mol/l-HCl を用いて，0.01mol/l，0.001mol/l の各水溶液をつくり，それぞれの水溶液の pH を測定せよ。  
(万能 pH 試験紙使用)

| 試 料 | 0.1mol/l-HCl | 0.01mol/l-HCl | 0.001mol/l-HCl |
|-----|--------------|---------------|----------------|
| pH  | 1            | 2             | 3              |

(3) (2)と同じようにして  $\text{CH}_3\text{COOH}$  の 0.01mol/l，0.001mol/l の水溶液をつくり，それぞれの pH を測定せよ。  
(万能 pH 試験紙を使用)

|    | 0.1mol/l - $\text{CH}_3\text{COOH}$ | 0.01mol/l - $\text{CH}_3\text{COOH}$ | 0.001mol/l - $\text{CH}_3\text{COOH}$ |
|----|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| pH | 3                                   | 4                                    | 5                                     |

(4) (2)と同じようにして NaOH の，0.01mol/l，0.001mol/l の水溶液をつくり，それぞれの pH を測定せよ。  
(0.1mol/l，0.01mol/l の NaOH は ALB，0.001mol/l の NaOH は AZY を使用)

|    | 0.1mol/l - NaOH | 0.01mol/l - NaOH | 0.001mol/l - NaOH |
|----|-----------------|------------------|-------------------|
| pH | 13              | 12               | 11                |

〔考 察〕

1. 同じ濃度で HCl と  $\text{CH}_3\text{COOH}$  を比べると 塩酸 の方が pH の値は小さく，酸性は 強 い。

2. 実験(2)，(3)から酸をうすめていくと，pH の値はどのように変化していくか。

pH の 値 は 大 き く な る 。

3. 実験(4)から塩基をうすめていくと，pH の値はどのように変化していくか。

pH の 値 は 7 に 近 づ く

〔学習の成果〕

# 13. 酸・塩基の中和滴定

月 日( )天気( )

〔目的〕 市販の食酢に含まれている酢酸の濃度をしらべる。

〔準備〕

器具:メスフラスコ(100ml), ビュレット, ホールピペット(10ml)

コニカルビーカー(又は三角フラスコ), ビュレット台, ビーカー(50ml), ロート

試薬:市販の酢, 0.2mol/l -水酸化ナトリウム NaOH, フェノールフタレイン溶液,  
蒸留水

留  
意  
事  
項

1. ピペットで液をとるとき

- ① 先を液の底までつけ、液を口の中に吸い込まないように上から見ながら標線よりやや上まで吸い取る。
- ②三角フラスコに流し出して、先の方に残った液は必ず空気の膨張により全部流し出す。(図A)

2. ビュレットを使うとき

- ①ビュレットの先に気泡がのこらないように全部液で満たしておく。(図B)
- ②コックがぬけて液をコックの所から流出させないようにするため、コックを押さ<sup>え</sup>ぎ<sup>み</sup>にまわして液を滴下する。(図C)
- ③目盛をよむときは、標線を真横より読みとる。(図D)
- ④ビュレットがぬれているときは溶液洗浄を行なう。

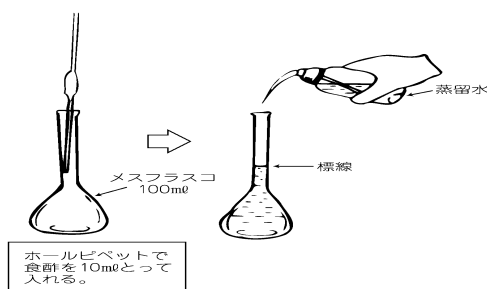
3. 第1回目の滴定は中和点を通りこして、液を濃い紅色にしないようゆっくり行なう。2回目からは1回目より約1ml 少ない液量まですみやかに滴下し、以後は1滴ずつ滴下する。

4. 実験値のうち極端に異なるものがあるときは、これを実験値からはずす。

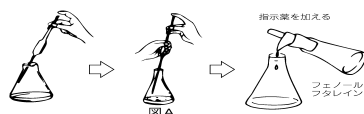
〔実験〕

(1) 食酢を10倍にうすめる。

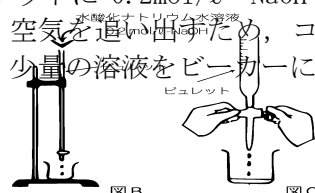
(メスフラスコに食酢を10ml ホールピペットでとり、蒸留水を加え正しく100ml にする。)



(2) うすめた食酢 10ml を三角フラスコにとり、フェノールフタレイン溶液を1～2滴加える。



(3) ビュレットに 0.2mol/l -NaOH を注ぎ入れ、空気を追い出すため、コックを開き、少量の溶液をビーカーに出す

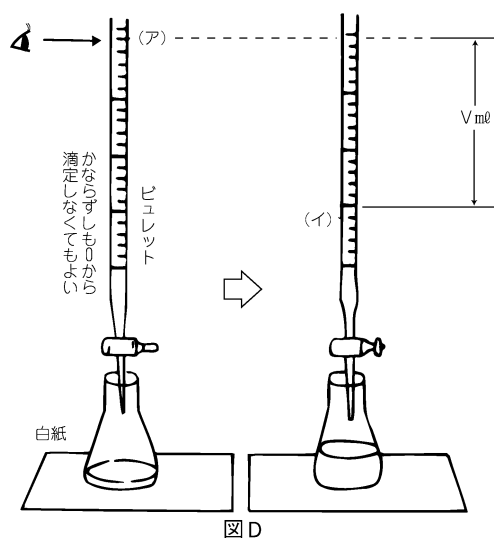


(4) 最初の目盛り(ア)を記録する。

(2) で準備した三角フラスコ(コニカルビーカー)にビュレットから  $0.2\text{mol/l}$   $\text{-NaOH}$  を滴下し、時々よく振り混ぜながら反応溶液がわずかに赤く着色し消えなくなったら、滴下をやめビュレットの目盛り(イ)を記録する。

(目盛りは最小目盛りの  $1/10$  まで目測でよむ)

滴下の操作を3回くり返し、平均値を求める。



### 〔実験の結果〕

| 回数  | (ア) 始めの目盛<br>(下2ケタまで読む) | (イ) 終わりの目盛<br>(下2ケタまで読む) | 中和に要した体積 |
|-----|-------------------------|--------------------------|----------|
| 1 回 | 1.00m l                 | 14.00m l                 | 13.00m l |
| 2 回 | 15.00m l                | 27.80m l                 | 12.80m l |
| 3 回 | 29.0m l                 | 42.1m l                  | 13.10m l |
| 平均  |                         |                          | 12.97m l |

### 〔考 察〕

実験の結果から食酢中の酢酸 $\text{CH}_3\text{COOH}$ の量を計算する。

1. 10 倍にうすめた食酢のモル濃度はいくらか。  $\frac{(10 \times M)}{1000} = \frac{(0.2 \times 12.97)}{1000}$   
 $M = 0.259 \text{ mol/l}$

2. 原液のモル濃度はいくらか。

$$0.259 \text{ mol/l} \times 10 = 2.59 \text{ mol/l}$$

3. 原液 1 l 中の $\text{CH}_3\text{COOH}$ の質量は何 g か。(  $\text{CH}_3\text{COOH}$  の分子量 = 60 とする。 )

$$2.59 \text{ mol/l} \times 60 = 155.4 \text{ g}$$

4. 原液の密度を  $1 \text{ g/cm}^3$  としたときの酢酸の質量パーセント濃度はいくらか。

$$\frac{155.4}{1000} \times 100 = 15.54\%$$

〔発展実験〕 みかん汁や市販の缶ジュースなどの酸の濃度を求めてみよう。

### 〔学習の成果〕

## 14. 色が変わる水（ブドウ糖の還元作用を利用して）

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 色の変化を通してブドウ糖の還元作用を確かめる。

〔準備〕

器具: 500 ml ビーカー, 500ml 三角フラスコ (500ml ペットボトルでも可), ゴム栓, ガラス棒

試薬: ブドウ糖  $C_6H_{12}O_6$ , 水酸化ナトリウム  $NaOH$ , メチレンブルー 1 % 溶液, インジコカルミン 1 % 溶液

〔実験 1〕 色が変わる水 (I)

- (1) 500 ml ビーカーに水 300ml, 水酸化ナトリウム 3 g, ブドウ糖 3 g を加えて溶かす。
- (2) メチレンブルー 1 % 溶液を 5 滴加える。
- (3) 三角フラスコに移し, ゴム栓をして溶液の色が変化するまでしばらく静置する。

溶液の色: 無色

- (4) (3) の溶液を振って変化を観察する。

溶液の色: 青色 (酸化)

- (5) 再び静置して変化を観察する。

溶液の色: 無色 (還元)

〔実験 2〕 色が変わる水 (II)

- (1) 500ml ビーカーに水 250ml, 水酸化ナトリウム 5 g, ブドウ糖 3 g を加えて溶かす。
- (2) インジコカルミン 1 % 溶液を 5 ~ 10ml 加える。
- (3) 三角フラスコに移し, ゴム栓をして溶液の色が変化するまでしばらく静置する。

溶液の色: 黄色

- (4) (3) の溶液をゆっくり振って変化を観察する。

溶液の色: 赤色 (酸化)

- (5) さらに激しく振って変化を観察する。

溶液の色: 緑色 (さらに酸化が進む)

- (6) 再び静置して変化を観察する。

溶液の色: 黄色 (還元)

〔考察〕

- (1) フラスコを振ることによって色が変わるのはなぜか？

酸素が溶液中にとけ、指示薬が酸化される。

- (2) しばらく静置すると色がもとにもどるのはなぜか？

放置するとブドウ糖が指示薬を還元し、もとに戻る。

〔学習の成果〕

参考文献 『実験による化学への招待』 日本化学会訳編

〔実験 1〕 p 134 ~ 135 青いフラスコ メチレンブルーの酸化還元

〔実験 2〕 p 112 ~ 113 交通信号反応 ブドウ糖の還元作用

# 15. 酸 化 還 元

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目 的〕 酸化還元反応と主な酸化剤還元剤の反応を知る。

〔準 備〕

器具:試験管

試薬: 1 %-過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$ , 3 %-二クロム酸カリウム  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$   
 $3 \text{ mol/l}$  -硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 塩酸  $\text{HCl}$ , 5 %-塩化スズ(II)  $\text{SnCl}_2$   
 3 %-過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 1 %-ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液,

〔注〕  $\text{SnCl}_2$ の水溶液は白濁するので塩酸を加えて透明にし, 溶液中に金属スズを加えておく。

〔実験 1〕 酸化剤, 還元剤の反応

次の(1)～(3)の水溶液を3本の試験管にそれぞれ2 mlずつとり, さらに5 %- $\text{SnCl}_2$  塩酸酸性\*溶液を少量ずつ加えてみよ。

- (1) 硫酸酸性\*の1 %- $\text{KMnO}_4$  赤紫色が消える  
 (2) 硫酸酸性\*の3 %- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  赤橙色が緑色になる  
 (3) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 赤褐色が無色になる

\*試薬を調整した後, 酸性になるまで酸を加えておく。

〔実験 2〕 1 %- $\text{KMnO}_4$  と 3 %- $\text{H}_2\text{O}_2$  との反応

硫酸酸性の1 %- $\text{KMnO}_4$  を 2 ml 試験管にとり, これに3 %- $\text{H}_2\text{O}_2$  を 2 ml 加えてみよ。  
気体 ( $\text{O}_2$ ) を発生させて, 無色になる

〔考 察〕

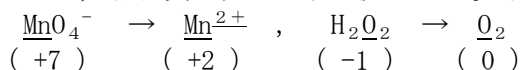
1. 実験 1 において各物質が反応して色の変化が起こったのは表の左側のイオンが右側のイオンに変わったためである。イオンの名称と色を記入せよ。(注)  $\text{I}_2$  (分子式)

| 反応前のイオン                      |           |     | 反応後のイオン          |             |         |
|------------------------------|-----------|-----|------------------|-------------|---------|
| イオン式                         | イオンの名称    | 色   | イオン式             | イオンの名称      | 色       |
| $\text{MnO}_4^-$             | 過マンガン酸イオン | 赤紫  | $\text{Mn}^{2+}$ | マンガン(II)イオン | 無色(薄い桃) |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ | 二クロム酸イオン  | 赤橙  | $\text{Cr}^{3+}$ | クロム(III)イオン | 緑色      |
| $\text{I}_2$                 | ヨウ素分子     | 赤褐色 | $\text{I}^-$     | ヨウ化物イオン     | 無色      |
| $\text{Sn}^{2+}$             | スズ(II)イオン | 無色  | $\text{Sn}^{4+}$ | スズ(IV)イオン   | 無色      |

2. 実験 1 の反応前後における表中の下線を施した原子の酸化数を ( ) に記入せよ。  
 また, その変化は酸化か還元かを [ ] に答えよ。

|                           |               |                           |                           |               |                           |                       |               |                       |
|---------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| $\text{KMnO}_4$<br>( +7 ) | $\rightarrow$ | $\text{MnCl}_2$<br>( +2 ) | $\text{SnCl}_2$<br>( +2 ) | $\rightarrow$ | $\text{SnCl}_4$<br>( +4 ) | $\text{I}_2$<br>( 0 ) | $\rightarrow$ | $\text{HI}$<br>( -1 ) |
| [ 還元 ]                    |               |                           | [ 酸化 ]                    |               |                           | [ 還元 ]                |               |                       |

3. 実験 2 において, 各物質は次のように反応した。下線の原子の酸化数を書け。



4. 実験 2 で還元された物質はどれか。また, 酸化された物質はどれか。

還元された物質 過マンガン酸カリウム 酸化された物質 過酸化水素水

5. 実験 2 で還元剤の働きをしているものはどれか。

過酸化水素水

## 16. 金属のイオン化傾向



## 17. 電池

月 日( ) 天気( )

〔目的〕 1) ボルタの電池の原理を調べる。

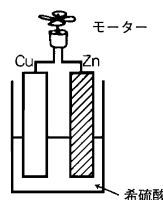
〔準備〕

器具: ビーカー(100 mL) × 2, モーターおよびプロペラ(または豆電球)クリップ付き  
リード線, スポイト, 電流計

試薬: 1 mol/l 硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$ , マグネシウムリボン $\text{Mg}$ (5 cm), 3%-過酸化水素水 $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  
亜鉛版 $\text{Zn}$ , 銅版 $\text{Cu}$ , 鉛版 $\text{Pb}$ , 黒鉛粉末 $\text{C}$

〔実験1〕 図のように1 mol/l 硫酸の入ったビーカーに, モーターをつけた $\text{Cu}$  と  $\text{Zn}$  を浸してみよ。回転が遅くなったら3%過酸化水素水を $\text{Zn}$  にスポイトで入れ, 次に $\text{Cu}$  近くに注いでみよ。どうなるか。

銅板近くに $\text{H}_2\text{O}_2$ を入れると, モーターは再び回り始めた。



〔考察〕 1) 1度まわったモーターの回転が遅くなったのはなぜか説明せよ。

銅板の周りに水素が付着し, 電子の受け渡しを妨げた。(分極)

2)  $\text{Cu}$  近くに $\text{H}_2\text{O}_2$ を加えると, 再びモーターの回転が速くなったのはなぜか。

水素を $\text{H}_2\text{O}_2$ が酸化して $\text{H}_2\text{O}$ にしたため, 電子の受け渡しがスムーズに進んだため。

〔実験2〕 金属の組み合わせを $\text{Zn}$  と  $\text{Mg}$ ,  $\text{Cu}$  と  $\text{Mg}$ ,  $\text{Pb}$  と  $\text{Mg}$  に変えて実験1と同様に行い, モーターの回転の速さを比較せよ。

$\text{Cu}$  と  $\text{Mg}$  の組み合わせが一番早く回る。(イオン化傾向の差が多きほど起電力も大きくなる。)

〔考察〕 1) 1番よくまわる金属の組み合わせはどれか。またなぜか, 理由も考えてみよ。

$\text{Cu}$  と  $\text{Mg}$  の組み合わせが一番早く回る。(イオン化傾向の差が多きほど起電力も大きくなる。)

2) イオン化傾向の違う2つの金属を組み合わせたとき, どちらが正極, 負極になるか。

イオン化傾向の大きい方の金属が負極となる。(イオン化傾向が大きいと, 電子を出して陽イオンになりやすい。)

イオン化傾向の大きい金属…負極, イオン化傾向の小さい金属… 陽極

〔学習の成果〕

## 18. 塩 素

月 日( ) 天気( )

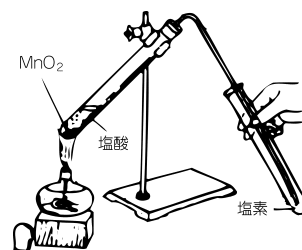
〔目的〕塩素を生成し、その性質を調べる。

〔準備〕

器具:試験管、ゴム栓付ガラス曲管、アルコールランプ、スタンド又は試験管ばさみ、ゴム栓(2個)、葉さじ、マッチ、ピンセット

試薬:酸化マンガン(IV)(粒状) $\text{MnO}_2$ 、 $6\text{ mol/l}$  塩酸 $\text{HCl}$ 、リトマス紙、銅線 $\text{Cu}$ 、赤インクをつけたろ紙、有色の草花、ヨウ化カリウム  $\text{KI}$ 、ヘキサン  $\text{C}_6\text{H}_{14}$

〔実験〕(1) 試験管に $\text{MnO}_2$  2～3粒を入れ、 $6\text{ mol/l}$   $\text{HCl}$   $5\text{ ml}$ を加え、図のようにアルコールランプで加熱し発生する塩素を3本のかわいた試験管にとり、栓をしておく。塩素の色を観察せよ。 黄緑色



(2) 塩素の入った1本の試験管に次のものを一緒に入れ、栓をし、注意深く観察せよ。

湿った青色リトマス紙 青→赤

赤インクをつけたろ紙 白くなる(脱色)

湿った有色の花 白くなる(真っ白ではなく、黄ばんだ感じ)

(3) 赤くなるまで銅を赤熱し、2本目の塩素の入っている試験管にすばやく入れ、水 $1\text{ ml}$ を加えてふってみる。どうなるか。

黄褐色の煙が発生する

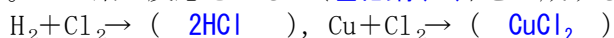
(4) 3本目の塩素の入っている試験管にヨウ化カリウム溶液 $2\text{ ml}$ を加え、さらにヘキサン $1\text{ ml}$ を加えると、どのようなになるか。

溶液の上の方が紫色になり、ヨウ素が発生していることがわかる。

溶液の上の方が紫色になり、ヨウ素が発生している事がわかる。

〔考察〕

1. 塩素は強い刺激臭のある(黄緑)色の空気より(重い)い気体で有毒である。
2. 化学的性質がはげしく、他の元素と直接化合して(塩化物)をつくる。たとえば水素 $\text{H}_2$ と塩素 $\text{Cl}_2$ を明るところで混ぜると爆発的に化合して(塩化水素)を生成する。また銅と反応させると(塩化銅(II))を生成する。

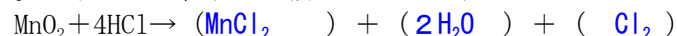


3. 塩素が水に溶けると(酸化)力の強い次亜塩素酸 $\text{HClO}$ を生じる。このことを利用して塩素は(漂白)や(殺菌)などに用いられる。



※次亜塩素酸は不安定で分解して塩酸と原子状酸素 $\text{O}$ (発生期の酸素)になる。この原子状酸素 $\text{O}$ が花の色素と化合して漂白がおこるのである。

4. 塩素は自然界には単体として存在せず、工業的には(食塩)水を電気分解して作る。実験室では、他に(酸化マンガン)に塩酸を加えて加熱する方法もある。



(注) サンボールなどの塩酸を含む液とブリーチ類(カビキラーやハイターなど)の酸化剤を混ぜると、塩素ガス $\text{Cl}_2$ が発生するので危険である。

〔学習の成果〕

## 19. 塩化水素と塩酸

月 日( )天気( )

