

とやま科学オリンピック 2017

化 学

(高校部門)

2017年8月9日(水)

時間： 9時45分～12時15分(150分)

実験を安全に行うために

- ・実験室では白衣を必ず着用すること。実験中は保護眼鏡をかけること。
- ・薬品が手についた場合、すぐに手を洗い監督者の指示に従うこと。
- ・その他の実験上の注意事項は監督者の指示に従うこと。

注意事項

1. 指示があるまで、問題冊子を開かないで、以下の注意事項をよく読むこと。
2. 問題は1から3まで5ページにわたって印刷してあるので、最初に確認すること。
3. 机の上には、筆記用具、電卓（計算機能のみのもの）のみ置いてよい。電子辞書およびインターネットに接続できる端末の使用は認めない。その他の荷物は、邪魔にならないよう所定のロッカーに入れること。
4. 解答はすべて解答用紙に記入し、解答用紙だけを提出すること。
5. 解答用紙の決められた欄に参加番号を記入すること。
6. 途中で気分が悪くなった場合や、トイレに行きたくなった場合には、すぐに申し出ること。
7. 実験はチームで協力して行うこと。他のチームの実験操作を参考にしてはいけない。
8. 実験にあたっては、周囲の人の安全に十分に注意すること。
9. 実験中に器具が故障・破損したり、けがをしたりした場合には速やかに申し出ること。

みなさんの健闘を期待しています。

富山県 富山県教育委員会

このページに問題はありません

【使用できる器具や薬品】（ここにないものは使用できません）

◆各班に準備

カッター
千枚通し
金づち
ノギス
蒸発皿[大2, 小2]
時計皿
金網
ろ紙, 薬包紙
ろうと, ろうと台
ビーカー (100 mL 用 [2])
プラカップ [5]
ピンセット
ガラス棒[2]
洗浄びん (蒸留水が入っている)
メートルグラス (20 mL 用)
葉さじ[4]
るつぼばさみ
メスシリンダー (100 mL 用)
ケミカルスポイト(3 mL 用) [5]
保護眼鏡 [2]
廃液用ポリバケツ
付箋
簡易パレット (卵パック) [2]
実験用ガスコンロ
アントシアニン (食用色素)
新聞紙
チャック袋

◆実験室で準備

天然ゴム極うす手袋
蒸留水

◆テーブル毎で共用

電子天秤
岩塩
しょう油
ペーパータオル
塩酸 (0.1 mol/L)
水酸化ナトリウム水溶液 (0.1 mol/L)
白色粉末 (A・B・C)

※1 廃液は廃液用ポリバケツに貯めておくこと。一杯になったら, 廃液用ポリ
タンクに捨ててください。

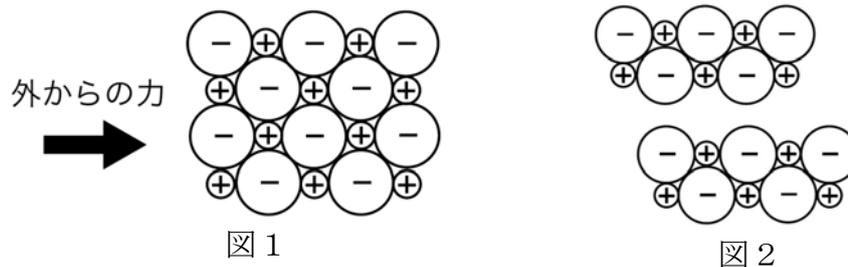
※2 器具の洗浄に水道の使用はできません。蒸留水で洗浄しなさい。

富山湾は日本でも深い湾の一つです。300メートル以深に存在する海洋深層水は、飲料水、アルコール飲料、水産加工食品、化粧品などに利用されています。今日は、この海洋深層水の主成分である塩化ナトリウムについて考えてみましょう。

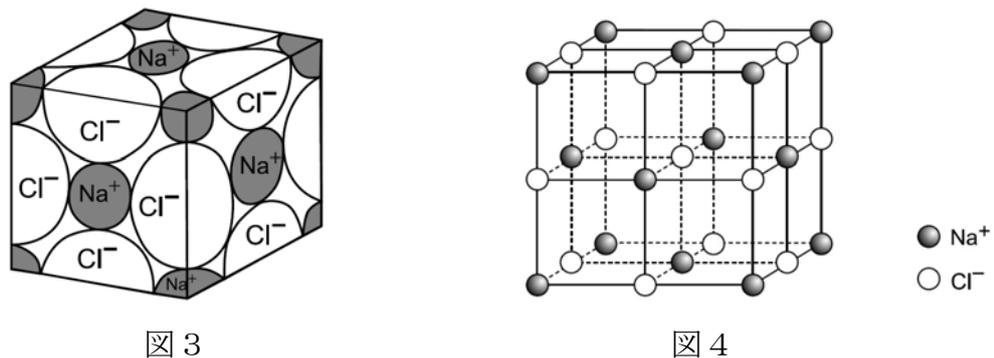
A先生：固体の塩化ナトリウムは、図1のように Na^+ と Cl^- が交互に規則正しく並び、静電的な力で引き合って結びついています。

