

とやま科学オリンピック **2022**

高 校

化学分野

実験問題

2022年8月11日(木)

時間:10時30分～11時50分 (80分)

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**5**ページあります。
3. 実験問題は、チームで協力して行います。解答用紙はチームで1部提出すること。
4. 机の上に置けるものは、「大会参加にあたって」で定められたものと、与えられた実験器具のみとします。
5. 解答はすべて解答用紙に記入し、解答用紙を提出すること。
6. 参加番号をレポート用紙の決められた欄に記入すること。
7. 観察・実験等にあたっては、薬品に直接触れないよう安全に十分に注意すること。
8. 実験中にけがをしたり、器具の故障・破損が生じたりしたときは速やかに申し出ること。
9. 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。

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

富山県は「水の王国」とよばれるほどの水環境を誇っています。立山連峰の雪解け水に源を発する5つの1級河川を含む大小310以上の川は、全国各地の大川と比べると勾配が急激であり、外国の大川とでは比較にならないほどの急流です。急流ゆえに降った雨はすぐに海へ流出しますが、これは川にとっては途中で汚染される間がなく、酸素による新陳代謝も活発で、水は常にきれいな状態であると言えます。

この豊富な水資源を背景に、様々なものづくり産業が発展してきました。

医薬品やアルミニウム、仏具などの銅器の製造など、全国でもトップクラスの規模を誇る様々な産業があります。また、今では閉鎖されていますが、鉱物資源も豊富で、昭和まで採掘が行われていた越中七金山（かねやま）のような鉱山もありました。

こうした富山県の資源と産業、環境について実験を通して考えてみましょう。

参考：富山県庁 HP 「水の王国とやま」
なぜ？ どうして？ ふるさととやまの自然・科学ものがたり 富山県教育委員会
立山黒部ジオパーク HP <https://tatekuro.jp/>



富山観光ナビフォトライブラリー 雨晴海岸から望む立山連峰⑤

1 次の文章を読み、実験を行ってあとの問いに答えなさい。

富山県の旧大山町には、千野谷黒鉛鉱山という鉱山が存在し、明治時代には国内で唯一の黒鉛を生産する鉱山として知られていました。黒鉛はグラファイトとも呼ばれ、ダイヤモンドと同じ炭素の同素体ですが、金属のような電気伝導性を持つことが知られています。鉛筆の芯は黒鉛（炭素棒）と粘土を混ぜて焼き固めて作られています。

〔使用する器具と試薬〕

- ・ 9V 電池
- ・ アルミホイル（必要なサイズに切って使用）
- ・ ろ紙
- ・ みのむしリード線（2）
- ・ プラカップのフタ
- ・ 鉄くぎ
- ・ 炭素棒（えんぴつの芯）
- ・ 提出用ビニール袋(参加番号を明記)
- ・ 食塩水
- ・ ヨウ化カリウム水溶液
- ・ デンプン水溶液
- ・ フェノールフタレイン溶液
- ・ ヘキサシアノ鉄（Ⅲ）酸カリウム水溶液

※ヘキサシアノ鉄（Ⅲ）酸カリウム水溶液は鉄（Ⅱ）イオン Fe^{2+} と反応して濃青色に変化する試薬です。

☆注意☆

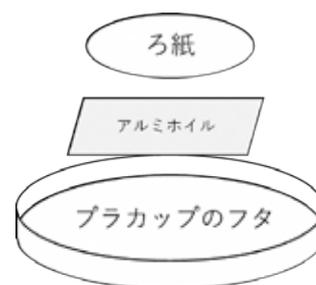
9V 電池につないだ電極同士は、危険ですので絶対に直接接触しないように、十分留意してください。

問 1

以下の手順で、鉄くぎとアルミホイルを電極として、ろ紙にしみこませた水溶液を電気分解し、①、②の問いに答えなさい。

<手順>

- (1) プラカップのフタ（シャーレ代わりに使用）の中にろ紙と同じくらいの大きさに切ったアルミホイルを置く。
- (2) アルミホイルの上にろ紙を置き、ヘキサシアノ鉄（Ⅲ）酸カリウム水溶液と食塩水を数滴たらし、ろ紙全体にしみこませる。