- 〔目的〕 1. 塩化水素をつくり、その性質をしらべる。  
2. 塩化水素の水溶液(塩酸)の性質をしらべる。

### 〔準備〕

器具: アルコールランプ, ゴム栓つきガラス曲管, スタンド(又は試験管ばさみ), 試験管, 薬さじ, ビーカー, ゴム栓(2個), ピンセット, ガラス棒, マッチ, ピペット

試薬: 塩化ナトリウムNaCl, 9 mol/l -硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 1 %-硝酸銀 $\text{AgNO}_3$   
濃アンモニア水, リトマス紙, 蒸留水

### 〔実験〕

- (1) 試験管に 2 g のNaCl (大さじ軽く一ぱい) と 9 mol/l - $\text{H}_2\text{SO}_4$

4 ml を加え, 図のような装置をつくり, あたためると

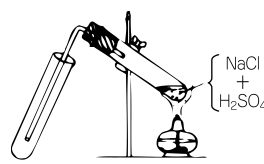
塩化水素(HCl)が発生する。この気体をよく乾いた

試験管 2 本にとり, 満ちたらすぐに栓をする。

塩化水素の色 無色透明 において 刺激臭

気体が空気中でするとき, どんな現象がみられるか。

煙を上げる。



- (2) 塩化水素の入った 1 本目の試験管の中に, 濃アンモニア水をつけたガラス棒を入れてその様子を観察せよ。

白煙を上げる

- (3) (a) 蒸留水の入った 300ml ビーカーに, 塩化水素の入った 2 本目の試験管を逆さにして入れる。そして, 試験管の様子を観察しなさい。

試験管の中に水が入ってくる。

- (b) ビーカーの中で(a)で用いた試験管の口を親指で押さえて取り出す。この試験管にリトマス紙をいれ, 液性をリトマス紙で調べたのち, 1 %- $\text{AgNO}_3$ を 2〜3 滴加えよ。

リトマス紙 青→赤  $\text{AgNO}_3$ との反応 白い沈殿ができる

### 〔考察〕

1. NaCl と  $\text{H}_2\text{SO}_4$  から, HCl が発生する変化を化学反応式でかけ。



2. 塩化水素は, なぜ下方置換で捕集するか。

空気より重く, 水に溶けやすい

3. (2) で濃アンモニア水をつけたガラス棒を, 試験管に入れたとき, 生じる白煙は何か。  $\text{NH}_4\text{Cl}$

またこのときの化学反応式をかけ。



4. (3) で生ずる沈殿はなにか。 (沈殿名) 塩化銀

またこのときの化学反応式をかけ。



5. HCl の電離式をかきなさい。  $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

### 〔学習の成果〕

## 20. 硫 酸

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目 的〕硫酸の性質をしらべる。

〔準 備〕

器具: 蒸発皿, 試験管, 温度計, ガラス棒, アルコールランプ, マッチ,  
乾電池 (2 個), 豆電球電極, スポイト, 白紙, ピンセット

試薬: リトマス紙, 濃硫酸, ショ糖  $C_{12}H_{22}O_{11}$   
5%-塩化バリウム  $BaCl_2$ , 亜鉛  $Zn$  (粒状), 蒸留水

〔実 験〕 (1) 蒸発皿に混ざらないように, 白紙の小片, ショ糖, マッチの軸木などを入れて, 濃硫酸を一滴ずつ数滴注いでみよ。

白紙の変化 黒くなる。

ショ糖の変化 褐色になりやがて黒くなる。

マッチの軸木の変化 軸木は黒くなる。

(2) 試験管に水 5 ml を入れて温度をはかり, つぎにその中へ濃硫酸 2 ml を加えてよくかきまぜたのち, 再び温度をはかつてみよ。(注, 必ず水へ濃硫酸を加えること。)

濃硫酸を加える前の温度 21 °C 混ぜた後の最高温度 60~80 °C

(3) (2) でつくった希硫酸をガラス棒につけ, それで白紙に文字を書き, それを火であぶってみよ。 文字の部分が黒く浮き出てくる。

(4) (2) でつくった希硫酸を, 2 本の試験管に分けて, 1 本目はリトマス紙で調べた後, 5%- $BaCl_2$  を数滴加えてみよ。 リトマス紙は赤くなり,  $BaSO_4$  の白い沈殿。

また, 2 本目には  $Zn$  を入れ, 反応する様子を観察せよ。

気体の水素が発生する。

〔演示実験〕別々の試験管に濃硫酸と, 希硫酸をおのおの 5 ml ずつとり, 図のような装置で, それぞれの電球の明るさを比べてみる。

濃硫酸 暗い (ほとんど電球がつかない。) 希硫酸 明るくつく。

〔考 察〕 1. (1) で白紙  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , マッチの軸木, ショ糖  $C_{12}H_{22}O_{11}$  が ( 黒 ) 色に変化するのは, 濃硫酸の ( 脱水 ) 作用による。

2. 希硫酸であぶり出しができるのは, 希硫酸から ( 水 ) が蒸発し, 希硫酸が ( 濃硫酸 ) となるからである。

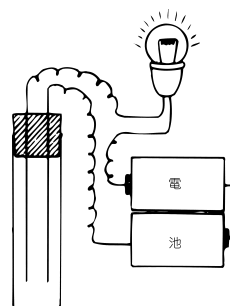
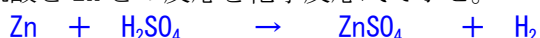
3. 濃硫酸は空气中に放置すると, ( 水蒸気 ) を吸収して, 濃度は ( うす ) くなる。

これは濃硫酸の ( 吸湿 ) 作用による。

4. 希硫酸と  $BaCl_2$  の反応式をかけ。



5. 希硫酸と  $Zn$  との反応を化学反応式で示せ。



〔学習の成果〕

## 21. アンモニア

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 アンモニアをつくり、その性質をしらべる。

〔準備〕

器具: 乾いた試験管, ゴム栓つきガラス曲管, 水槽, ガラス棒, スタンド又は試験管ばさみ, 薬さじ, アルコールランプ, 時計皿又は薬包紙, マッチ, ピンセット

試薬: 塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 水酸化カルシウム  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 水酸化ナトリウム  $\text{NaOH}$ , 硫酸アンモニウム  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 硝酸アンモニウム  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 濃塩酸, フェノールフタレイン溶液, リトマス紙

〔実験〕

- (1)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  大さじ 2 杯と  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  大さじ 1 杯を, よく混ぜてから乾いた試験管に入れ, 図のようにゴム栓つきガラス曲管をつけ, 試験管の口を水平より少しさげて加熱し, 乾いた試験管に  $\text{NH}_3$  (アンモニア) を集めよ。

$\text{NH}_3$  の色 無色透明 におい 刺激臭

$\text{NH}_3$  が発生したかどうか。リトマス紙と濃塩酸を使って調べよ。

赤色リトマス紙が青くなり, 濃塩酸との反応では白煙が生じた。

- (2)  $\text{NH}_3$  (アンモニア) の入った試験管の口を下にして, 水槽中の水に浸して水中でゆり動かしてみよ。水が入ったら指でふさいでとり出し, 2 本の試験管に分け, 1 本目はリトマス紙に対する反応をみよ。その後, フェノールフタレイン溶液を, 1, 2 滴加えてみよ。

赤色リトマス紙が青くなり, フェノールフタレイン溶液では赤く変化

- (3) 薬包紙, 又は時計皿にそれぞれ次の組合せの薬品をとり, ガラス棒でかきまぜ, においをかいでみよ。  $\text{NH}_4\text{Cl}$  と  $\text{NaOH}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  と  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  と  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

アンモニア臭 (刺激臭)

〔考察〕 1. (1) で試薬の入った試験管の変化から, アンモニア以外に何ができたか, 生成物を推定せよ。

水滴が生じる事から水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) が生じた事が分かる。

2.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  と  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  の反応を化学反応式で表わせ。



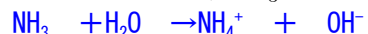
3. アンモニアを上方置換で捕集する理由は何か。

アンモニアは空気より軽く, 水に溶けやすいため。

4. フェノールフタレインで検出されるイオンは何か。イオン式で書け。

$\text{OH}^-$

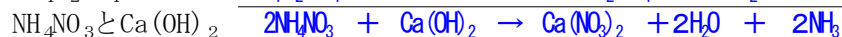
5. 4. を参考にして,  $\text{NH}_3$  が水にとけたときの電離式をかけ。



6. (3) の変化より  $\text{NH}_3$  の製法についてどのようなことがいえるか。

強酸とアンモニアの塩に強塩基を反応させるとアンモニアが発生する。

7. (3) の変化を化学反応式でかけ。



〔学習の成果〕



## 22. 硝 酸

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目 的〕 1. 硝酸の性質を調べる。

2. 一酸化窒素, 二酸化窒素を発生させ, その反応を調べる。

〔準 備〕

器具: 試験管, 試験管ばさみ, ゴム栓付ガラス曲管, 水そう, ガスバーナー, マッチ, ピンセット, ガラス棒

試薬: 6mol/l-硝酸 $\text{HNO}_3$ , リトマス紙, 毛糸(羊毛・白), 毛糸(化繊・白), もめん糸(白), 1%-ヨウ化カリウム水溶液 $\text{KI}$ , 濃硝酸,  $\text{Cu}$ (銅片), 蒸留水

〔実験 1〕 硝酸の性質

(1) 試験管に 6mol/l -硝酸 1Mℓ をとり, 蒸留水 2Mℓ を加えて, 青色リトマス紙の色の変化を確かめよ。

(2) (1)の硝酸に毛糸, 化繊糸, もめん糸を一緒に入れて熱して, 変化を見よ。

|                    | 羊 毛    | 化 繊  | もめん糸 |
|--------------------|--------|------|------|
| 希硝酸に入れて熱する<br>(観察) | 黄色に変わる | 変化なし | 変化なし |
| 実験した糸をこの欄に<br>貼付せよ |        |      |      |

(3) ヨウ化カリウム水溶液 3mℓ 試験管にとり, 濃硝酸 1 滴を加えてみよ。

無色透明が, 褐色に変わる。(I<sub>2</sub>が析出)

〔考 察〕 1. 羊毛などのタンパク質が硝酸で変色する反応を何というか。 キントプ・ザイン反応

2. (3)の実験で硝酸はどんな働きをしているか。 酸化剤として働いている

〔実験 2〕 一酸化窒素, 二酸化窒素

(1) 図のように, 試験管に銅片数個と 6mol/l 硝酸 3mℓ を入れ, 発生する気体を水上置換で集めよ。この時, 気体を発生させた試験管④と補集した試験管⑤との違いに注意せよ。

試験管 A は, 赤褐色の気体, 試験管 B は無色の気体。

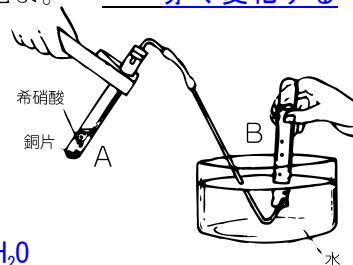
(2) 気体を補集した試験管⑤の口をゴム栓でいったんふさいで取り出し, 口を上に向けてゴム栓をはずし, 空気酸化させた時の変化を見よ。

試験管の口のが赤褐色に変化する。

(3) (2)の実験で観察がおわった試験管に, 約 1Mℓ の水を入れ, ゴム栓でふさいでよく振って気体をとかし, 青色リトマス紙の変化を見よ。 赤く変化する

〔考 察〕 1. 発生した気体について表にまとめよ。

| 試験管 | 気体の色 | 気体の名称 |
|-----|------|-------|
| ④   | 赤褐色  | 二酸化窒素 |
| ⑤   | 無色   | 一酸化窒素 |



2. (1)の試験管④でおこる変化を化学反応式で示せ。



3. (1)で試験管⑤でおこる変化を化学反応式で示せ。



4. (2)での試験管⑤の気体が空気酸化で変化する化学反応式を示せ。



〔学習の成果〕

## 23. 2 族元素とその化合物の性質

月 日( ) 天気( )

〔目的〕 2 族元素の化合物とその性質を調べる。

〔準備〕

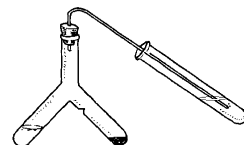
器具: ふたまた試験管, 誘導管, 試験管, バーナー, ピンセット, 白金線または炭素棒

試薬: 石灰岩, 希塩酸, 希硫酸, 石灰水, 炭酸カルシウム, マグネシウムリボン, 塩化バリウム水溶液, フェノールフタレイン溶液, 希硫酸

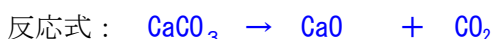
### 〔実験 1〕 カルシウムの化合物

- (1) ふたまた試験管に石灰岩と希塩酸を別々に入れ, 誘導管を取り付ける。別の試験管に石灰水を約 5 Mℓ とっておく。試験管を傾けて塩酸と石灰岩を反応させ, 気体が発生したら誘導管の先を石灰水に入れて変化をみる。

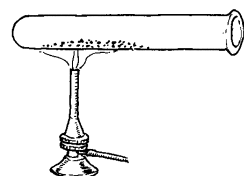
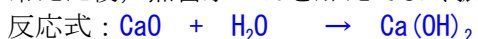
石灰岩が泡(二酸化炭素)を出して溶けて, 石灰石が白濁した



- (2) 炭酸カルシウムの粉末 0.5 g を試験管に入れて, 図のように水平にしたまま 1 ~ 2 分間程度バーナーで強熱する。



冷えた後, 蒸留水 3 Mℓ を加えてよく振る。



この溶液にフェノールフタレイン溶液を 1 ~ 2 滴加えてみる。

溶液が赤くなる。

### 〔実験 2〕 マグネシウムの性質

- (1) みがいたマグネシウムリボンを試験管に入れ蒸留水を 5 Mℓ 加えてみる。次にフェノールフタレイン溶液を 1 ~ 2 滴加えた後, バーナーで加熱し変化をみる。

マグネシウムリボンの周りから赤くなった。

- (2) みがいたマグネシウムリボンをピンセットでつまみ, ライターで点火して様子を観察する。

閃光を放ち燃える。白い灰が残った。

### 〔実験 3〕 バリウム

- (1) 塩化バリウム水溶液 5 Mℓ を試験管にとり, 白金線または炭素棒の先をこの溶液につけた後, バーナーの炎の中に入れてみる。

バリウムの炎色反応(緑色)が確認できる。

- (2) 次に, 希硫酸を 1 Mℓ 加えてみる。



〔学習の成果〕



## 24. アルカリ金属と炎色反応

月 日 ( ) 天気 ( )

- 〔目的〕 1. ナトリウムの性質を調べる。  
2. 炎色反応について調べる。

### 〔準備〕

器具: ガラス板, ろ紙, ピンセット, ナイフ, マッチ, 試験管  
白金線又は炭素棒, コバルトガラス, ガスバーナー, ビーカー (300mℓ)  
試薬: ナトリウムNa, フェノールフタレイン溶液, 蒸留水, 粉末の塩化リチウムLiCl, 塩化カリウムKCl, 塩化カルシウムCaCl<sub>2</sub>, 塩化ストロンチウムSrCl<sub>2</sub>

### 〔実験 1〕

- (1) 石油中に保存してあるNaの薄片を, ピンセットでろ紙上のにせ, 石油をふきとってからガラス板上でナイフで切って, 切り口と固さを観察する。

チーズの様な固さである。切り口の金属光沢がすぐに曇る。

- (2) 試験管に5mℓの蒸留水を入れ, フェノールフタレイン溶液1～2滴を加える。これに米粒ぐらいの大きさに切ったNaをピンセットではさんで入れ, 他の試験管をかぶせて, 発生する気体を集める。反応終了後, 試験管の口を下にむけたまま指でおさえ, マッチの火を近づけ, 指を放して点火する。

(注, Naに水がつくと発火する。直接手にふれることも危険である。)

水との反応  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$

液の色の変化 赤くなる 液性 アルカリ性

マッチの火を近づけた時 鋭い破裂音がする(水素の爆発)

- 〔考察〕 (2)の結果から, 発生した気体は何か。又, 液中に何が生じたかを推定し, その変化を化学反応式で示せ。

気体名 水素 液中に生じた物質 水酸化ナトリウム

化学反応式:  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$

- 〔実験 2〕 炭素棒を水でぬらし, 次の各物質の粉末をつけバーナーの炎の中に入れてみよ。

| 物質名  | LiCl | KCl | CaCl <sub>2</sub> | SrCl <sub>2</sub> |
|------|------|-----|-------------------|-------------------|
| 炎色反応 | 赤    | 赤紫  | 橙赤                | 赤色                |

### 〔学習の成果〕



## 25. 鉄イオンの反応

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕鉄イオン $\text{Fe}^{2+}$ および $\text{Fe}^{3+}$ の性質を調べる。

〔準備〕

器具:試験管×12(または呈色反応皿12穴), 薬さじ, 駒込ビペット

試薬:3%-硫酸鉄(Ⅱ) $\text{FeSO}_4$ , 3%-塩化鉄(Ⅲ) $\text{FeCl}_3$ , 3%-ヘキサシアノ鉄(Ⅱ)酸カリウム $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , 3%-ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , 1%-チオシアン酸カリウム $\text{KSCN}$ , 2mol/l -アンモニア水 $\text{NH}_3$ , 2mol/l -水酸化ナトリウム $\text{NaOH}$ , 1%-タンニン酸 $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_9$ , 5%-過酸化水素 $\text{H}_2\text{O}_2$ , 亜二チオン酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$

〔実験〕

- (1) 3%- $\text{FeSO}_4$ と3%- $\text{FeCl}_3$ をそれぞれ6本の試験管に3Mℓずつとって, 表の(a)~(f)の試薬を加えて変化を観察せよ。

| 試 薬                                          | $\text{FeSO}_4$<br>$\text{Fe}^{2+}$ の色(淡緑色) | $\text{FeCl}_3$<br>$\text{Fe}^{3+}$ の色(黄褐色) |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| (a) 3%- $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ | 青白色沈殿                                       | 濃青色沈殿                                       |
| (b) 3%- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ | 濃青色沈殿                                       | 暗褐色水溶液                                      |
| (c) 1%- $\text{KSCN}$                        | 変化なし                                        | 血赤色水溶液                                      |
| (d) 2mol/l - $\text{NaOH}$                   | 緑白色沈殿                                       | 赤褐色沈殿                                       |
| (e) 2mol/l - $\text{NH}_3$                   | 緑白色沈殿                                       | 赤褐色沈殿                                       |
| (f) 1%-タンニン酸                                 | 変化なし                                        | 濃青色水溶液                                      |

- (2) 3%- $\text{FeSO}_4$  3Mℓを試験管にとり, 5%- $\text{H}_2\text{O}_2$ を少量ずつ加え変化を見た後, 3%- $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を加えてみよ。

5%- $\text{H}_2\text{O}_2$ を加えた時 淡緑色水溶液から淡褐色水溶液に変化

3%- $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を加えた時 濃青色沈殿を生じる

- (3) 3%- $\text{FeCl}_3$  3Mℓを試験管にとり,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ を小さじ1杯加えてよく振り色の変化をみよ。さらに, 3%- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を加えてみよ。

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ を加えた時 黄褐色水溶液から黄色水溶液に変化

3%- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を加えた時 濃青色沈殿を生じる

〔考察〕

1. (1)の反応で,  $\text{Fe}^{2+}$ に $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液加えたときの, 濃青色沈殿の名称をかけ。

ターンブルー青

2. (1)の反応で,  $\text{Fe}^{3+}$ に $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液加えたときの, 濃青色沈殿の名称をかけ。

ベルリン青

3. (1)の結果から,  $\text{Fe}^{2+}$ と $\text{Fe}^{3+}$ を見分ける方法を一つあげよ。

$\text{KSCN}$ を加えて血赤色に変化したら $\text{Fe}^{3+}$ , 変化しないなら $\text{Fe}^{2+}$

4. (1)の結果から,  $\text{Fe}^{2+}$ と $\text{Fe}^{3+}$ は空気中ではどちらが安定といえるか。

$\text{Fe}^{3+}$

5. (2)の反応で,  $\text{FeSO}_4$ は $\text{H}_2\text{O}_2$ により, 酸化されたのか, 還元されたのか。

$\text{Fe}^{2+}$  から  $\text{Fe}^{3+}$  へ酸化された

6. (3)の反応で,  $\text{FeCl}_3$ は $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ により, 酸化されたのか, 還元されたのか。