Bくん：外から力を加えてこの配列をずらすと、どうなりますか。

A先生：図2のようにイオンの配列がずれると、同種のイオンどうしが向かい合い反発するので、結晶は特定の方向に割れて平らな面ができます。これをへき開かいといいます。



実際には、 Na^+ と Cl^- が上下左右に平面的に並んでいるのではなく、図3のように立体的な構造をしています。結晶内での粒子の配列のしかたを結晶格子といい、結晶格子の最小の繰り返し単位を単位格子といいます。図3は、塩化ナトリウムの単位格子で立方体のかたちをしています。イオン半径の比率のまま表していますが、内部構造を見やすくするために隙間を空けて表したものが図4です。単位格子について、もう少し詳しくみてみましょう。塩化ナトリウム結晶では、1個の Na^+ はその周りの何個の Cl^- と接していますか。



Bくん：6個です。 Cl^- もその周りの6個の Na^+ と接しています。

A先生：そうですね。次に、単位格子中の粒子の数を考えましょう。立方体の中心にある粒子は、単位格子にその1個を含んでいます。各面の中心にある粒子は、単位格子にその1/2個を含んでいます。それでは、各辺の中心及び各頂点にある粒子は、単位格子中に何個含まれますか。

Bくん：各辺の中心にある粒子は1/4個、各頂点にある粒子は1/8個含んでいます。

A先生：そうですね。

- 1 机上の岩塩は純粋な NaCl の結晶であると仮定します。この岩塩 58.5g あたりの Na^+ と Cl^- の組み合わせの個数を求めなさい。ただし、イオン半径は $\text{Na}^+ = 1.16 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 、 $\text{Cl}^- = 1.67 \times 10^{-8} \text{ cm}$ とし、 Na^+ と Cl^- は接しています。なお、岩塩の加工には、カッター、千枚通し、金づち、測定・計測にはノギス、電子天秤、計算機を用いなさい。

ノギスによる測定方法

ノギスは精密な測定工具です。図5に 150 mm まで測定可能なノギスと各部の名称を、図6に内径・外径の測定方法について示しました。

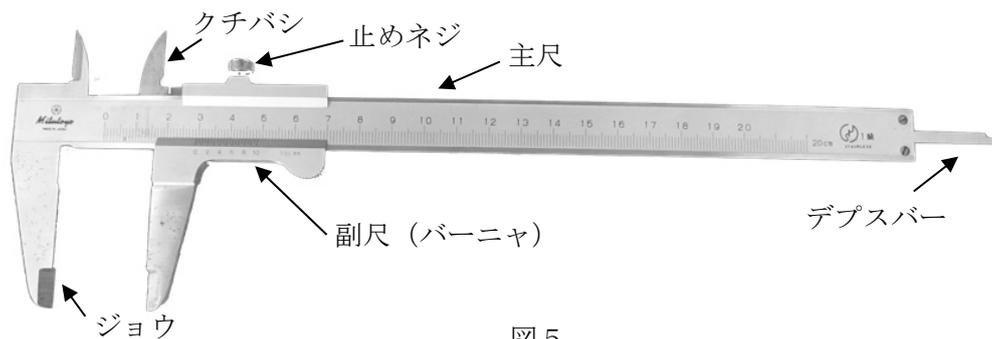


図5

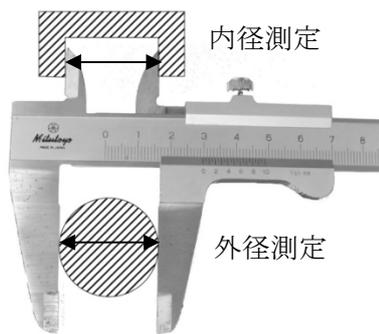


図6

■ 図7における目盛りの読み方

- (1) 副尺の0目盛より左側の最も近い主尺の目盛①を読む。12 mm となる。
- (2) 主尺の目盛りと一致した副尺の目盛②を読む。5.5 のところで一致しているので、0.55 mm となる。
- (3) (1) と (2) の値の合計が測定値となり、 $12 + 0.55 = 12.55 \text{ mm}$ である。