(3) 9V電池の正極と負極にそれぞれみのむしリード線をつなぐ。

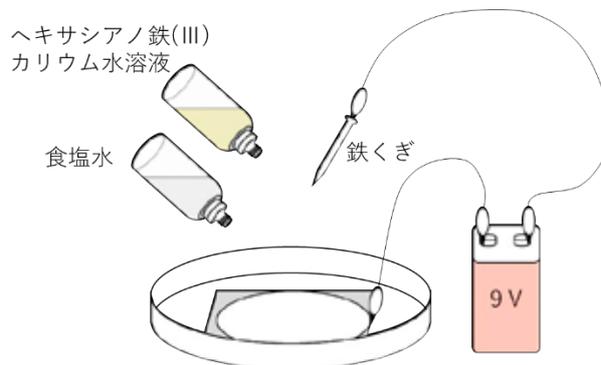
電池につないだ金属部分を接触させないこと。回路がショートし危険です。

(4) 電池の一方の極のクリップに鉄くぎをはさみ、もう一方の極のクリップで右図のようにろ紙とアルミニウムを挟み込む。

(5) 溶液をしみこませたろ紙の上で

鉄くぎの先をゆっくり移動させ、ろ紙の様子を観察する。

(変化が無ければ、正極と負極を逆につなぎ替えて、(5)の操作を行う。)



① 実験を行った結果、ろ紙に変化が現れた時の回路のつなぎ方とその変化を具体的に書きなさい。

② 上の手順では電気分解によって何から Fe^{2+} イオンが発生したのかがはっきりしない。鉄くぎから Fe^{2+} イオンが発生したことを証明するにはどのような手順で実験を行えば良いか。上の手順と同じ器具、試薬を使用して実験を行い、手順と結果を具体的に書きなさい。

問2

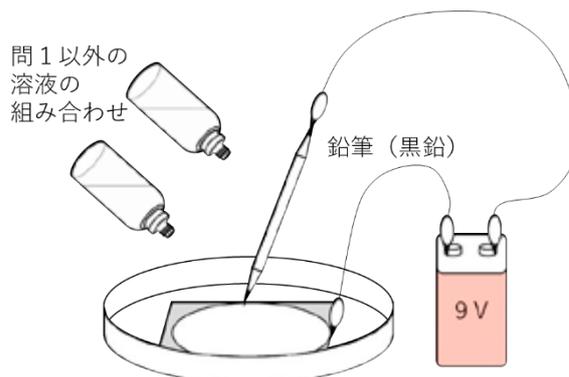
問1のように電気分解を利用して、ろ紙に色を付けたリ線を書いたりする方法は「電気ペン」として知られている。下の図のように一方の電極を両端を削った鉛筆（黒鉛）に変え、下の〔使用できる試薬〕から試薬を2つ組み合わせてろ紙の表面にはっきりと線が書ける「電気ペン」を作る実験をきなさい。実験の①手順（回路のつなぎ方）と試薬、②結果、そのようになったと考えられる③理由を答えなさい。

また、解答した手順の電気ペンで線を引いたろ紙を1つ、ビニール袋に入れて提出しなさい。※ビニール袋には参加番号を明記すること。

なお、鉛筆の線は電気ペンとは認めません。

〔使用できる試薬〕

- ・食塩水
- ・ヨウ化カリウム水溶液
- ・デンプン水溶液
- ・フェノールフタレイン溶液



2 次の文章を読み、実験を行って、あとの問いに答えなさい。

銅という金属は古くから利用されている金属です。

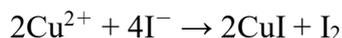
富山県においても高岡銅器は時代の流れや逆風に負けずに進化の道をたどってきました。一方で、産業廃棄物からの重金属イオンによる水質汚染も問題となりました。銅、鉄、水銀、鉛などの比重が4以上（基準は水を1として4倍以上重い）の金属を重金属といい、これらのイオン濃度が大きくなると魚毒性を示すなど、環境に悪影響を与えることが知られています。河川等の水質調査では、こうした汚染イオンの濃度を求めるために滴定操作が用いられています。