$\text{Fe}^{3+}$  から  $\text{Fe}^{2+}$  へ還元された

〔学習の成果〕(1)の $\text{Fe}^{2+}$ の(c), (f)で $\text{Fe}^{2+}$ の一部が空気中の $\text{O}_2$ に酸化され $\text{Fe}^{3+}$ となっていると考えられるため, (c) 淡褐色, (f) 淡紫色の変化が見られる。

## 26. 金属イオンの反応

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 金属イオンの反応を調べ、定性分析の方法を習得する。

〔準備〕

器具: 試験管, 目盛り付試験管, 二又試験管, ろうと, ろうと台, ろ紙, 蒸留水

試薬: 硝酸銅(Ⅱ)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , 硝酸銀  $\text{AgNO}_3$ , 硝酸亜鉛  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ , 硫化鉄  $\text{FeS}$   
 硝酸アルミニウム  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ , 硝酸鉄(Ⅲ)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  の各 0.1mol/ℓ 水溶液,  
 リトマス紙, 2mol/ℓ -水酸化ナトリウム  $\text{NaOH}$ , 2mol/ℓ -塩酸  $\text{HCl}$ ,  
 6mol/ℓ -硝酸  $\text{HNO}_3$ , 2mol/ℓ -アンモニア水  $\text{NH}_3$ , 6mol/ℓ - $\text{HCl}$

〔実験1〕  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  の各 0.1mol/ℓ 水溶液を 5ℓ ずつ試験管にとり, 2mol/ℓ - $\text{NaOH}$  を少量ずつ加え, 沈殿の有無を確認し, 沈殿の色を記録したあと, さらに過剰に加えよ。次に, あらたに各水溶液を 5ℓ ずつとり, 2mol/ℓ - $\text{NH}_3$  を同様に加えてみよ。

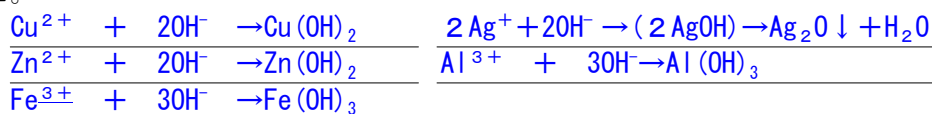
〔実験2〕  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  の各 0.1mol/ℓ の水溶液を 5ℓ ずつ, 試験管にとり 6mol/ℓ - $\text{HNO}_3$  1ℓ を加えて酸性にした後, 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  を通してみよ。沈殿ができないものについては, あらたに別の試験管にとり, 2mol/ℓ - $\text{NH}_3$  でアルカリ性にした後,  $\text{H}_2\text{S}$  を通してみよ。

〔注〕硫化水素の発生には,  $\text{FeS}$  と 6mol/ℓ - $\text{HCl}$  を使う。硫化水素は有毒なので, 風通しをよくするか, 硫化水素水を用い, 室外で実験させるとよい。

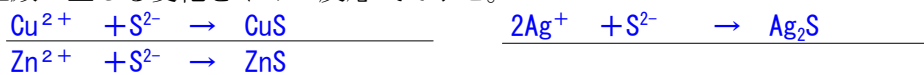
〔結果〕

| 加える溶液                     |     | $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$              | $\text{AgNO}_3$                       | $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$              | $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$              | $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$               |
|---------------------------|-----|-----------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| 2mol/ℓ - $\text{NaOH}$    | 少 量 | $\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ (白) | $\text{Ag}_2\text{O} \downarrow$ (褐色) | $\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$ (白) | $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ (白) | $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ (褐色) |
|                           | 過 剰 | $\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$     | $\text{Ag}_2\text{O} \downarrow$      | 溶ける                                     | 溶ける                                     | $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$      |
| 2mol/ℓ - $\text{NH}_3$    | 少 量 | $\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$     | $\text{Ag}_2\text{O} \downarrow$      | $\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$     | $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$     | $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$      |
|                           | 過 剰 | 溶ける                                     | 溶ける                                   | 溶ける                                     | $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$     | $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$      |
| $\text{H}_2\text{S}$ との反応 | 酸 性 | $\text{CuS} \downarrow$ (黒)             | $\text{Ag}_2\text{S} \downarrow$ (黒)  | 生じない                                    | $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$     | 生じない                                     |
|                           | 塩基性 | $\text{CuS} \downarrow$ (黒)             | $\text{Ag}_2\text{S} \downarrow$ (黒)  | $\text{ZnS} \downarrow$ (白)             | $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$     | $\text{FeS} \downarrow$ (黒)              |

〔考 察〕 1. 2mol/ℓ - $\text{NaOH}$  や 2mol/ℓ - $\text{NH}_3$  を, 少量加えたときにできる沈殿は, それぞれの金属の水酸化物である(銀を除く)。沈殿の生じる変化をイオン反応式で示せ。

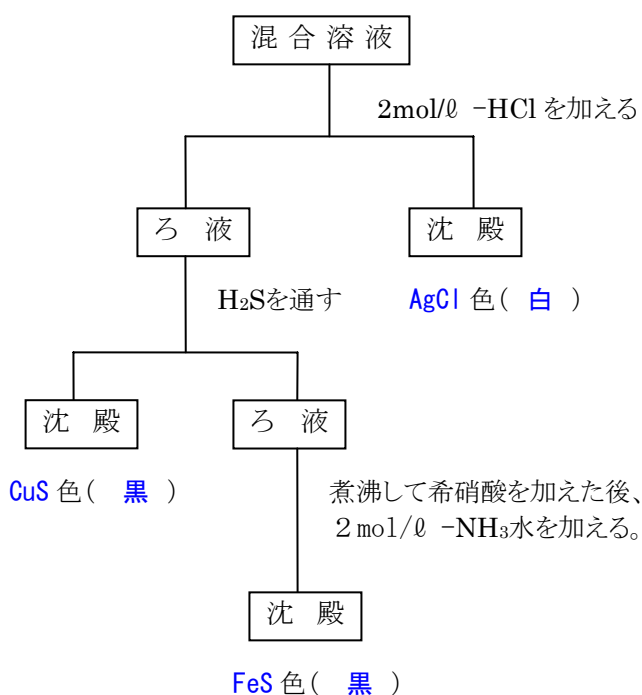


2. 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  を通じたとき生じる沈殿は, それぞれの金属の硫化物である。沈殿の生じる変化をイオン反応式で示せ。



〔発展実験〕  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  の各溶液を, 2ℓ ずつ試験管にとり, これをよく

混合し，次の系統図に従って分析せよ。



〔考 察〕 1. 2mol/l -HCl は何を確認するために加えるか。 銀イオン

また，沈殿の生じる反応を，イオン反応式で示せ。  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$

2. H<sub>2</sub>Sは，何を確認するために通すか。 銅イオン

また，沈殿の生じる反応を，イオン反応式で示せ。  $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{CuS}$

3. 2mol/l -NH<sub>3</sub>水を加えたとき，生ずる沈殿の化学式を示せ。

FeS

〔学習の成果〕

## 27. 炭化水素

月 日( )天気( )

- 〔目的〕 1. 飽和炭化水素と不飽和炭化水素の性質を比較する。  
2. アセチレンを発生させ、性質を調べる。

### 〔準備〕

器具:綿、試験管×4、スポイト、アルミニウム箔、針、水そう

試薬:ヘキサン $C_6H_{14}$ 、1-ヘキセン $C_6H_{12}$ 、青色リトマス紙、炭化カルシウム $CaC_2$ 、  
臭素水 $Br_2$ (または硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液 $H_2SO_4+KMnO_4$ )

### 〔実験〕

- (1) ヘキサン1Mℓを試験管に取り、臭素水を1Mℓ加え綿で栓をする。これに直射日光(または蛍光灯スタンドの光かブラックライト)を溶液の色が薄くなるまであてる。さらに、試験管の口に水でぬらした青色リトマス紙を近づけてみる。

臭素水の色が消える。 $(C_6H_{14} + Br_2 \rightarrow C_6H_{13}Br + HBr)$  リトマス紙が赤くなる。

- (2) ヘキサンと1-ヘキセンをそれぞれ試験管に1Mℓずつとり、臭素水1Mℓを加えふり混ぜて変化を見る。この時、ヘキサンの入った試験管にはできるだけ光をあてないように気をつける。  
(3) 炭化カルシウムの小片をアルミニウム箔で包み、針で穴をあけ水そうに入れる。発生する気体を水上置換で試験管に集め栓をする。試験管に少量の臭素水を加え、栓をしてふり混ぜ変化を見る。(図)

### 〔考察〕

- (1) 結果を次の表にまとめよ。

| 実験  | 炭化水素   | 示性式         | アルカン,アルケン,アルキン | 臭素水との反応                                | 置換反応<br>付加反応 |
|-----|--------|-------------|----------------|----------------------------------------|--------------|
| (1) | ヘキサン   | $C_6H_{14}$ | アルカン           | 色が消える                                  | 置換反応         |
| (2) |        |             |                | 変化なし                                   |              |
| (2) | 1-ヘキセン | $C_6H_{12}$ | アルケン           | 色が消える                                  | 付加反応         |
| (3) | アセチレン  | $C_2H_2$    | アルキン           | $C_2H_2 + Br_2 \rightarrow C_2H_2Br_2$ | 付加反応         |

- (2) 実験(1)より、ヘキサンと臭素水との反応を化学反応式で示せ。



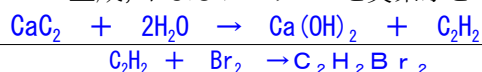
- (3) 実験(2)より、1-ヘキセンと臭素水との反応を化学反応式で示せ。



- (4) 実験(1), (2)より、ヘキサンと1-ヘキセンの変化の違いを、分子の構造と結びつけて説明せよ。

ヘキサンは、すべて単結合なので置換反応がおこり、1-ヘキセンは二重結合があるので、容易に付加反応が起こる。

- (5) アセチレンの生成、およびアセチレンと臭素水との反応を化学反応式で示せ。



### 〔学習の成果〕

## 28. アルコールとホルムアルデヒド

月 日 ( ) 天気 ( )

- 〔目的〕1. アルコールの一般的性質と、メタノールの酸化で、ホルムアルデヒドができることを知る。  
2. 銀鏡反応によりホルムアルデヒドの還元性を知る。  
3. ヨードホルム反応によりメタノールとエタノールの区別ができることを知る。

### 〔準備〕

器具: ガスバーナー、三脚、金網、目盛付試験管、マッチ、スポイト、試験管ばさみ、  
コルク栓つきらせん状銅線、ビーカー、温度計  
試薬: リトマス紙、蒸留水、メタノール $\text{CH}_3\text{OH}$ 、エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、ナトリウム $\text{Na}$ 、  
1mol/l-水酸化ナトリウム $\text{NaOH}$ 、アンモニア性硝酸銀溶液、ヨウ素 $\text{I}_2$

### 〔実験〕

- (1) メタノールとエタノール2ml を別々の試験管にとり、米粒大の金属  $\text{Na}$  を加えて別の試験管をかぶせ、発生する気体を捕集し点火せよ。

$\text{CH}_3\text{OH}$  ポツと音を立てて爆発した。  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ポツと音を立てて爆発した。

- (2) 試験管2本に、メタノールとエタノールをそれぞれ2ml とり、更に水2ml を加え、よく振り混ぜ、液性をリトマス紙で調べよ。

$\text{CH}_3\text{OH}$ : 変化なし (中性)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ : 変化なし (中性)

### <銀鏡反応>

- (3) 試験管にメタノール2ml と水2ml とを入れて、よく振り混ぜる。  
(4) 先をらせん状に巻いた銅線を赤熱し、これを(1)の試験管の口より入れ、液面近くまでゆっくり5回程度出し入れし、試験管を数回振る。この溶液のにおいをかぎ、これを4~5回くりかえす。この液を(5)で使用する。〈注〉熱くなったら水で冷やす。においをかぐのは1回目だけでよい。  
(5) アンモニア性硝酸銀水溶液3ml に(4)で作ったホルムアルデヒドの溶液2ml を加え、かるく振り混ぜて試験管を湯浴であたため変化を観察せよ。〈注〉この操作は(6)と同時に行うと良い。

試験管の周に銀が析出した。(※終わった液は長く保存すると爆発物質ができ危険なことがあるので早めにすること。)

### <ヨードホルム反応>

- (6) 2本の試験管に、それぞれ 1 mol/l-水酸化ナトリウム水溶液を4ml、ヨウ素を0.3g 加える。一方の試験管にエタノール1ml、他方にメタノール1ml を加え、湯浴で約 70℃に温め、変化の様子を観察せよ。

$\text{CH}_3\text{OH}$ : 変化なし

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ : ヨードホルム( $\text{CHI}_3$ )の黄色い沈殿ができる。

### 〔考察〕

1. 金属 $\text{Na}$ と $\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ との反応式をかきなさい。

$\text{CH}_3\text{OH}$ との反応:  $2\text{CH}_3\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{ONa} + \text{H}_2$

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ との反応:  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$

2. アルコールの水酸基( $-\text{OH}$ )は酸性か、アルカリ性か、中性か。 中性  
3. ホルムアルデヒドは有毒な気体で、色は 無色 においては 刺激臭  
4. 高温の銅線は空気中の 酸素 と化合して表面に 黒 色の酸化銅(II)ができる。これが試験管中のメタノール蒸気を 酸化 して、ホルムアルデヒドができる。  
5. アンモニア性硝酸銀は、ホルムアルデヒドに 還元 されて銀を遊離する。ガラス容器中でこの反応を行うと、ガラス壁に銀が付着して鏡のようになる。これを 銀鏡反応 という。  
6. ヨードホルム反応を起こす物質はどのような構造を持っているか調べよ。

$\text{CH}_3-\text{CR}=\text{O}$

$\text{CH}_3-\text{CHR}-\text{OH}$

### 〔学習の成果〕

## 29. カルボン酸とエステル

月 日 ( ) 天気 ( )

- 〔目的〕 1. カルボン酸の性質を調べる。  
2. エステルをつくり、その性質を調べる。

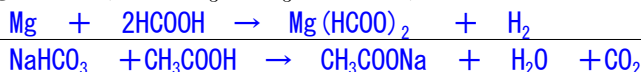
### 〔準備〕

**器具:** 目盛付試験管, ガスバーナー, マッチ, スポイト, 薬さじ, 試験管ばさみ  
**試薬:** ギ酸 $\text{HCOOH}$ , 酢酸 $\text{CH}_3\text{COOH}$ , マグネシウムリボン $\text{Mg}$ , リトマス紙, 炭酸水素ナトリウム $\text{NaHCO}_3$ , エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , 濃硫酸,  $6\text{ mol/l}$  -水酸化ナトリウム $\text{NaOH}$ , 酢酸エチル $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ , イソアミルアルコール $(\text{CH}_3)_2\text{C}_3\text{H}_5\text{OH}$ , メタノール $\text{CH}_3\text{OH}$ , サリチル酸 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$ , 蒸留水

- 〔実験1〕 (1) 2本の試験管に、ギ酸と酢酸をそれぞれ1mlずつとり臭いをかいだ後、水9mlを入れて混ぜ、リトマス紙で液性を調べよ。  
(2) 次にそれぞれを、2本の試験管に分け、1本目にマグネシウムリボンを1片ずつ入れ、2本目には、それぞれ $\text{NaHCO}_3$ の粉末を、小さじで少量ずつ加えてみよ。

|    | 臭い  | 液性 | Mg との反応 | $\text{NaHCO}_3$ との反応 |
|----|-----|----|---------|-----------------------|
| ギ酸 | 刺激臭 | 酸性 | 気体が発生   | 気体が発生                 |
| 酢酸 | 刺激臭 | 酸性 | 気体が発生   | 気体が発生                 |

- 〔考察〕 1. この2つの物質の、構造式をかき、その共通の原子団名をいえ。原子団名  $\text{HCOOH}$  の構造式  $\text{CH}_3\text{COOH}$  の構造式  
2.  $\text{Mg}$  と  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$  と  $\text{CH}_3\text{COOH}$  との、反応を化学反応式で示せ。



- 〔実験2〕 (1) 乾いた試験管に、酢酸とエタノールを2mlずつとり、濃硫酸の0.5mlを加え、おだやかにあたため、においをかいでみよ。臭い 芳香がする。  
次に、これをふりながら、水10mlを加えて静置せよ。2層に分かれる  
(2) 酢酸エチル1mlを試験管にとり、 $6\text{ mol/l}$  - $\text{NaOH}$ を1ml加え約2分間室温で激しく振る。臭いはどうなるか。芳香が消える。(少しなくなる)  
(3) 乾いた試験管に、酢酸とイソアミルアルコールを2mlずつ入れて、よくかき混ぜそれに濃硫酸の0.5mlを加え、おだやかに加熱せよ。そのにおいをかいでみよ。バナナのような臭いがする。  
(4) 乾いた試験管に、サリチル酸大さじ1/2杯と、メタノール2mlをとって、濃硫酸0.5mlを加えおだやかにあたため、においをかいでみよ。サロンの臭い

- 〔考察〕 1.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  と  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  とから、 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  ができる化学反応式をかけ。又このような反応を何というか。反応式  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$   
2. エステルは水にとけるか。溶けない 反応名 エステル化  
3. (2) の変化を化学反応式で示せ。又、このような反応を何というか。反応式  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  反応名 けん化  
4.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  と  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$  から、酢酸イソアミル  $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$  ができる反応式をかけ。反応式  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11} + \text{H}_2\text{O}$   
5. (4) でできる物質は何か。またその変化を化学反応式で書け。物質名 サリチル酸メチル 反応式  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$



## 31. フェノール類

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 フェノール類の性質を調べる。

〔準備〕

器具: 試験管, ビーカー (200 ml), 薬さじ, スポイト

試薬: フェノール  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , 2 mol/l -水酸化ナトリウム  $\text{NaOH}$ , 2 mol/l -塩酸  $\text{HCl}$ ,  
5 %-塩化鉄(III)  $\text{FeCl}_3$ , 0.1 %-フェノール  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  
1 %-エタノール  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , 0.1 %-サリチル酸  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$ ,  
1 %-o-クレゾール  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}_3$ , 0.1 %- $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  安息香酸,  
サリチル酸  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$ , 濃硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 無水酢酸  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ , 熱湯

〔実験1〕 (1) 試験管に, フェノールを薬さじ1杯(または1 ml)とり, においと外観をみたと, 水2 mlを加えて振りまぜてみよ。どうなるか。

外観 無色固体 におい 消毒液のにおい

振りまぜたとき 溶けない(白濁する)

〈注〉 フェノールに手をふれないこと。

(2) (1)の試験管に, 2 mol/l - $\text{NaOH}$ を, 少量ずつ加えてみよ。どうなるか。

溶ける

(3) (2)の液を3 ml程とり, 2 mol/l - $\text{HCl}$ を少量ずつ加えてみよ。どうなるか。

濁る

(4) 次の物質の水溶液3 mlに, 5 %- $\text{FeCl}_3$ を2〜3滴ずつ加えて, その色を観察せよ。

| 物質 | $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$<br>(フェノール) | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$<br>(サリチル酸) | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}_3$<br>(o-クレゾール) | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$<br>(エタノール) | $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$<br>(安息香酸) |
|----|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 色  | 紫                                          | 紫                                                       | 青(淡青緑)                                                    | 変化なし                                       | 変化なし                                        |

(5) かわいた試験管に, サリチル酸1 g (大さじ山盛り一杯)と無水酢酸2 mlをとり, 濃硫酸3滴を加えて, 熱湯中で溶解させ, そのまま5〜6分放置せよ。(結晶が析出しなければ試験管壁をガラス棒でこすれ)