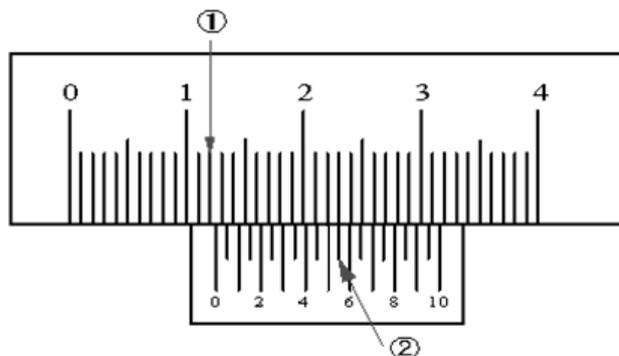


図7

② 岩塩の主成分である塩化ナトリウムは、しょう油の中にも含まれます。しょう油の中に含まれる純粋な塩化ナトリウムをできるだけ多く取り出し、その質量を求め、しょう油中の塩化ナトリウムの濃度を質量パーセント濃度で答えなさい。また、塩化ナトリウムを多く取り出すために工夫した点も解答用紙に書きなさい。ただし、しょう油には塩化ナトリウム以外の塩は含まれないものとします。取り出した塩化ナトリウムは、配布されたチャック袋に入れて提出しなさい。

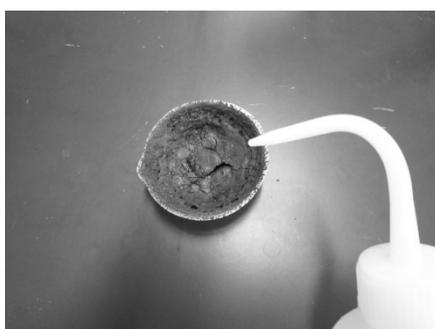
- ① 蒸発皿の質量をはかる。しょう油 2 mL をメートルグラスではかり、蒸発皿に入れ、その質量をはかる。
- ② 実験用ガスコンロで加熱して、しょう油から水分を蒸発させる。このとき、しょう油に含まれる有機物を炭化させる。
- ③ 蒸発皿を金網の上で放冷し、温度を下げた後、蒸発皿に蒸留水を加える。
- ④ ③の水溶液をろ過し、水に不溶な炭を取り除く。
- ⑤ ④で得られたろ液の水分を再度蒸発させ、純粋な無色(白色)の塩化ナトリウムを得る。
- ⑥ ⑤を葉包紙に移し、塩化ナトリウムの質量をはかる。
- ⑦ しょう油に含まれる塩化ナトリウムの濃度を質量パーセント濃度で求める。

$$\text{質量パーセント濃度}(\%) = \frac{\text{得られた塩化ナトリウムの質量 (g)}}{\text{しょう油の質量 (g)}} \times 100$$



操作②

しょう油を加熱して炭化させる



操作③

放冷後、蒸留水を加える



操作④

炭化した不純物をろ過して取り除く

3 ムラサキキャベツやムラサキ芋はアントシアニンという色素を持っており、pHによりその色は変化します。この性質を利用することにより、簡易指示薬として用いることができます。

問1 以下の試薬を用いて、pHが約1, 3, 7, 11, 13のアントシアニンの色見本(簡易指示薬)を作成し、簡易パレット(卵パック)にpHの小さい順に並べなさい。(図8)

色見本が完成したら、近くの監督者に報告し、写真撮影してもらいなさい。また、色見本の作り方と工夫した点を解答用紙に書きなさい。

(試薬)

蒸留水 (pH = 7) 0.1 mol/L の塩酸 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液
食用色素 (アントシアニン)

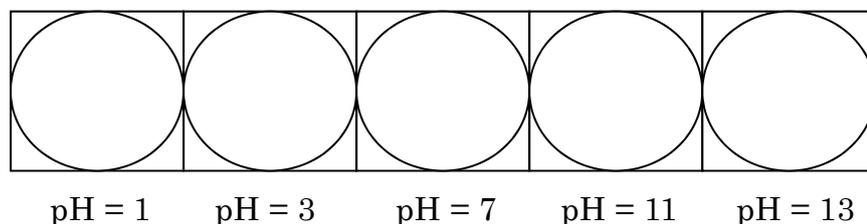


図8 簡易パレットの模式図

問2 白色粉末A~Cは以下の枠内のいずれかの物質である。問1の結果をふまえて、与えられた器具や試薬を用いて特定しなさい。また、特定に至った根拠を解答用紙に書きなさい。

・砂糖	・食塩	・重曹	・小麦粉	・アスコルビン酸 (ビタミンC)
-----	-----	-----	------	---------------------