本実験では重金属イオンの一つである銅イオンの濃度を滴定によって求めてみます。

〔使用する器具、試薬〕

- ・ビュレット
- ・安全ピペッター
- ・ろうと
- ・洗びん（蒸留水）
- ・ヨウ化カリウム（葉包紙内）
- ・ 8.00×10^{-2} mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液
- ・10 mL ホールピペット (2)
- ・100 mL メスフラスコ
- ・小スポイト
- ・濃度不明 X [mol/L] の硫酸銅(II)水溶液
- ・100 mL ビーカー (1)
- ・プラスチックカップ (4)
- ・廃液入れ
- ・デンプン水溶液〔1〕のものを使用

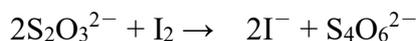
硫酸銅(II)水溶液に過剰量のヨウ化カリウムを加えると次の反応が起こります。



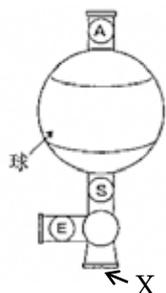
この反応が進行すると、ヨウ化銅(I)の乳白色沈殿が生成します。また、水溶液は生成したヨウ素により、茶褐色となっています。

(※ヨウ素は水に溶けにくいですが、ヨウ素と過剰のヨウ化物イオンによって生じる三ヨウ化物イオン I_3^{-} となって水に溶けることで茶褐色を示している。)

このヨウ素を、濃度の分かっているチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液で滴定すると、次の反応によりヨウ素がすべて消費されたところで、溶液は無色になります。



資料1：安全ピペッターの使い方

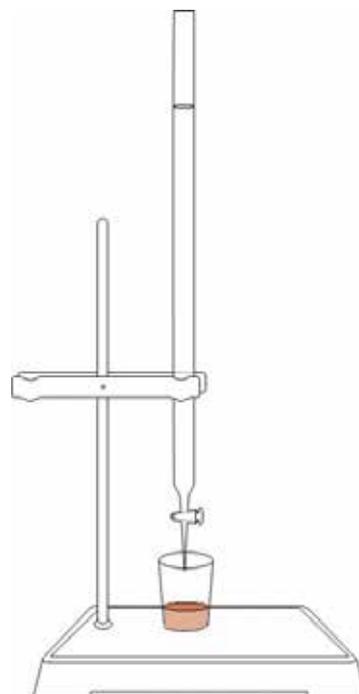


- ・液体を吸い取る器具（ホールピペット、メスピペット等）を X に差し込む。
- ※奥まで入れすぎて、E の穴をふさがないこと。（抜け落ちない程度まで差し込む）
- ・A のボタンを押しながら、球部をつぶして中の空気を追い出す。
- ・S のボタンを押しながら、液体を吸い上げる。
- ・E のボタンを押しながら、液体を排出する。

参照：実験化学テキスト 富山県理科学会 p3

<実験手順>

- ① 用意された硫酸銅(II)水溶液は濃度が高いため、10倍にうすめる。(希釈する)
- ② 希釈した硫酸銅(II)水溶液を10 mL 測りとり、プラスチックカップに入れる。
- ③ 0.600g のヨウ化カリウム (薬包紙に分けられている) を②に全て加え、約1分間振り混ぜる。
- ④ 8.00×10^{-2} mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液をビュレットに入れ、はじめの目盛りを解答用紙に記録する。
- ⑤ ビュレットからチオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下し、滴定中もプラスチックカップはよく振り混ぜる。
- ⑥ 滴定の終点近く、薄い黄色になったところでデンプン水溶液を2, 3滴加えると、うすい【ア】色になる。さらにチオ硫酸ナトリウム水溶液を加えて、色がヨウ化銅(I)の乳白色のみになったところを終点とする。
- ⑦ 終点の目盛りを記録し、その差(終点までの滴下量)を求める。
- ⑧ ②~⑦を繰り返し替えし、終点のデータを2回以上得る。



問1 <実験手順>の①について、硫酸銅(II)水溶液を正確に希釈するために使用する実験器具や操作を解答用紙に明確に記入し、実際に調製しなさい。

※ 使用する器具名とその扱い方、器具を使用する順序が示してあること。

問2 <実験手順>⑥の空欄【ア】に当てはまる色を記しなさい。

問3 終点の結果を2回以上求める理由を答えなさい。

問4 滴定操作④~⑦において、注意する点を3つ答えなさい。(問3の答えと重複しないこと)

問5 実験で得られた結果をもとに硫酸銅(II)水溶液の濃度 X [mol/L] を求めなさい。計算手順なども含めて解答用紙に記しなさい。