白色の結晶が析出する。

〔考察〕 1. (2)で透明になるのは何故か。また, 反応式で表わしてみよ。

理由 フェノールは弱酸性であるため,  $\text{NaOH}$ 溶液には塩を作って溶ける

反応式  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$

2. (3)で白濁してくるのは何故か。また, 反応式で表わしてみよ。

理由 フェノール(弱酸)の塩に塩酸(強酸)を加えて弱酸が遊離した。

反応式  $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaCl}$

3. フェノール類を検出するには, どのようにしたらよいか。

塩化鉄(III)溶液を加えて呈色(紫色)を調べる。

4. 5 %- $\text{FeCl}_3$ で呈色する物質の, 構造式で共通点を示しなさい。

ベンゼン環に水酸基のついた化合物

5. (5)で, できる物質は何か。また, その変化を反応式で書け。

物質 アセチルサリチル酸

反応式  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH} + (\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5(\text{OCOCH}_3)\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COOH}$

〔学習の成果〕



## 32. ベンゼンとニトロベンゼン

月 日( ) 天気( )

- 〔目的〕 1. ベンゼンの性質を調べる。  
2. ニトロベンゼンをつくり、その性質を調べる。

### 〔準備〕

器具: 試験管, 蒸発皿, ビーカー, ガスバーナー, スポイト, 試験管ばさみ,  
マッチ, ゴム栓, ゴム栓つきガラス曲管, 葉さじ

試薬: ベンゼン  $C_6H_6$ , 臭素水, (鉄粉)  $Fe$ , 濃硫酸, 濃硝酸, 冷水,  
 $6\text{ mol/l}$  塩酸  $HCl$ , 酸化マンガン(IV) (粒状)  $MnO_2$

- 〔実験1〕 (1) ベンゼン  $0.5\text{ ml}$  を, 蒸発皿に取って, 点火してみよ。  
(2) ベンゼン  $2\text{ ml}$  を試験管にとり, 臭素水 1 滴と  $Fe\ 0.5\text{ g}$  とを加え, 少し温めて振ってみよ。  
(3) 塩素  $Cl_2$  を試験管 1 本に集め, ベンゼンを 1 滴入れ, ゴム栓をして直射日光を当ててみよ。

- 〔考察〕 1. ベンゼンが燃焼するときの様子を記せ。 すすを出して燃える  
2. (2) でできた物質は何か。この変化を化学反応式で示せ。またこのような反応を何というか。  
物質名 ブロモベンゼン 反応式 省略 反応名 置換反応  
3. (3) でできた物質は何か。この変化を化学反応式で示せ。また, このような反応を何というか。  
物質名 ヘキサクロシクロヘキサン 反応式 省略 反応名 付加反応

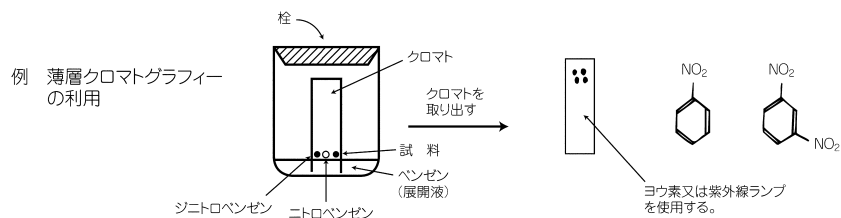
### 〔実験2〕 ニトロベンゼン $C_6H_5NO_2$ を作る。

濃硝酸と濃硫酸を, それぞれ  $1\text{ ml}$  ずつ試験管にとり, よくまぜよ。これに, ベンゼンをスポイトで 1 滴加えてよく振りまぜ, また加えて振る。このようにしてベンゼンを 5 滴加える。発熱がおさまったら, 内容物を, 冷水を  $30\text{ ml}$  程入れたビーカーに移してかきまぜてみよ。

どうなるか。 下層(淡黄色のニトロベンゼン) 上層水

- 〔考察〕 1. 硫酸は, どんな働きをしているか。  
触媒(脱水作用)  
2. 変化を化学反応式で示せ。また, このような反応を, 何というか。  
反応名 ニトロ化 反応式  $C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$   
3. 油状の物質は何か。 ニトロベンゼン  
4. ニトロベンゼンは, 水より重いか軽い。水にとけやすいか, とけにくい。水より 重 い。 水に 溶けにく い。

〔発展実験〕 〔実験2〕において, ジニトロベンゼンも生成されている可能性もあるが, それを調べる方法を考える。



〔学習の成果〕

### 33. ア ニ リ ン

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 アニリンの性質を調べる。

〔準備〕

器具: 試験管, ビーカー, スポイト, ガスバーナー, ピンセット, マッチ, ガラス棒, もめん布, 三脚, 金網

試薬: アニリン  $C_6H_5NH_2$ , 2 mol/l -塩酸  $HCl$ , 2 mol/l -水酸化ナトリウム  $NaOH$ , 蒸留水, ベンゼン  $C_6H_6$ , サラシ粉水溶液, 濃塩酸, 濃硫酸, 10%-二クロム酸カリウム  $K_2Cr_2O_7$ ,

〔実験1〕 アニリンの反応

- (1) 4本の試験管に, それぞれ 0.5ml 程のアニリンをとり, 次の物質を 2 ml ずつ加えて振り, 溶けるかどうかを調べよ。(溶けないときは二層に分離する。)

水 溶けにくい (下層にたまる) 2 mol/l  $HCl$  溶ける  
2 mol/l - $NaOH$  溶けない  $C_6H_6$  溶ける

- (2) (1)で 2 mol/l - $HCl$  を加えたものに, 2 mol/l - $NaOH$  を少量ずつ加えてみよ。どうなるか。

白く濁る

- (3) サラシ粉水溶液 3 ml に, アニリン 1 滴を滴下し, ふりまぜて色の変化を見よ。どうなるか。

赤紫色になる

〔考察〕 1. (1)の実験でアニリン  $C_6H_5NH_2$  の性質として, どんなことがわかるか。

水に溶けにくく, 塩酸に溶けることから塩基性である事が分かる。

2. アニリンは酸か塩基か。 塩基

3. アニリンと塩酸との反応を, 化学反応式で示せ。

$C_6H_5NH_2 + HCl \rightarrow C_6H_5NH_3^+Cl^-$  (アニリン塩酸塩を作って溶ける。)

4.  $C_6H_5NH_2$  の検出法を書け。

さらし粉を加えると濃紫色になる。

〔実験2〕 染料をつくり染色する。

〔実験2〕の布をはりつけよ。

100 ml ビーカーにアニリン 2 ml を入れ, それに濃塩酸 3 ml を少しずつ加え, さらに蒸留水 20 ml を入れる。この液にもめん布を浸し, 加熱する。(2分程度)

次に, 別のビーカーに 10%の  $K_2Cr_2O_7$  10 ml をとり, これに濃硫酸 1 ml を加えていく。この液に, 先に浸しておいた布を入れ, そのまま 5 分程, 放置せよ。その後, 布をとり出し, 水洗いしてみよ。



〔学習の成果〕

## 34. ア ゾ 染 料

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目 的〕 アゾ化合物をつくり染色をする。

〔準 備〕

器具：試験管，ビーカー(100ml2個，300ml1個)，薬さじ，温度計，メスピペット，三脚，ガラス棒，ピンセット，ガスバーナー，ろ紙又はザラ紙，もめん布(白)

試薬：アニリン $C_6H_5NH_2$ ，2mol/l-塩酸HCl，2mol/l-水酸化ナトリウムNaOH，フェノール $C_6H_5OH$ または2-ナフトール $C_{10}H_7OH$ ，10%-亜硝酸ナトリウム $NaNO_2$ ，氷

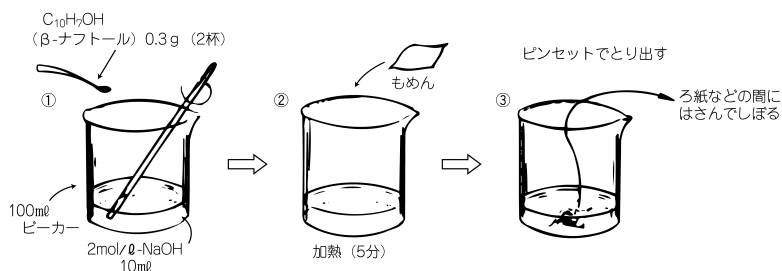
〔解 説〕

塩酸アニリンに亜硝酸ナトリウム溶液を加えると，塩化ベンゼンジアゾニウム(5℃以上で分解)が生成する(ジアゾ化)。これはフェノール類やナフトール類と反応(カップリング)してアゾ化合物(染料として使われる)を生成する。染色しようとする布に，ナフトールなどの溶液をしみこませて，塩化ベンゼンジアゾニウム溶液に入れると，繊維内でアゾ化合物が生成して染色される。

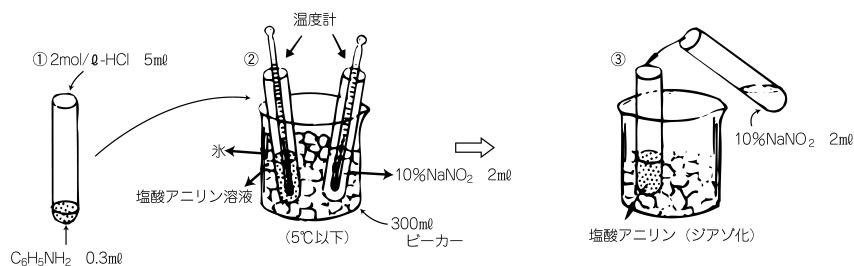
〔実 験〕

(1) と (2) は並行して行なう。

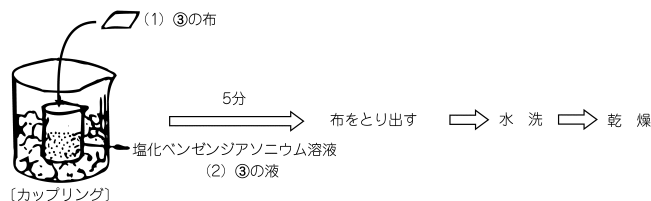
(1) フェノールまたは2-ナフトールのアルカリ溶液を布にしみこませる。



(2) 塩化ベンゼンジアゾニウム溶液をつくる。



(3) (2) の塩化ベンゼンジアゾニウム溶液を，100ml ビーカーにすばやく移し，5℃以下に保った状態で(1)の③の布を入れ反応させる。



〔考 察〕

1. (2)の①の変化を化学反応式で示せ。



2. 塩酸アニリン溶液及び 10%- $\text{NaNO}_2$  の両液を、 $5^\circ\text{C}$  以下に冷やす理由を書け。  
塩化ベンゼンジアゾニウム塩 ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl}$ ) は、温度が高いと窒素とフェノールに分解する。

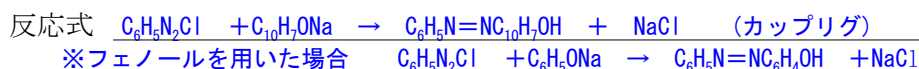
3. (2)の③の変化を化学反応式で示せ。また、この反応を何というか。

反応名 ジアゾ化



4. (3)の変化を化学反応式で示せ。また、この反応を何というか。

反応名 アゾカップリング



5. 染色した布を、次の場所へはりつけよ。

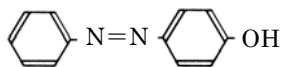
|                       |  |
|-----------------------|--|
| 染<br>色<br>し<br>た<br>布 |  |
|-----------------------|--|

### 〔学習の成果〕

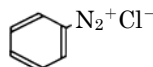
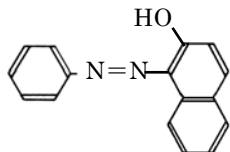
アゾ基  $-\text{N}=\text{N}-$  を持つ化合物をアゾ化合物という。

$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{NC}_6\text{H}_4\text{OH}$  (p-ヒドロキシアゾベンゼン (p-フェニルアゾフェノール) 赤橙色)

構造式



$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{NC}_{10}\text{H}_7\text{OH}$  (1-フェニルアゾ-2-ナフトール 赤橙色)



塩化ベンゼンジアゾニウム

## 35. ろうそくをつくる

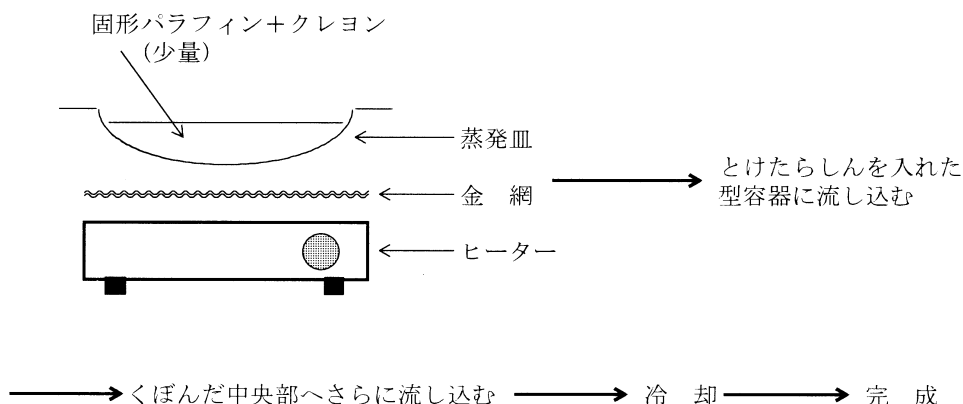
月 日( )天気( )

### 〔準備〕

**器具:**加熱器具, 蒸発皿, 金網, 型容器(フィルムケース, チョコレート型, ヤクルトの容器など)

**材料:**固形パラフィン, しん材(ひも, 太めの糸, モップの糸など), クレヨン(着色剤)

### 〔実験〕



〈注〉クレヨンを何色か混ぜると, にごったものになるので注意する。

### 〔別法〕

#### ① 石けんからろうそくを作る

- ・固形石けんをけずって, 粉末にする。
- ・粉末の石けんをぬるま湯に溶かし, 酢を少しずつ加えながらかき混ぜると, ロウが分離して浮いてくる。
- ・加熱してロウを溶かしクレヨンを混ぜて型に流す。

#### ② 食用油からろうそくを作る

- ・100 ml ビーカーに油を半分ほど入れ, 80℃以上に加熱する。
- ・市販の廃油(食用油)処理剤 2 g を入れ, かき混ぜてよく溶かす。
- ・アルミホイルカップ等に流し入れ, 放置して固まりかけたら紙ひもなどの芯を入れる。

### 〔感想〕

市販のろうそくに比べて, すすの量が多い。

廃油処理剤は, 商品名“固めるてんぶる”などで売られている。

①は, 浮いてくるロウを取り出し, 再び温め溶かして水分を取り除く操作(精製)を工夫してください。

## 36. 低温の世界

月 日( )天気( )

〔目的〕身の周りのいろいろな物質を、低温の世界に置いて形を変えて見せることによって、粒子概念の形成に役立てる。

〔準備〕

器具: ジュワービン、ビーカー、割り箸、ゴムまり、草花、バナナ、釘、  
ゴム管 (およそ 5 cm 位)、ビニール袋、脱脂綿、蒸発皿、針金、導線、  
電池、豆電球、電池ホルダー、ロウソク (またはチャッカマン)、  
クリプトン電球

試薬: 液体窒素 $N_2$ 、酸素 (小型ボンベ)  $O_2$

〔実験 1〕教卓の上に液体窒素をこぼす。どんなことが見られるか。

白い煙(水蒸気)と液体窒素が丸くなって転げ回る。

〔実験 2〕ビーカーに液体窒素を入れ、花びら(1 分程)、ゴムまり(1〜2 分)またはゴム管(2〜3 分)、バナナ(10〜15 分)をビーカーに入れ、固まったことを確かめて、花びらは軍手をはめてつかむ、ゴムまりは床の上に落とす、バナナで釘を打ちつけるなどしてみよ。 ※軍手をはめて液体窒素にふれないように注意する。

ゴムまりは爆発して飛び散るので少し離れたところに落とすこと。

〔実験 3〕ビニール袋をビーカーに用意し、液体酸素の小型ボンベから、ガスを吹き込み、酸素を液化させる。脱脂綿に液体酸素をしみこませ、割り箸で灰皿に取り出して、手早く針金の先にロウソクをつけ、離れて点火する。

(注意して点火する: チャッカマンなどを利用する)

活きよいよく燃える。

〔実験 4〕豆電球と電池を導線でつなぎ、電池を液体窒素で冷やすとどうなるか。

豆電球が消える。

取り出しておいておくとうどうなるか。

しばらくすると、豆電球がつきはじめる。

〔実験 5〕クリプトン電球を液体窒素中で冷やすとどうなるのか。

クリプトンが固体になり、電球の内側につく。

〔実験 6〕細いガラス管を液体窒素中に入れるとどうなるのか。

液体窒素が噴水のように飛び出すがしばらくするとおさまる。細いガラス管は、銅管がよい。

注 意 ①液体窒素は取扱いに注意すれば、それほど危険ではない。手のひらに貯めたりすると、凍傷をおこすので、絶対にしてはならない。

②10 入りジュワービンで 10 日くらいもつ。

| (資料)   | 窒素   | 酸素   | 二酸化炭素             | クリプトン | エタノール | 水   |
|--------|------|------|-------------------|-------|-------|-----|
| 融点(°C) | -210 | -218 | 常温では融解、<br>蒸発しない。 | -157  | -115  | 0   |
| 沸点(°C) | -196 | -183 | 昇華点-79°C          | -152  | 78    | 100 |

## 37. 結 晶 の 比 較

月 日( )天気( )

〔目 的〕結晶の種類と性質を調べる。

〔準 備〕

器具:塩化ナトリウム、ナフタレン、スズ、二酸化ケイ素(けい砂)、アセトン、  
薄層クロマトグラフ用シリカゲル(食用色素溶液に浸し乾燥させたもの)、  
ガラス管、試験管、100ml ビーカー、ガストーチ、金網、三脚、試験管ばさみ  
マッチ、ガラス切り

〔実験1〕水及び有機溶媒への溶解

塩化ナトリウム、ナフタレン、スズ、二酸化ケイ素それぞれ小さじ1杯を試験管に取り、蒸留水を5ml入れ、溶けるかどうかを調べよ。また、アセトンの場合も調べて見よ。

|      | 塩化<br>ナトリウム | ナフタレン | スズ   | 二酸化<br>ケイ素 |
|------|-------------|-------|------|------------|
| 蒸留水  | 溶ける         | 溶けない  | 溶けない | 溶けない       |
| アセトン | 溶けない        | 溶ける   | 溶けない | 溶けない       |

〔実験2〕低温及び高温での加熱

塩化ナトリウム、ナフタレン、スズ、二酸化ケイ素それぞれ小さじ2杯を試験管に取り、沸騰水中で加熱し、融解するかどうかを調べよ。また、ガスバーナーで直接加熱し、融解するかどうかを調べよ。

|             | 塩化<br>ナトリウム | ナフタレン     | スズ   | 二酸化<br>ケイ素 |
|-------------|-------------|-----------|------|------------|
| 沸騰水中<br>で加熱 | 変化なし        | 融解する      | 変化なし | 変化なし       |
| バーナー<br>で加熱 | 高温で融解       | すぐに融<br>解 | 融解する | 変化なし       |

〔考 察〕

1 それぞれの物質の性質と結晶の種類をまとめよ。

|         | 水への溶解 | 有機溶媒への溶解 | 融 点   | 結晶の固さ  | 結晶の種類 |
|---------|-------|----------|-------|--------|-------|
| 塩化ナトリウム | 溶けやすい | 溶けない     | 高い    | 堅いがもろい | イオン結晶 |
| ナフタレン   | 溶けない  | 溶ける      | 低い    | 柔らかい   | 分子結晶  |
| スズ      | 溶けない  | 溶けない     | やや高い  | 展性がある  | 金属結晶  |
| 二酸化ケイ素  | 溶けない  | 溶けない     | 非常に高い | 非常に堅い  | 共有結晶  |

〔発展実験〕マドラーづくり

- ① ガラス管の18～20cmの部分にヤスリで深く傷を付ける
- ② 傷の反対側に両手の親指を当てながら、やや外側に向けて、押し出すようにガラス管を折る
- ③ 一方のガラス管の端をガスバーナーで加熱し、完全にふさぐ
- ④ 十分にさました後、食用色素で着色したシリカゲルをガラス管に入れる
- ⑤ ガラス管の端をガスバーナーで加熱し、完全にふさぐ(わずかに膨れるように)

〔学習の成果〕

## 38. 空き缶つぶし

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 気体から液体への状態変化（凝縮）と、大気圧の大きさを体験してみる。

〔準備〕

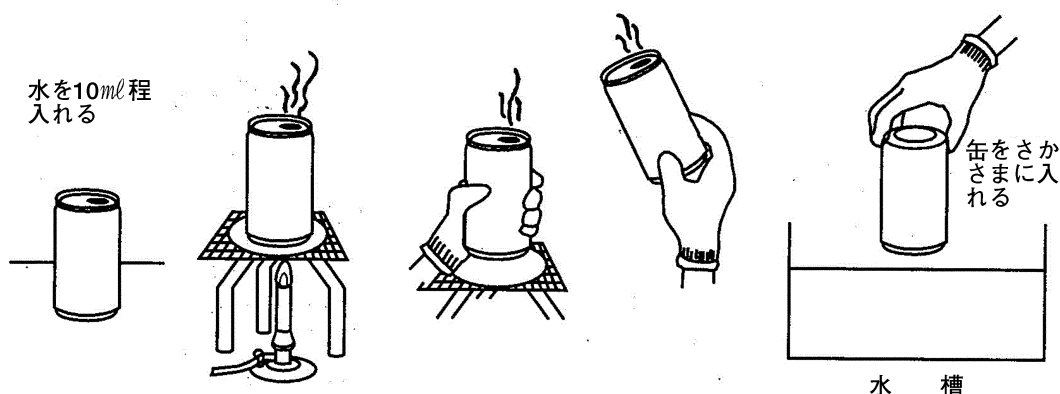
器具：アルミ缶（やわらかめのスチール缶でもよい）、ガスバーナー、  
三脚（カセットコンロでもよい）、金網、軍手、水槽

〔実験〕

- (1) アルミ缶に水を 10 ml ぐらい入れて、加熱する。
- (2) 沸騰してきたら、1～2分程度煮沸し続ける。
- (3) そして、アルミ缶を逆さまにして、すばやく水槽の中に入れる。

注意：必ず軍手をして、ヤケドなどをしないようにする。

また、加熱後の三脚や金網も熱くなっているので、片付けのときは気をつけること。



定型文 結果：「a(操作)をしたらb(結果)になった」

考察：「b(結果)から、c(考察)と考えた。その理由はd(根拠)だからである。」

c(考察)：結果から自分で導いた考え d(根拠)：そう考えた元となる知論・理論

実験の結果と考察を定型文にしたがって書きなさい。

〔結果〕

缶を水槽の中に入れたら、( **缶がつぶれた** )。

〔考察〕

( **缶がつぶれたことから** )から、( **大気圧** )が缶をつぶしたと考えた。

その理由は、缶に充満した水蒸気が水槽で冷やされたことにより( **凝縮** )して、

缶の中の圧力が( **下** )がったからである。

〔学習の成果〕



# 39. 気体の圧力と体積（ボイルの法則）

月 日( )天気( )

〔目的〕 圧力を変えて体積変化を調べる。

〔準備〕

器具:注射器(50 Mℓ), ゴム栓, おもり(0.5kg, 1.0kg, 1.5kg, 2.0kg),  
ひも又は(銅線)

試薬:オリーブ油(又はミシン油など)

〔予備実験〕

- (1) 注射器のピストンにオリーブ油(又はミシン油など)をぬり、ピストンがスムーズに動くようにする。
- (2) ピストンをひき空気を 30 cm<sup>3</sup>ぐらい入れ、先にゴム栓をつけて空気がぬけないようにする。
- (3) 手でピストンを押して力を加えてみよ。中の空気の体積はどうなるか。ピストンから手をはなすとどうなるか。 空気の体積は小さくなる。  
ピストンから手を離すと元の体積に戻る

〔実験〕 おもりを変えて、体積の変化をしらべよう。

- (1) 注射器を水平にして空気を 30.0 cm<sup>3</sup>入れ、ゴム栓をつける。これを図①のように注射器に 0.5kg, 1.0kg, 1.5kg, 2.0kg のおもりをのせて、その体積の変化を読み、表(ウ)の欄に記入せよ。
- (2) 次に図②のようにおもりを下げ、減圧したときの体積を読み記入せよ。

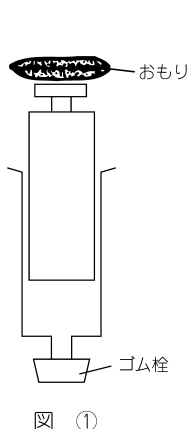


図 ①

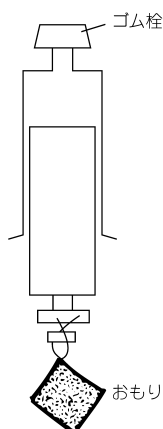


図 ②

- 〈注〉(1) 体積を読むとき、何回も上下に振動させて一定の体積を示すことをたしかめる。
- (2) 目盛りを読み終えたら、そのつど注射器を水平にして、体積が 30.0 cm<sup>3</sup>あることをたしかめる。

表

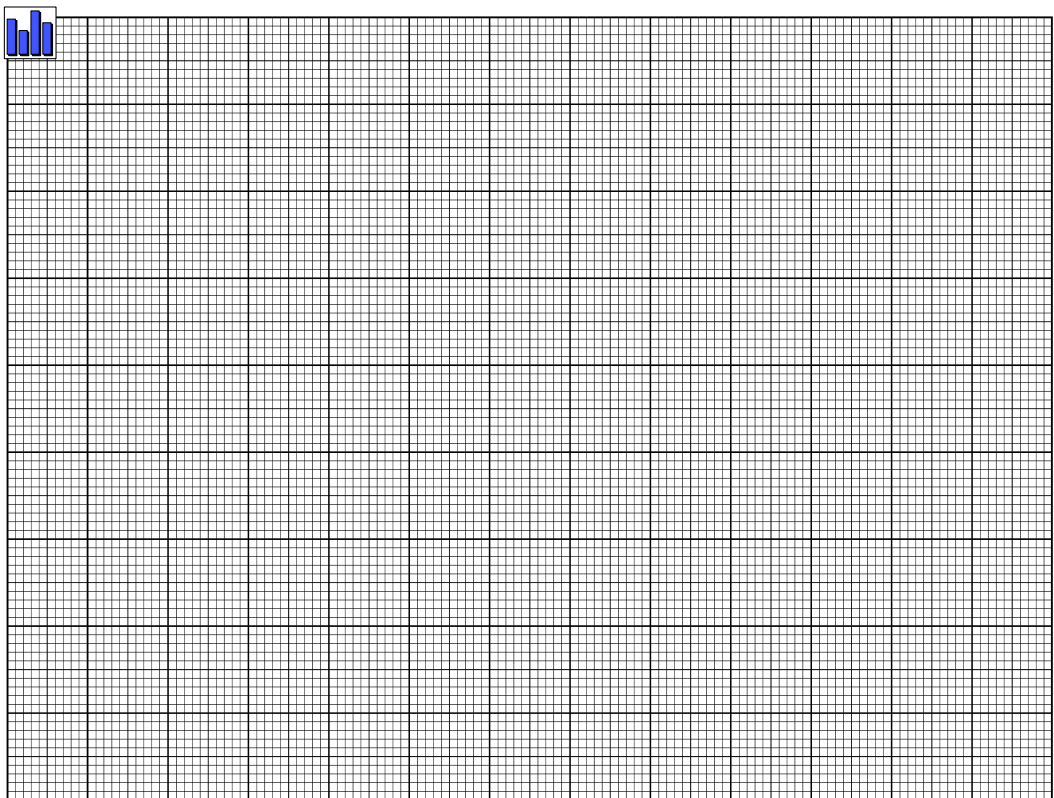
|     |                                   |      |      |      |      |    |      |      |      |      |
|-----|-----------------------------------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|
| (ア) | おもりの重さ<br>a (kg)                  | -2.0 | -1.5 | -1.0 | -0.5 | 0  | 0.5  | 1.0  | 1.5  | 2.0  |
| (イ) | 注射器内圧力<br>P (kg/cm <sup>2</sup> ) | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 1  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  |
| (ウ) | 気体の体積V<br>(cm <sup>3</sup> )      | 50   | 45   | 38   | 34   | 30 | 28   | 25   | 23   | 21   |
| (エ) | P × V                             | 30.0 | 31.5 | 30.4 | 30.6 | 30 | 30.8 | 30.0 | 29.9 | 29.4 |

### 〔参 考〕

1. 大気の圧力は  $1 \text{ kg/cm}^2$  である。
2. この注射器のシリンダーの断面積は  $5 \text{ cm}^2$  である。
3. 従って、実験 1 の図のように注射器全体に  $a \text{ kg}$  の力を加えた時、注射器単位面積 ( $1 \text{ cm}^2$ ) あたりの圧力は  $P = (1 + \frac{a}{5}) \text{ kg/cm}^2$  となる。 $1 \text{ kg}$  のおもりをぶら下げた時は、 $a = -1$  である。

### 〔考 察〕

1. 上の 3 を参考にして、注射器内の圧力  $P \text{ (kg/cm}^2\text{)}$  を求め、表に記入せよ。
2.  $P \times V$  の値はどうなっているか。  
(全体的にながめてみよう。) 一定値を取る。
3.  $P$  と  $V$  の関係をグラフにせよ。 [Excelへ](#)
4. 気体の圧力と体積はどんな関係にあるか。  $P \cdot V = \text{一定より反比例の関係}$



### 〔学習の成果〕

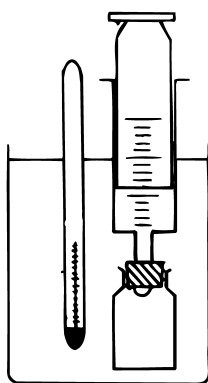
## 40. 気体の温度と体積（シャルルの法則）

月 日( )天気( )

### 〔準 備〕

器具: 広口ビン(100ml 程度), ビーカー(1000ml), 温度計, ゴム栓, 注射器(50ml),  
オリーブ油又はミシン油

試薬: 湯, 氷



〔実 験〕 左図のような装置を組み立て、温度と気体の体積を読み取る。温度を変え、その時の気体の体積を読み表へ記入せよ。

|                                |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|
| 温 度 $t$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   |
| 絶対温度 $T$ (K)                   | 283  | 293  | 303  | 313  | 323  |
| 気体の体積 $V$ (ml)                 | 20   | 22   | 25   | 28   | 30   |
| $V / T$                        | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.09 |

メスシリンダー内の気体の体積を 25ml とした。

### 〔考 察〕

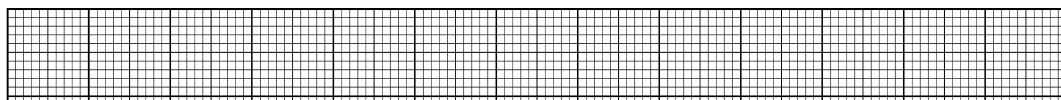
- 表より、 $t$  と  $V$  の関係をグラフにせよ。 [Excelへ](#)
- このグラフから体積が 0 になる温度を求めよ。 [グラフより求める。](#)
- $V/T$  の値を計算し、表へ記入せよ。
- 絶対温度  $T$  と気体の体積  $V$  との間には、どんな関係があるか。

正比例の関係になる

〔参 考〕 気体の温度と体積の関係を調べたら、次のような実験結果である。  
この結果もグラフにしてみよ。 [Excelへ](#)

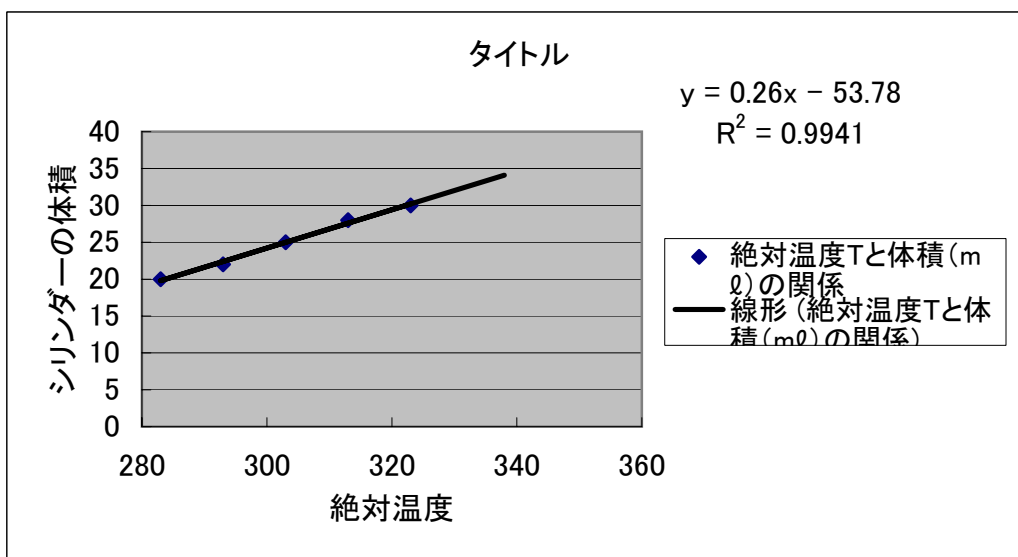
|                                |      |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 温 度 $t$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | -100 | -50 | -10 | 0   | 10  | 30  | 50  | 100 |
| 体 積 $V$ (ml)                   | 67   | 85  | 101 | 105 | 111 | 120 | 125 | 143 |

### 〔学習の成果〕



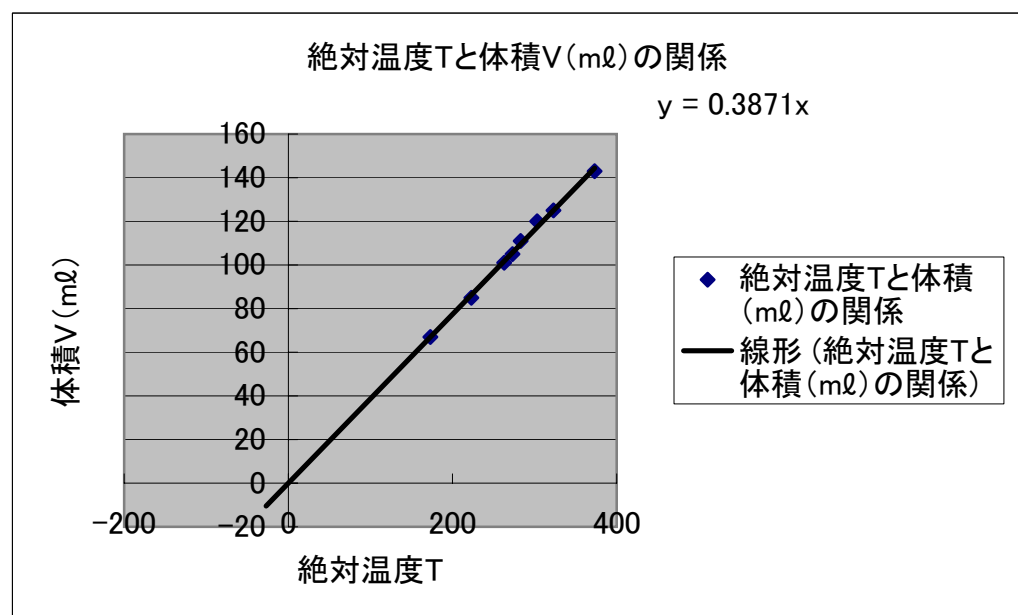
## 実験データのグラフ

|                |      |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|
| 温 度 $t$ (°C)   | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   |
| 絶対温度 $T$ (K)   | 283  | 293  | 303  | 313  | 323  |
| 気体の体積 $V$ (ml) | 20   | 22   | 25   | 28   | 30   |
| $V / T$        | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.09 |



## 〔参考〕データのグラフ

|              |      |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 温 度 $t$ (°C) | -100 | -50 | -10 | 0   | 10  | 30  | 50  | 100 |
| 絶対温度 $T$ (K) | 173  | 223 | 263 | 273 | 283 | 303 | 323 | 373 |
| 体 積 $V$ (ml) | 67   | 85  | 101 | 105 | 111 | 120 | 125 | 143 |



# 41. 気体の分子量

月 日( )天気( )

〔目的〕 気体の体積と質量を測り、気体の状態方程式から分子量を求める。

〔準備〕

器具: 電子てんびん, メスシリンダー(200ml), ゴム管, 温度計, 気圧計

試薬: 気体ボンベ(酸素 $O_2$ または窒素 $N_2$ 等)

〔実験〕 (1) 気体ボンベの質量 $W_1$  (g) を測定する。

$$W_1 = \underline{122.105}$$

(2) メスシリンダーを水で満たし、水そうに逆さに立てる。気体ボンベにゴム管を取り付け、水の入ったメスシリンダーの底までとどくようにする。気体ボンベの気体をメスシリンダーの中に、メスシリンダーから気体が逃げない程度の量を、できるだけゆっくり送り込む。ゴム管を取り除き、メスシリンダーの中の水面と水そうの水面を一致させて、メスシリンダー中の気体の体積 $V$  (ml) を測る。

$$V = \underline{69 \text{ ml}} = \underline{0.069\ell}$$

(3) 気体ボンベの質量 $W_2$  (g) を測定する。

$$W_2 = \underline{122.0132}$$

補集した気体の質量 $W$ は、

$$W = W_1 - W_2 = \underline{0.0918}$$

(4) このときの大気圧 $P_1$  (mmHg) と室温 $t$  ( $^{\circ}C$ ) を測定する。

$$P_1 = \underline{753.5}$$

$$t = \underline{26} \quad \text{絶対温度 } T = t + 273 = \underline{299}$$

(5) 室温における水の水蒸気圧 $P_2$  (mmHg) を表より求める。

$$P_2 = \underline{25.21 \text{ mmHg}}$$

補集した気体の圧力 $P$ は、大気圧 $P_1$ から室温における水蒸気圧 $P_2$ を引いたものに等しい。すなわち、

$$P = P_1 - P_2 = \underline{728.29 \text{ mmHg}} = \underline{9.6 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

(6) 気体の状態方程式 $PV = nRT$ より、分子量 $M$ を求める。

$$9.6 \times 10^5 \text{ (Pa)} \times 0.069 (\ell) = (0.0918 \times 8.3 \times 10^3 \times 299) / M$$

$$M = \underline{34.0}$$

$R$  の値を  $\text{mmHg} \cdot \ell / \text{mol} \cdot K$  の値で計算するともっと分子量が近くなる。

(資料) 水蒸気圧 (mmHg)

温度 ( $^{\circ}C$ ) 例えば、 $26^{\circ}C$ における水蒸気圧は  $25.21 \text{ mmHg}$  となる。

| 1 の位<br>10 の位 | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10            | 9.21  | 9.83  | 10.52 | 11.23 | 11.99 | 12.79 | 13.63 | 14.53 | 15.48 | 16.48 |
| 20            | 17.54 | 18.65 | 19.83 | 21.07 | 22.38 | 23.76 | 25.21 | 26.74 | 28.35 | 30.04 |
| 30            | 31.82 | 33.70 | 35.66 | 37.75 | 39.90 | 42.18 |       |       |       |       |

## 42. 物質の極性と溶解

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 物質を混合する場合、物質の混ざり方と物質の極性の間にはどのような関係があるかを調べる。

〔準備〕

器具：ホールピペット又はメスピペット又は先端を細くしたガラス管(2本),  
ビーカー, スポイト用ゴム帽, プラスチックストロー又はプラスチック定規,  
目盛付試験管, 薬さじ, スポイト,

試薬：エタノール $C_2H_5OH$ , ヘキサン $C_6H_{14}$ , ヨウ素 $I_2$ , 硫酸銅(Ⅱ) $CuSO_4$   
蒸留水

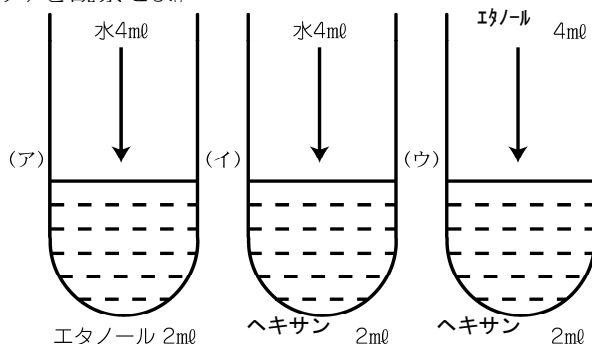
〔説明〕 極性のある物質は帯電したものに引きつけられる。この事を利用して、帯電したストローなどを近づけ引きつけられるかどうかで物質の極性の有無を調べる。

- 〔実験1〕 (1) ストローを、包装している紙とこすりあわせて帯電させる。  
(2) 水道の蛇口から水を少量流し、(1)で帯電させておいたストローを水の流れに近づけ、水の流れがどうなるか観察せよ。  
(3) ピペット類又は先端を細くしたガラス管に、スポイト用ゴム帽をとりつけエタノールを吸いあげる。  
(4) (3)のゴム帽をはずしてエタノールを流し、帯電させたストローをエタノールの流れに近づけエタノールの流れがどうなるか観察せよ。この時、下にビーカーをおき、流したエタノールを受けるようにする。(実験2で用いる。)  
(5) ヘキサンについて(3), (4)と同様な操作を器具をとりかえて行う。

〔実験2〕 (1)

|                          | 水        | エタノール  | ヘキサン  |
|--------------------------|----------|--------|-------|
| 3<br>変<br>化              | 水の流れが曲がる | 流れが曲がる | 曲がらない |
| 極性の<br>有無<br>の<br>試<br>験 | 極性あり     | 極性あり   | 極性なし  |

試験管に、それぞれ図に示すように2種の液体をとりふりまぜ、混ざり合うようすを観察せよ。



- (2) それぞれの試験管にヨウ素の固体を1片入れてふりまぜてみよ。  
(結果を色鉛筆で図示せよ。)

〔結 果〕

|   | 試薬の組み合わせ |       | 混ざり合うか | ヨウ素の変化           |
|---|----------|-------|--------|------------------|
| ア | 水        | エタノール | 混ざり合う  | 全体に色が付く          |
| イ | 水        | ヘキサン  | 混ざらない  | 上層(トルエン)に赤紫の色が付く |
| ウ | エタノール    | ヘキサン  | 混ざり合う  | 全体に色が付く          |

〔考 察〕 この実験からどんな組み合わせの場合に混ざり合うかを、次の2つの観点から考えて書きなさい。

### 1. 分子構造の類似性

水とアルコールは共通の構造であるOHをもつからよく混ざる。また、アルコールとトルエンは共に $\text{CH}_3\text{CH}_2-$ をもつからよく混ざる。一般に分子構造が似たものどうし、共通の原子団をもつものはよく混ざる。

## 2. 極性の有無

極性のあるものどうし、極性のないものどうしはよく混ざる。

〔実験3〕(1) 試験管に水4ml とヘキサン2mlを入れる。

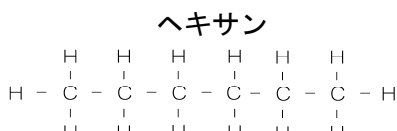
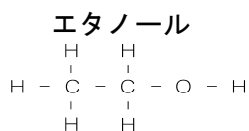
(2) これに硫酸銅(Ⅱ)を小さじ1杯を入れて振り混ぜ、どちらの層に溶解するか観察せよ。さらに同じ試験管にヨウ素1片を入れて振り混ぜ、同様に観察せよ。

硫酸銅(Ⅱ)・・ **水** 層に溶解      ヨウ素・・ **ヘキサン** 層に溶解

【考 察】 イオン結合性物質と分子性物質の立場から上の表の結果を考察し、どんな組み合わせの場合は溶け、どんな組み合わせの場合には溶けないかを書け。

イオン結合性の物質は、電荷を帯びており極性をもつ水分子に溶けやすい。また、分子性物質のヨウ素は極性がないので、無極性物質のヘキサン層に溶けやすい。

〔参 考〕 各物質の構造式



#### 43.コロイド溶液



#### 43.コロイド溶液

# 44. 反 応 の 速 さ

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目 的〕 反応物質の濃度および温度の反応に及ぼす影響を調べる。

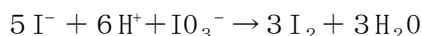
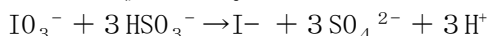
〔準 備〕

器具: 目盛りつき試験管, ビーカー (300 Mℓ), 温度計, ストップウォッチ

試薬: 溶液 A (0.04mol/ℓ -ヨウ素酸カリウム  $\text{KI} \text{O}_3$ ), 氷, お湯

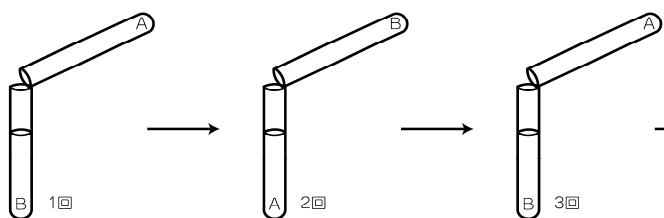
溶液 B (1%のデンプンを含む 0.02mol/ℓ -亜硫酸水素ナトリウム  $\text{NaHSO}_3$ ),

〔参 考〕 溶液 A は反応物質の一つである  $\text{IO}_3^-$  を含む。溶液 B はもう一つの反応物質である  $\text{HSO}_3^-$  を含む。A と B を混合すると, 次の反応がおこって  $\text{I}_2$  を生じ, これがデンプンと反応して青色を呈する。青色のあらわれるまでの時間を比較して, 反応の速さを比較できる。



〔実験 1〕 濃度の影響を調べる。

- (1) 溶液 A, B を 10 Mℓずつとり, 一定温度に保つ。A, B の試験管内の溶液を 3 回まぜあわせる。両液を接触混合したときからの, 時間を測りはじめて, ヨウ素-デンプン反応の青色があらわれるまでの時間 (秒) を測定せよ。ストップウォッチ ON 操作は手早く行う。



- (2) 次表のように溶液 B をうすめて, いろいろな濃度の  $\text{NaHSO}_3$  水溶液をつくる。それぞれについて (1), (2) の同様の操作を行って, 青色のあらわれるまでの時間を測定せよ。(表の空欄をうめること)

| 溶液 B (Mℓ)      | 10    | 9.0   | 8.0   | 7.0   | 6.0   | 5.0   | 4.0   |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 蒸留水 (Mℓ)       | 0     | 1.0   | 2.0   | 3.0   | 4.0   | 5.0   | 6.0   |
| 溶液 B の濃度       | 0.02  | 0.018 | 0.016 | 0.014 | 0.012 | 0.010 | 0.008 |
| 時 間 (秒)        | 5.6   | 6.4   | 7.1   | 7.9   | 10.2  | 15.4  | 15.5  |
| 反応の速さ 1/時間 (秒) | 0.178 | 0.156 | 0.148 | 0.127 | 0.098 | 0.065 | 0.065 |

〔考 察〕

$\text{HSO}_3^-$  の濃度を横軸に, 反応の速さ (1/秒) : 軸にとってグラフをつくり, そのグラフから濃度応の速さとの間には, どのような関係が成り立つえられるか。

反 応 の 速 さ

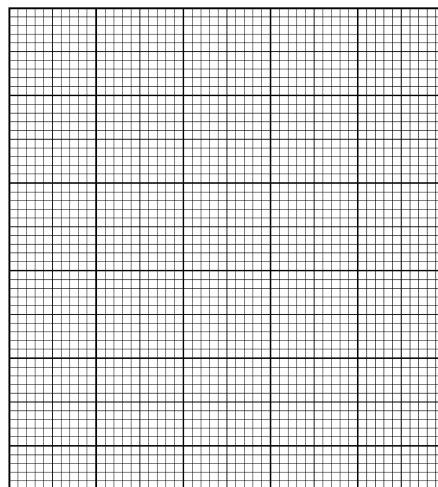
(1/秒)

濃度と反応の速さ (1/秒) は比例する。

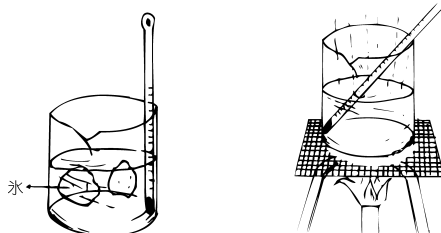
このデーターは, 生徒実験におけるデーターである。データーの取り方を工夫した。たとえば, 二人 1 組で実験を行った。(溶液 B10 : 蒸留水 0), (溶液 B9 : 蒸留水 1), . . . と各グループ 1 つの実験を行い, その結果を持ち寄って, e x c e l l で提示しながらデーターの処理の仕方を教えることができる。

〔実験 2〕 温度の影響を調べる。

- (1) 次の各温度を分担して調べよ。10, 20, 30, 40, 50 (°C)



(2) 氷や加熱器具を用い，分担された温度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の水浴をビーカーに準備する。



(3) 水浴の実際の温度を測定する。溶液A，Bを10ml ずつ試験管に測り取り，両液を3回混合して，青色のあらわれるまでの時間を測定する。

| 目安の温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 10     | 20     | 30     | 40     | 50     |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 実際の温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) |        |        |        |        |        |
| 時 間 (秒)                      | 8. 6   | 8. 1   | 6. 7   | 4. 7   | 4. 3   |
| 反応の速さ 1 / 時間 (秒)             | 0. 116 | 0. 123 | 0. 149 | 0. 213 | 0. 233 |

### 〔考 察〕

1. 温度を横軸に，反応の速さ(1/秒)を，縦軸にとってグラフをつくり，そのグラフから温度と反応の速さとの間にどのような関係が成り立つと考えられるか。

2次曲線の関係がみられる。

2. グラフから， $0^{\circ}\text{C}$ および $60^{\circ}\text{C}$ のときの，青色があらわれるまでの時間を予想せよ。

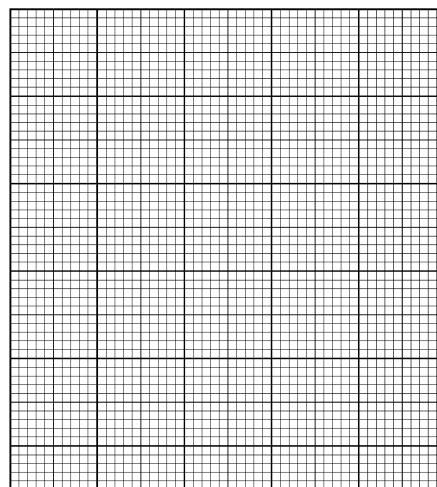
$0^{\circ}\text{C}$  8.7 秒

$60^{\circ}\text{C}$  秒

この実験も，〔実験1〕と同様に，クラスで分担して行った。

表を自動的に描いてくれるソフトは，総合教育センターのIT研修課の化学分野からダウンロードすると実験が行いやすい。

反  
応  
の  
速  
さ  
(1/秒)



〔学習の成果〕

温度

## 45. 化学平衡の移動

月 日( ) 天気( )

〔目的〕 温度、圧力、濃度の変化と化学平衡の移動方向との関係調べる。

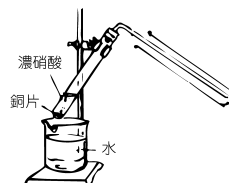
〔準備〕

器具: ゴム栓つきガラス曲管, 注射器(50ml), 葉さじ, ゴム栓, スタンド  
ビーカー(300ml) 2 個, 試験管

試薬: 銅片Cu, 濃硝酸 $\text{HNO}_3$ , 2mol/l -アンモニア水 $\text{NH}_3$ , 5%-塩化マグネシウム $\text{MgCl}_2$ ,  
塩化アンモニウム(固体) $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 熱湯, 氷

〔実験 1〕 温度の影響を調べる。

- (1) 試験管に濃硝酸 3 ml とり, これに銅片 2 個を入れ, 二酸化窒素 $\text{NO}_2$ を発生させ, 乾いた 2 本の試験管に右図のように捕集せよ。いっぱいになったら, すぐゴム栓をせよ, ( $\text{NO}_2$ は有毒であるから吸わないようにせよ。 $\text{NO}_2$ の発生が激しくなったら試験管を冷水中に浸して反応をしずめること。)



- (2)  $\text{NO}_2$ をいれた 1 本の試験管は熱湯を入れたビーカーに浸し, 他方は冷水を入れたビーカー中に浸して, 色を比較してみよ。

※この装置は, 二股試験管を使用するとスムーズにできる。ドラフト内で行うこと。  
温水中に浸したとき 褐色( $\text{NO}_2$ )が濃くなる。( $\text{NO}_2$ が増えた。)

冷水中に浸したとき 褐色がうすくなる。( $\text{NO}_2$ が減る。)

〔考察〕

1. 二酸化窒素 $\text{NO}_2$ と四酸化二窒素 $\text{N}_2\text{O}_4$ の化学平衡の式は, 次式で表される。



実験 1 の (2) の色の変化から, 温水中に浸した場合,  $\text{NO}_2$ と $\text{N}_2\text{O}_4$ のいずれが増加したと考えられるか。

褐色が濃くなったことから $\text{NO}_2$ が増えた。

また冷水中に浸した場合はどうか。

褐色がうすくなったことから $\text{NO}_2$ が減少した。( $\text{N}_2\text{O}_4$ が増えた。)

2. 温度をあげた場合, 平衡は発熱, 吸熱, いずれの方向へ移動するか。

温水中に浸したことにより,  $\text{NO}_2$ が増えたので, 平衡は左(吸熱方向)に移動し $\text{NO}_2$ が増えた。

また温度を下げた場合はどうか。

冷水中に浸したことにより $\text{N}_2\text{O}_4$ が増えたので, 平衡は右(発熱方向)に移動した。

3. 以上の結果から, 温度変化と平衡移動の方向との間にどんな関係があると言えるか。

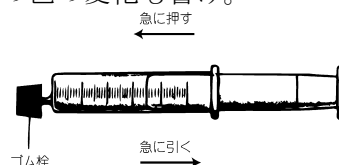
反応系全体の温度を上げると, 平衡は吸熱方向へ移動し, 反応系全体の温度を下げると, 平衡は発熱方向に移動する。

〔実験 2〕 圧力の影響を調べる。

〔実験 1〕の(1)で発生させた $\text{NO}_2$ を 50mlの注射器に半分程取り、注射器の先に強くゴム栓をして、次図のように、注射器に急に強く押し、押した瞬間の色と、押したまま、その後の色の変化を書け。

また注射器を急に引いた瞬間の色と、引いたままその後の色の変化も書け。

|        | 注射器中の変化          |
|--------|------------------|
| 加圧した場合 | 一瞬濃くなるが、すぐに薄くなる。 |
| 減圧した場合 | 一瞬薄くなるが、すぐに濃くなる。 |



〔注〕注射器の内には、クッションを入れるようにする。

※注射器の代わりに圧着火装置(物理)を使うと観察しやすい。

### 〔考 察〕

- その後の色の変わりかたから、平衡は左右どちらに移動したと考えられるか。  
 $2\text{NO}_2$  (かっ色)  $\rightleftharpoons$   $\text{N}_2\text{O}_4$  (無色)  
 加圧した場合 右 減圧した場合 左
- その後の色の変化から、加圧した場合、 $\text{NO}_2$ と $\text{N}_2\text{O}_4$ のいずれが増加したと考えられるか。  
 $\text{N}_2\text{O}_4$ が増加した。 また減圧した場合はどうか。  $\text{NO}_2$ が増加した。
- 以上の結果から、 $2\text{NO}_2$  (かっ色)  $\rightleftharpoons$   $\text{N}_2\text{O}_4$  (無色)の平衡系を加圧すると、平衡は分子数の減少する(圧力の下がる)方向と、分子数の増加する(圧力の上がる)方向のいずれに移動すると考えられるか。 分子数が減少する方向に平衡は移動した。  
 また減圧した場合はどうか。 分子数が増加する方向に平衡は移動した。
- 以上の結果から、圧力の変化と平衡移動の方向との間には、どんな関係があると言えるか。

系全体に圧力を加えると、外からの影響を抑える方向(内部で圧力が減少する方向)に平衡は移動する。

### 〔実験 3〕 濃度の影響を調べる。

試験管に 5 %- $\text{MgCl}_2$ 水溶液 2mlを入れ、これに $\text{NH}_3$ 水 4mlを加えると次の反応で沈殿ができる。 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$

この沈殿を含んだ溶液の半分を他の試験管に移し、次の実験をする。

- 一方の試験管に $\text{NH}_4\text{Cl}$ の固体を少しずつ加えてみよ。沈殿の量はどうか。

沈殿の量は減少する。

- 他方に $\text{MgCl}_2$ 水溶液を加えてみよ。沈殿の量はどうか。

沈殿の量は増加する。

〔考 察〕 以上の結果から、濃度の変化と平衡の移動の方向とは、どんな関係にあると言えるか。

ある物質の濃度を増加させると、その物質の濃度を減少させる方向に平衡は移動し、また新しい平衡状態になる。

### 〔学習の成果〕

## 46. 塩の加水分解

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 塩の水溶液の性質を調べる。

〔準備〕

器具: 試験管, 薬さじ, ピンセット

試薬: 塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$ , 塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$ , 硫酸銅(II) 五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 硫酸水素ナトリウム  $\text{NaHSO}_4$

炭酸アンモニウム  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , 酢酸アンモニウム  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$

リトマス紙, フェノールフタレイン溶液, 蒸留水

〔実験〕

- (1)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  のおのおのを小さじ 1 杯程度の量を試験管にとり, 水約 5 ml に溶かす。
- (2) 上の溶液の液性を, リトマス紙とフェノールフタレイン溶液を用いて調べよ。  
※フェノールフタレイン溶液は, 加えすぎると白く濁ることがある。

| 塩                                         | リトマス紙 | フェノール<br>フタレイン | 塩の液性 | 塩                            | リトマス紙 | フェノール<br>フタレイン | 塩の液性 |
|-------------------------------------------|-------|----------------|------|------------------------------|-------|----------------|------|
| $\text{NaCl}$                             | 変化なし  | 変化なし           | 中性   | $\text{Na}_2\text{SO}_4$     | 変化なし  | 変化なし           | 中性   |
| $\text{NH}_4\text{Cl}$                    | 青→赤   | 変化なし           | 酸性   | $\text{NaHSO}_4$             | 青→赤   | 変化なし           | 酸性   |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$                  | 赤→青   | 赤くなる           | 塩基性  | $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ | 赤→青   | 赤くなる           | 塩基性  |
| $\text{NaHCO}_3$                          | 赤→青   | 赤くなる           | 塩基性  | $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  | 変化なし  | 変化なし           | 中性   |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 青→赤   | 変化なし           | 酸性   |                              |       |                |      |

〔考察〕 1. 実験に用いた塩を分類し, それぞれ, どの酸と, どの塩基が中和してできたものか, また, それらの酸や塩基は強酸, 弱酸, 強塩基, 弱塩基のいずれであるか, 例にならって表に記入せよ。

| 塩                            | 塩の分類 | 酸 (強・弱)                        | 塩基 (強・弱)                       |
|------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|
| $\text{NaCl}$ (例)            | 正 塩  | $\text{HCl}$ (強 酸)             | $\text{NaOH}$ (強塩基)            |
| $\text{NH}_4\text{Cl}$       | 正 塩  | $\text{HCl}$ (強 酸)             | $\text{NH}_3$ (弱塩基)            |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$     | 正 塩  | $\text{H}_2\text{CO}_3$ (弱 酸)  | $\text{NaOH}$ (強塩基)            |
| $\text{NaHCO}_3$             | 酸性塩  | $\text{H}_2\text{CO}_3$ (弱 酸)  | $\text{NaOH}$ (強塩基)            |
| $\text{CuSO}_4$              | 正 塩  | $\text{H}_2\text{SO}_4$ (強 酸)  | $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (弱塩基) |
| $\text{Na}_2\text{SO}_4$     | 正 塩  | $\text{H}_2\text{SO}_4$ (強 酸)  | $\text{NaOH}$ (強塩基)            |
| $\text{NaHSO}_4$             | 酸性塩  | $\text{H}_2\text{SO}_4$ (強 酸)  | $\text{NaOH}$ (強塩基)            |
| $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ | 正 塩  | $\text{H}_2\text{CO}_3$ (弱 酸)  | $\text{NH}_3$ (弱塩基)            |
| $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  | 正 塩  | $\text{CH}_3\text{COOH}$ (弱 酸) | $\text{NH}_3$ (弱塩基)            |

2. 実験結果および考察 1 をもとにして、次のようにまとめよ。

- ① 強酸と強塩基とからできる正塩の水溶液の液性は…… 中性
- ② 強酸と強塩基とからできる酸性塩の水溶液の液性は… 酸性
- ③ 強酸と弱塩基とからできる正塩の水溶液の液性は…… 酸性
- ④ 弱酸と強塩基とからできる正塩の水溶液の液性は…… 塩基性
- ⑤ 弱酸と弱塩基とからできる正塩の水溶液の液性は…… 酸性、塩基性ともに  
この実験では示すので一概に言えない。

3.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , の水溶液の液性を、反応式をつかって説明せよ。



4. 弱酸と弱塩基とからできている正塩 {  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  や  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  など } の水溶液の液性について、どのように考えたらよいか。電離度のデータ(表) から考えてみよ。

正塩が水に溶けた時に生成する、弱酸と弱塩基の電離度の大きい方に液性は傾く。

### 〔学習の成果〕

※炭酸の電離度は下の表より  $\alpha = 0.0017$ , アンモニアの電離度  $\alpha = 0.013$  よって酢酸アンモニウム  
の液性は、塩基性。 酢酸の電離度  $\alpha = 0.013$  , よって酢酸アンモニウムは中性を示す。

(資料) 酸・塩基の電離度

| 酸・塩基      | 塩酸                       |                         | 硫酸                      |      | 硝酸                                 |                          |
|-----------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------|------------------------------------|--------------------------|
| 化学式       | HCl                      |                         | $\text{H}_2\text{SO}_4$ |      | $\text{HNO}_3$                     |                          |
| 濃度(mol/l) | 0.1                      | 1                       | 0.05                    | 0.5  | 0.1                                | 1                        |
| 電離度       | 0.92                     | 0.78                    | 0.61                    | 0.51 | 0.92                               | 0.82                     |
| 酸・塩基      | 酢酸                       | 炭酸                      | 水酸化ナトリウム                |      | アンモニア水                             | 水酸化カルシウム                 |
| 化学式       | $\text{CH}_3\text{COOH}$ | $\text{H}_2\text{CO}_3$ | NaOH                    |      | $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | $\text{Ca}(\text{OH})_2$ |
| 濃度(mol/l) | 0.1                      | 0.1                     | 0.1                     | 1    | 0.1                                | 1/128                    |
| 電離度       | 0.013                    | 0.0017                  | 0.91                    | 0.73 | 0.013                              | 0.9                      |

## 47. 炭水化物（糖類）

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕炭水化物（糖類）の性質を調べる。

〔準備〕

器具：試験管、葉さじ、ガスバーナー（アルコールランプ）、ビーカー、スポイト、マッチ、三脚、金網

試薬：グルコース $C_6H_{12}O_6$ 、マルトース $C_{12}H_{22}O_{11}$ 、スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$ 、デンプンの各 1% 水溶液、3mol/l - 硫酸 $H_2SO_4$ 、5%-ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液、フェーリング液Ⅰ・Ⅱ、無水 $Na_2CO_3$ （固体）、炭酸ナトリウム

〔実験〕

- フェーリング液の還元…4本の試験管にグルコース、マルトース、スクロース、デンプンの各水溶液を3Mℓずつとり、それぞれにフェーリング液Ⅰ・Ⅱを1Mℓずつ加えて煮沸して見よ。〈注〉ショ糖に市販の砂糖を用いると、赤色沈殿するものもある（転化糖）
- 加水分解…スクロースとデンプンの水溶液3Mℓをそれぞれ別の試験管にとり、3mol/l  $-H_2SO_4$ を加えて、1分間程煮沸した後、無水炭酸ナトリウムを小さじで少しずつ、二酸化炭素の泡がでなくなるまで加える。さらにフェーリング液を1Mℓ程度加えて加熱してみよ。
- ヨウ素との反応…4本の試験管にグルコース、マルトース、スクロース、デンプンの各水溶液を3Mℓずつとり、それぞれにヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を1滴ずつ加えて変化をみよ。また、デンプンの場合は加熱して観察した後、冷却した場合の変化もみよ。

〔結果〕

|                | グルコース<br>(ブドウ糖) | マルトース<br>(麦芽糖) | スクロース<br>(ショ糖) | デンプン        |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|
| (1) フェーリング液の還元 | 還元性あり           | 還元性あり          | 還元性なし          | 還元性なし       |
| (2) 加水分解       |                 |                | 還元性あり          | 還元性あり       |
| (3) ヨウ素との反応    | ヨウ素デンプン反応なし     | ヨウ素デンプン反応なし    | ヨウ素デンプン反応なし    | ヨウ素デンプン反応あり |
|                |                 |                | 加熱             | 青紫色が消える     |
|                |                 |                | 冷却             | 再び色が出る      |

〔考察〕

- 実験(1)の結果よりフェーリング反応は、物質のどのような性質を調べる反応か、またそのときできる沈殿の色と物質を書け。  
還元性 性 色：赤色沈殿 沈殿の物質名：酸化銅Ⅰ( $Cu_2O$ )
- 実験(1)の結果より糖類を還元性のある糖とない糖に分類せよ。  
還元性のある糖：グルコース、マルトース 還元性のない糖：スクロース
- 実験(2)の結果より、スクロースの加水分解によって（還元性）を示す（グルコース）と（フルクトース）が生じる。この混合物は（転化糖）と呼ばれる。
- 実験(2)の結果より、デンプンの加水分解によって（マルトース）と（グルコース）が生じる。これらは（ヨウ素デンプン反応）を示さない。
- 実験(3)の結果よりデンプン溶液かどうか調べる方法を書け。  
ヨウ素デンプン反応で調べる。

〔学習の成果〕

糖類で、還元性を示さないのが、スクロースと多糖類と理解しているとよい。  
市販されているショ糖（白糖）は、転化糖の状態で販売されている。



## 48. とうふをつくる

月 日( ) 天気( )

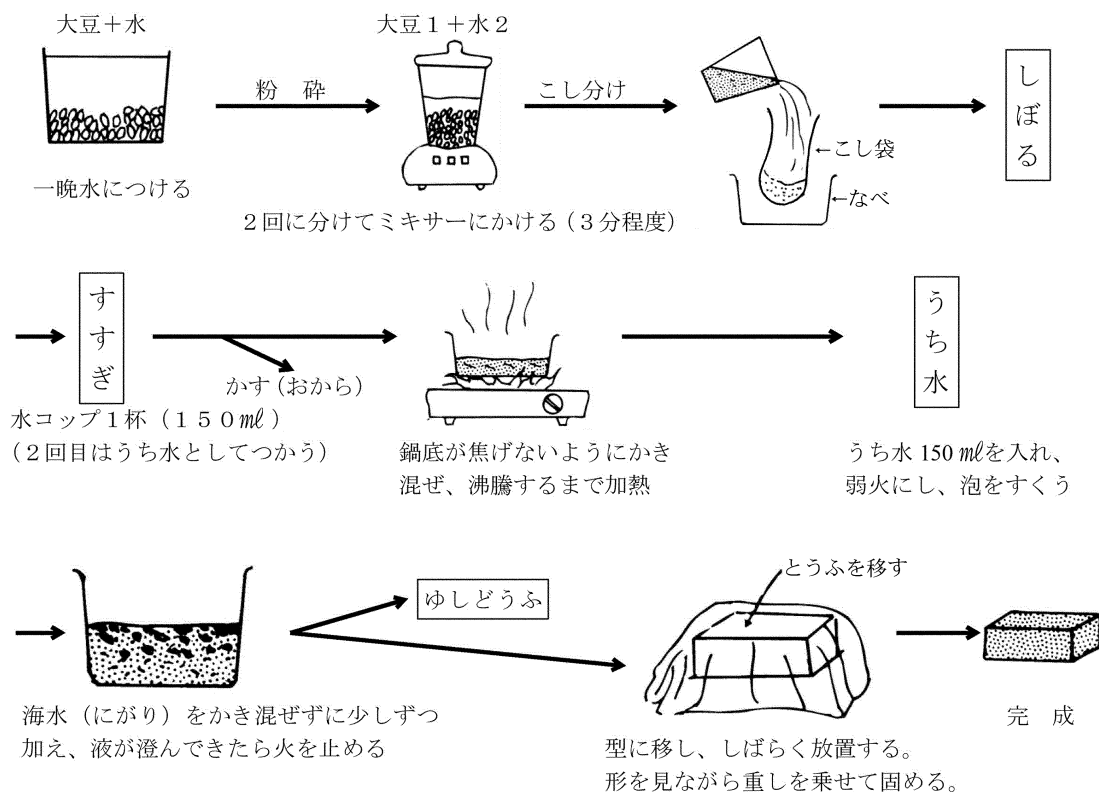
〔目的〕 とうふの作り方の実際を学ぶ。

〔準備〕

器具: ナベ(径 28 cm), カセットコンロ, マッチ, ミキサー, ボール(径 24 cm, 2 個), こし袋(45×80 cmの二重袋), ガーゼ, とうふ箱(5×5×12 cm), 玉じゃくし, コップ

試薬: 大豆(一人 30 g × 4), ニガリ(0.4%) または海水 300 ml

〔実験〕



〔まとめ〕

1. 大豆からできたコロイド溶液は 親水 コロイドである。
2. ニガリを加えるとコロイド粒子が沈殿する現象を何というか。 塩析
3. 大豆に含まれる栄養素の主成分は何か。 アミノ酸
4. 2の現象が進むためには加熱する必要がある。加熱により大豆に含まれる成分が変化することを何というか。 変成

〔学習の成果〕

## 49. 繊維を調べる

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕天然繊維、合成繊維の各種繊維の手ざわり、燃焼時のようすやにおい、繊維識別染料で染色したときの染色の違いなどから繊維の種類を判定する。

〔準備〕

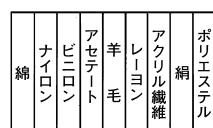
器具: ビーカー(100ml, 300ml の各 1 個), メスシリンダー(100ml 用), 駒込ピペット, ピンセット, ガラス棒, ガスバーナー

繊維: 綿、羊毛、絹、ナイロン、アクリル繊維、レーヨン、ポリエステル白色布または 9 種類の繊維のそれぞれが一つのリボン状にまとめられて織られた混織布 (テストクロス)

試薬: 繊維識別染料混合液 (Bokenstain 染色液), 10%-硫酸  $H_2SO_4$ , 3%-水酸化ナトリウム水溶液 NaOH

〔実験 1〕(1) 種類のわかっている白布または混織布 (テストクロス) をピンセットではさみ、ガスバーナーの小さな炎の下部の外炎に近づけて点火し、燃え方をよく観察せよ。また、においもかいでみよ。

(2) それぞれの白い布を入れた試験管を 2 本ずつ用意し、10%-硫酸と 3%-水酸化ナトリウム水溶液を 5ml 加え、5 分間放置し、布の色の変化を調べてみよ。この試験管を 40℃ の湯に 5 分間つけた後、布をとり出し、よく水洗いして布の状態を観察せよ。この布を乾かした後、布を同じ力で引っ張ってみよ。



混織布 (テストクロス)

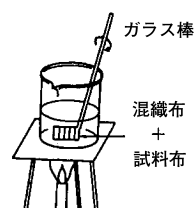
| 種類     | 燃え方・臭いなど            |                   |                  | 酸に対して | アルカリに対して      |
|--------|---------------------|-------------------|------------------|-------|---------------|
|        | 燃え方                 | 臭い                | 灰                |       |               |
| 綿      | 燃焼する                | 紙が燃える臭い           | 灰色でもろい           | 変化なし  | 変化なし          |
| ナイロン   | 溶けるように燃える           | タンパク質が燃える臭い       | 黒褐色で硬い (あまり焦げない) | 変化なし  | 変化なし          |
| ビニロン   | 収縮しながら燃える           | 特異臭 (ビニールが燃える臭い)  | 黒褐色で硬い (あまり焦げない) | 変化なし  | 変化なし          |
| アセテート  | 瞬時に燃える              | 酢の臭い              | 黒くてもろい           | 変化なし  | 弱い(ちぎれる)      |
| 羊毛     | 徐々に燃える              | 髪の毛が燃える臭い         | 黒くてもろい           | 弱い    | 弱い(ちぎれる黄色に変化) |
| レーヨン   | 徐々に燃える              | 髪の毛が燃える臭い         | 黒くてもろい           | 変化なし  | 変化なし          |
| アクリル繊維 | 溶けるように燃える           | 特異臭(プラスチックが燃える臭い) | 黒くてもろい           | 変化なし  | 変化なし          |
| 絹      | 瞬時に燃える              | 毛髪が燃える臭い          | 黒くてもろい           | 変化なし  | 弱い            |
| ポリエステル | 黒い煙を上げながら、溶けるように燃える | 芳香臭 (石油が燃える臭い)    | 黒くて硬い            | 変化なし  | 変化なし          |

tain の容器をよくふりまぜ、原液 5ml を取って、100ml の水の入ったビーカーに入れて加熱し、沸騰させる。

(4) 試料 (1 g までのもの) を入れ 2 分間煮沸する。

(5) 次に試料を取り出し充分水洗し、しばって風で乾かし、鑑別色 (見本) と比べる。

※各繊維の鑑別色は次の通りである。綿(ふじ), ナイロン(緑), ビニロン(茶), アセテート(橙), 羊毛(赤茶), レーヨン(青), アクリル繊維(紅), 絹(えんじ), ポリエステル(黄)



## 50. 色素を調べる

月 日( ) 天気( )

〔目的〕 身近な有色食品に含まれる色素を調べる。

〔準備〕

器具: ビーカー, 蒸発皿, ピペット, ペーパークロマト用ろ紙, シャーレ, 白色脱脂毛糸

試料: 有色食品 (ジュース・キャンディー・漬物など)

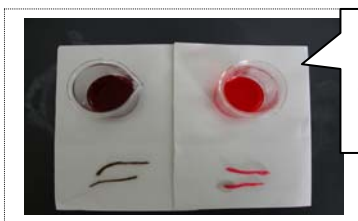
試薬: 1 mol/l -酢酸 $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 1 %-アンモニア水 $\text{NH}_3$



左より 100% グレープジュース キャンディー (黒, 白-黒, 赤), 紅ショウガ

### 〔実験 1〕 毛糸を染める (酸で着色)

- (1) 50ml のビーカーに水 20ml くらいとり, 試料を適量入れて加熱して溶かす。  
(ジュース類はそのままでよい。)
- (2) この中に白色脱脂毛糸を実験グループの人数分 (約 5 cm の長さ) 入れ, さらに 1 mol/l - $\text{CH}_3\text{COOH}$  1~2ml を加えて, 5 分間穏やかに煮沸する。毛糸が着色したら取り出して水で洗う。  
この毛糸の一部 (10cm くらい) を下の枠内に張り付けよ。



左より キャンディー (黒, 白-黒, 赤) グレープ, 紅ショウガ

実験後のそれぞれの液の色と, 透明度の変化をかきなさい。

### 〔実験 2〕 色素を取り出す (塩基で脱色)

- (1) 染色した毛糸をビーカーに移し, これに 1 %- $\text{NH}_3$  水 10ml を加え, 温めながら色素を毛糸より溶出させる。
- (2) 色素が溶け出した溶液を蒸発皿に移し, 液が少量残るまで加熱濃縮する。このとき, 液を完全に蒸発させてしまわないように注意する。

### 〔実験 3〕 色素を分離する

- (1) 濃縮した色素を 1 滴, 図のようにろ紙につけて乾かす。色素が薄い場合は, 一度乾かしてからその上に重ねて何回もつける。
- (2) シャーレに約半分ほど水を入れ, ろ紙の下端を水に浸した状態で観察する。



紅ショウガ



グレープ  
ジュース



キャンディー黒と紅ショウガ

〔感想〕

## 51. タマネギの外皮で染める

月 日( )天気( )

〔目的〕 私たちの生活の身近にある材料(植物)が染色の基礎であり、各種媒染剤を使うことで、いろいろな色をだすことができることを学ぶ。

〔準備〕

器具: 試験管(2本), ビーカー(50ml, 100ml, 200ml), ガスバーナー, マッチ, シャーレ, 駒込ピペット

試薬: ミョウバン, 硫酸銅(Ⅱ) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 硫酸鉄(Ⅱ) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ の各 1.5%水溶液, ジエチルエーテル $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ , 白い綿布(ウールの毛糸), タマネギの外皮

〔実験1〕 (1) 媒染剤を作る

100ml ビーカーにミョウバン, 硫酸銅(Ⅱ) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 硫酸鉄(Ⅱ) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ の 1.5%水溶液をそれぞれ 50ml 作る。少し温めた方がミョウバンは溶けやすい。

(2) 染色液を作り、白い綿布(ウールの毛糸)を染色する。

① タマネギの外皮数枚(約 1 g)を 200ml のビーカーに入れ、水を 100～120ml 加えて、沸騰してからさらに 10 分間煮沸する。水が少なくなれば、適宜加えればよい。

煮汁を 50ml のビーカーに 4 等分し、その液を染色液とする。

② 白い綿布(毛糸)は、染色する前に、あらかじめ湯につけて水に馴染ませておく。

③ 先の染色液に、それぞれかたくしぼった白い綿布(毛糸)を 2～3 分浸す。

④ その後取り出してかたくしぼり、媒染剤(1.5%-ミョウバン, 硫酸銅(Ⅱ), 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液)10～15ml に 2～3 分つける。

⑤ 白い綿布(毛糸)を取り出し水洗いする。操作を繰り返すと、色が濃くなる。

(3) 染料(結晶)を取り出す。

もう 1 つの染色液については室温に冷却して、試験管に約 5 ml をとり、エーテル約 5 ml を加える。

試験管の口を親指で押えて試験管を上下に激しく振る。静置するとエーテル層と水層に分かれる。上部のエーテル層を駒込ピペットを使って 2～3 ml をシャーレにとる。

エーテルを風乾すると黄色い結晶が得られる。この結晶をケルセチンという。

※注意: ① エーテル抽出は室温にまで冷やして行うこと。

② エーテルには、絶対に火を近づけないこと。

〔考察〕 媒染剤を変えると、それぞれどのような色に染色されるか。

ミョウバン

硫酸銅(Ⅱ)

硫酸鉄(Ⅱ)

黄色に染まる。

ミョウバンに比べ黄色が濃い

茶色(カーキ色)



媒染剤は、左より硫酸鉄(Ⅱ), ミョウバン, 硫酸銅(Ⅱ)溶液を使用。



左よりミョウバン, 硫酸銅(Ⅱ), 硫酸鉄(Ⅱ)溶液に入れた直後は、タマネギの煮汁

〔感想〕

## 52. 高分子化合物（プラスチック）の合成

月 日( ) 天気( )

〔目的〕 不可重合によりポリスチレン，縮合重合により 6,6-ナイロンを合成する。この学習を通して，石油がこれら工業化学製品の重要な原料であることを理解する。

〔準備〕

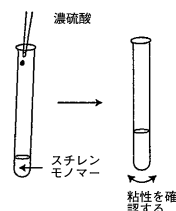
器具：試験管（1本），駒込ピペット，ビーカー（50 mL，2個），  
メスシリンダー（50 mL，2個），ガラス棒，ピンセット

試薬：スチレンモノマー，濃硫酸 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，アジピン酸ジクロリド $\text{ClOC}(\text{CH}_2)_4\text{COCl}$ ，  
ジクロロメタン $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ，ヘキサメチレンジアミン $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$

〔実験 1〕 (1) ポリスチレンの合成（危険を伴うので十分に注意すること）

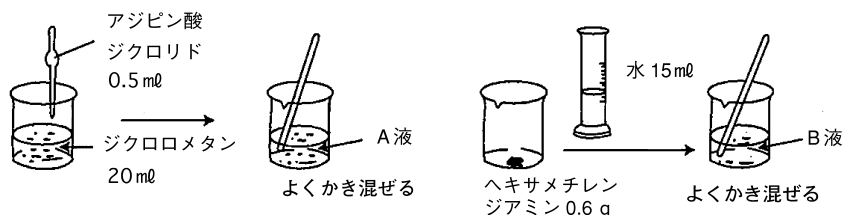
スチレンモノマー 5 mL に濃硫酸 1 mL を加える。

付加重合が始まり，しだいに粘性が増し，  
ポリスチレンが生成する。

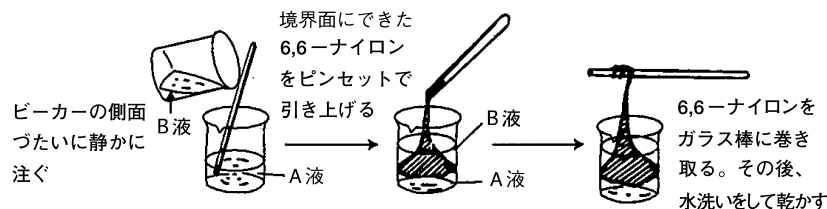


(2) 6,6-ナイロン

① アジピン酸ジクロリド溶液（A 液とする）とヘキサメチレンジアミン溶液（B 液とする）の調整。



② 6,6-ナイロン糸の合成



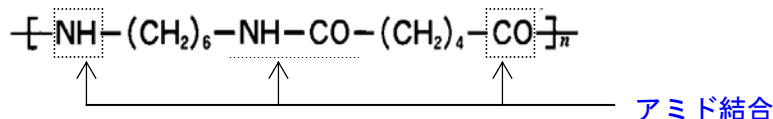
〔考察〕 (1) ポリスチレンを合成するときの変化を化学反応式で表せ。また，この反応名を答えよ。



(2)  $\text{ClOC}(\text{CH}_2)_4\text{COCl}$  と  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$  とから 6,6-ナイロンを合成するときの変化を化学反応式で表せ。また，この反応名を答えよ。



(3) 6,6-ナイロンが作られるときにできる結合の構造式と名称を書け。



〔感想〕

### 53.スライムをつくる

## 54. 和紙をつくる

月 日( ) 天気( )

〔目 的〕身近な植物の葉や茎、木の皮などを用いて、和紙の作り方を学ぶ。

〔準 備〕

**器具:** 剪定ばさみ、木づち、ビーカー(2ℓ もしくはステンレス鍋)、ガラス棒、コンロ(加熱装置であれば可)、金網、ざる、紙すき器のセット、水槽、ミキサー、さらし布、新聞紙、アイロン、アイロンマット  
**試薬:** 5%-水酸化ナトリウム水溶液、漂白剤、ねり(液体洗濯のり、オクラ、アロエ、ハイビスカスの花など)  
**材料:** アオガンピ、月桃、ハイビスカス、サトウキビ、ワラなど

〔実験 1〕 (1) 材料を乾燥させる。(乾燥していなくても以下の実験は行なえる)

(2) 材料を細かくする。

月桃は茎と葉に分け、茎は 5cm 程度に切り、木づちでほぐす。葉は 5cm 四方の大きさにきざむ。アオガンピ等の場合は、表皮をカッターではぎとって捨て、内皮を 5cm 程度に切り、手で縦に細かく引き裂く。

(3) 繊維をとる。

① 細かくした材料を特大のビーカーに入れ、材料が浸る程度の 5%-水酸化ナトリウム水溶液を入れて、1 時間程度煮る。

② ざるに移し、水溶液を洗い流す。(皮膚や服につけないようにする)

③ 水槽に移し、材料が浸るくらいの水を入れ、漂白剤をキャップの 1~2 杯加えて一晩置く。(自然のままの色が良い場合は③④は省く)

④ ざるに移し、漂白剤を洗い流す。(皮膚や服につけないようにする)

※この繊維を乾燥させると長期保存ができる。

(4) 紙をすく。

① 繊維と水をミキサーにかけて細かくする。(細かすぎないほうがよい)

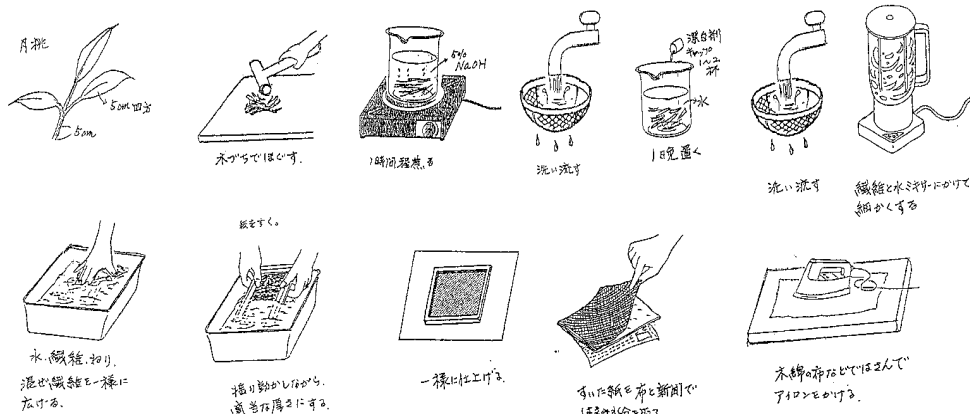
② 水を入れた水槽に細かくした繊維を入れ、ねりを加えて手でかき混ぜ繊維を一様に広げる。

③ 水槽の中で紙すき器を使って繊維が一様になるように揺り動かしながら適当な厚さにする。

(5) 紙を乾燥させる。

① すいた紙を、布と新聞紙ではさみ、水分を取る。新聞紙を取り替え、これを数回繰り返す。

② 半乾きのまま、木綿の布などではさんでアイロンをかける。



〔発展実験〕 牛乳パックから再生紙をつくることによって資源のリサイクルを考える。

- (1) 牛乳パックからパルプを作る。

前処理した牛乳パックを開き、外側の印刷の部分と、内側のポリエチレン部分はがし、真中のパルプの部分を細かくちぎる。

\*牛乳パックは一晩水につけるか、鍋に入れ数時間煮沸しておく。

- (2) 細かくちぎったパルプと水をミキサーで攪拌しどろどろの状態にする。

- (3) 液体洗濯のりを入れ、よく混ぜ合わせて四等分する（水 10 に対しりのり 3g 程度）

- (4) 水槽に紙すき器をセットする。

紙すき器を沈めたときに上箱が 1〜2cm 位でるように水槽に水を入れる。

- (5) ビーカーから紙すき器にパルプ液を流し込む。

よくかき混ぜてパルプが上箱全体に均等に広がるようにする。

- (6) 紙すき器を引き上げ、すき網を取り外して、新聞紙などにはさみ(さらし布を重ねておくとよい)、上から強く押さえて水をはきださせる。

- (7) 2〜3 回新聞紙を交換し、もう一枚のさらし布ではさんでアイロンをかける。

〔考 察〕 (1) 紙の主成分は何か。

セルロース

- (2) 資源のリサイクルについて、あなたの考えを書きなさい。

〔学習の成果〕

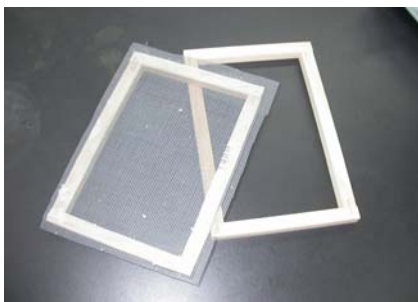
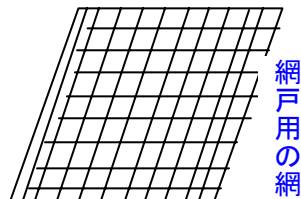
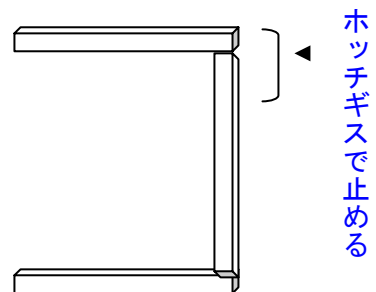
紙すき器の簡単な作り方

① 0.5cm 角の角材で 15 cm (2 本), 11 cm (2 本) をとる。

② ホッチギスまたは、大工用ホッチギスで止め枠をつくる。

③ 網戸用の網をかってきて、その枠に沿ってホッチギスでとめできあがり。

網戸をしてない枠も作っておくと、紙が取りやすい。



完成写真。網戸をした枠を下、してない枠を上にして紙を漉く。紙を取り出すときは木枠を外す。



## 55. プラスチックの性質

月 日( )天気( )

〔目的〕プラスチックの性質を調べる。

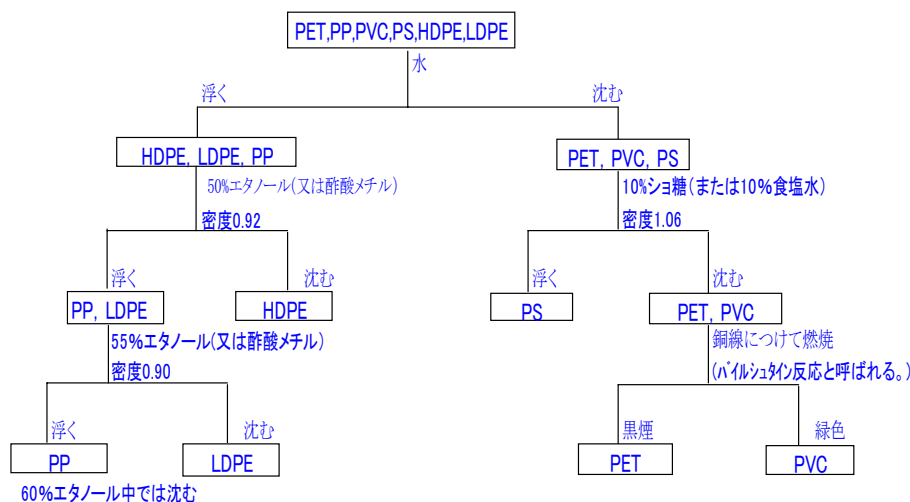
〔準備〕

器具:ガスバーナー, マッチ, ピンセット, 100ml ビーカー×3

試薬:良く磨いた 30cm程度の銅線, 1cm<sup>2</sup>大のプラスチック試料 5 種(高密度ポリエチレンHDPE, 低密度ポリエチレンLDPE, ポリ塩化ビニルPVC×2, ポリプロピレンPP, ポリエステルPET×2, ポリスチレンPS)

蒸留水, 50%エタノール溶液, 10%ショ糖溶液

〔実験 1〕次のフローチャートに従い密度の違い等によってプラスチック試料を分類し, 空欄にプラスチックの略称を記入せよ。



(1) ビーカーに蒸留水 50ml を入れ, 各試料を入れる。

(2) 水に浮いた試料を, 50%エタノールに入れる。

(3) 水に沈んだ試料を, 10%ショ糖溶液に入れる。

(4) ショ糖溶液に沈んだ試料を, 赤熱した銅線につけて少し溶かし, 炎の中で燃やしてみる(試料は完全に燃やしてから, 次の試料を燃やすようにする)。

〔実験 2〕識別された各プラスチック試料をピンセットでつかみ, 表の項目に注意して炎の中に入れて燃やしてみる。

| 項目<br>プラスチック | 燃えやすいか | 臭い     | 炎から出しても燃えるか | 融けるか     | ススが出るか |
|--------------|--------|--------|-------------|----------|--------|
| HDPE         | よく燃える  | ロウソクの臭 |             | 溶けて球状にした |        |
| PVC          | 燃える    | 刺激臭    | 炎から出すと消える   |          |        |
| PP           |        | ロウソク臭  |             | 溶けて球状にした | ススを出す  |
| PET          | 燃えにくい  | 甘いにおい  |             | 溶けて糸を引く  | ススを出す  |
| PS           | よく燃える  |        |             |          | ススを出す  |

密度 (g/cm<sup>3</sup>)  
 HDPE  
 0.92~0.93  
 PVC  
 1.35~1.55  
 PP  
 0.90~0.91  
 PET  
 1.38~1.39  
 PS  
 1.04~1.06

(資料) プラスチックの識別マーク



〔学習の成果〕

参考 URL <http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/kagaku/ka3/pura.html>

## 56.合金やガラスをつくる

## 57. サリチル酸メチル, アセチルサリチル酸の合成

月 日( )天気( )

〔目的〕 サリチル酸メチルとアセチルサリチル酸を合成し、その性質を調べる。

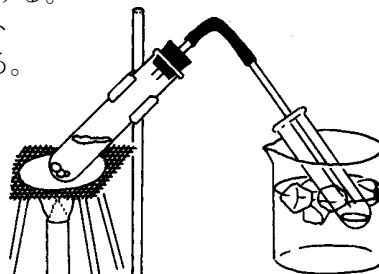
〔準備〕

器具: 目盛付試験管, アルコールランプ, マッチ, スポイト, 薬さじ, 試験管ばさみ, ビーカー (100ℓ), 時計皿, 分液ロート, ろ紙  
試薬: サリチル酸 $C_6H_4(OH)COOH$ , メタノール $CH_3OH$ , 濃硫酸 $H_2SO_4$ , 冷水, 炭酸水素ナトリウム飽和水溶液 $NaHCO_3$ , 無水酢酸 $(CH_3CO)_2O$ , 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 $FeCl_3$

〔実験 1〕 サリチル酸とメタノールの反応

- 1) 乾いた試験管にサリチル酸 1.5 g とメタノール 6ℓ を入れ, 濃硫酸 1.5ℓ を滴下する。沸騰石を 2 粒入れ, 弱火で約 10 分間加熱する (内容物が白濁したら, 加熱をとめる)。
- 2) ビーカーに冷水 50ℓ をとり, 上の試験管の反応液をあける。ガラス棒でよくかくはん後, 水層を捨て, 炭酸水素ナトリウム飽和水溶液を, 気体が発生しなくなるまで加える。
- 3) 水層を流し捨て, 蒸留水で 2 回洗う。油層をこまごめピペットで集め, 蒸発皿にとり, 色やにおいを観察する。

サロンパスの臭い



- 4) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 $FeCl_3$ を 1 滴加え, 色の変化をみる。

赤～青紫色に呈色する。(フェノール性のヒドロキシル基を持つ)

〔実験 2〕 サリチル酸と無水酢酸の反応

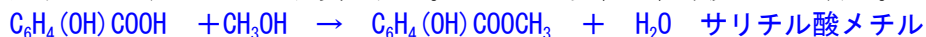
- 1) 乾いたビーカーにサリチル酸 1 g をとり, 無水酢酸 2ℓ を加え, ペースト状に混ぜる。
- 2) 上の混合物に濃硫酸 3 滴を滴下して溶解させ, 放置する (結晶が析出しにくい場合は冷水で冷やす)。
- 3) 析出した結晶をろ過して, 冷水で洗う。色やにおいを観察する。

白色の針状結晶

- 4) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 $FeCl_3$ を 1 滴加え, 色の変化をみる。

呈色しない

〔考察〕 1. 実験 1 の 3) でできる物質は何か。またその変化を化学反応式で書け。



2. 実験 2 の 3) でできる物質は何か。またその変化を化学反応式で書け。



3. 実験 1, 2 それぞれの生成物に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたときの結果

|          | サリチル酸メチル | アセチルサリチル酸メチル |
|----------|----------|--------------|
| $FeCl_3$ | 赤～青紫色になる | 色がつかない       |

4. 3 の結果を比較検討せよ。

サリチル酸メチルは, フェノール性のヒドロキシル基が存在するが, アセチルサリチル酸には存在しない。

## 58. アミノ酸とタンパク質

月 日 ( ) 天気 ( )

〔目的〕 アミノ酸とタンパク質の性質を調べる。

〔準備〕

器具: 目盛り付き試験管 (7本), 試験管ばさみ, ガスバーナー, マッチ,  
ガラス棒, ろ紙, スポイト, ピンセット

試薬: 1%-アミノ酸水溶液 (味の素, グリシン, イノシン酸), ニンヒドリン溶液,  
卵白水溶液, (卵白に5倍の体積の1mol/l-食塩水NaClを加えて溶かす),  
20%-水酸化ナトリウム水溶液NaOH, リトマス紙, 濃塩酸HCl,  
10%-酢酸 $\text{CH}_3\text{COOH}$ , エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , 1%-酢酸鉛(II)  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ ,  
10%-水酸化ナトリウム水溶液NaOH, 1%-硫酸銅(II)水溶液 $\text{CuSO}_4$ ,  
濃硝酸 $\text{HNO}_3$ , 10%-アンモニア水 $\text{NH}_3$

### 〔実験1〕 アミノ酸の性質

いろいろなアミノ酸(グリシン, グルタミン酸など)の1%水溶液1mlを試験管にとり,  
これにニンヒドリン溶液を数滴加えた後, 1分間加熱して, アミノ酸水溶液の色の変化を  
みよ。

青紫色になる。(α-アミノ酸であればニンヒドリン反応が起こる。)

### 〔実験2〕 タンパク質の成分元素

(1) 試験管に卵白水溶液を約2mlとり, 20%-NaOH 1mlを加えて, よく振り混ぜる。この試  
験管を静かに加熱し, 水で湿らせた赤色リトマス紙を試験管内に差し込んで, リトマス  
紙の色の変化を観察せよ。

赤色リトマス紙が青色になる。

(2) 濃塩酸をつけたガラス棒を, 試験管の口に近づけてみよ。

塩化アンモニウムの白煙が生じる。

(3) 加熱をやめて10%- $\text{CH}_3\text{COOH}$ を約5ml加えて振った後, 1%- $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ を1ml加え, よ  
く振って変化を観察せよ。

硫化鉛 $\text{PbS}$ の黒色沈殿が生じる。

### 〔考 察〕

1. (1) で発生した気体は何か。 アンモニア $\text{NH}_3$

2. (2) の反応を, 化学反応式で書け。  $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$  (白煙)

3. (3) で加熱後沈殿した物質の, 化学式と物質名を書け。 硫化鉛 $\text{PbS}$

4. この結果から卵白には, どんな成分元素が含まれているといえるか。 N, S,

### 〔実験 3〕 タンパク質の変性

3本の試験管に、卵白水溶液を3mlずつとる。そのうちの1本を加熱する。残りの2本の一方には、1%-(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Pbを、他方には、エタノールを少量ずつ加えて振り変化をみよ。  
タンパク質は、熱や酸、塩基、重金属イオン、アルコールによって変性をおこし、一般にはもとに戻らない。

---

#### 〔考 察〕

タンパク質を加熱すると凝固する。この現象を 変性 という。それは構造や性質変化が起こったためである。変性はこの結果からわかるように 熱 , 重金属 , 酸, 強アルカリなどの作用によっても起こる。

### 〔実験 4〕 タンパク質の呈色反応

(1) ビウレット反応 卵白水溶液を2mlに、10%-NaOH 2mlと1%-CuSO<sub>4</sub> 1滴を加えて振り、変化を見よ。

赤紫色になる。(タンパク質分子内のペプチド結合(—CO—NH—)によって起こる。)

---

(2) キサントプロテイン反応 卵白水溶液を2mlに、濃硝酸1mlを加えて加熱する。さらに、10%-アンモニア水3mlを加え、変化をみよ。

濃硝酸を加えた段階では、黄色い沈殿が生じ、アンモニアを加えることによって橙黄色になる。

---

#### 〔発展実験〕 手形をつくってみよう ニヒドリン反応

ニヒドリン水溶液をしみこませたろ紙の上に、手をのせる。その後、アイロンでろ紙を加熱する。

(ニンヒドリン溶液を習字紙に霧吹きで吹き付け、手を押しつけアイロンで乾かして手形を取るのもおもしろい。手形に有名人のサインを書くと生徒は大変喜ぶ)

※ キサントプロテイン反応は、α-アミノ酸に含まれるベンゼン環がニトロ化されるために起こる。