

# とやま科学オリンピック 2015

## 化 学

(高校部門)

2015年8月12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こと。
2. 問題は①から③まで6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。解答用紙の決められた欄に参加番号を記入すること。
5. 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。
6. 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。
7. 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。
8. 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

必要ならば、原子量は以下の値を用いること。

H : 1.0      C : 12.0      O : 16.0      I : 126.9

【使用できる器具や薬品】（ここにはないものは使用できません）

◆各班に準備

ガラス棒 [2]  
プラスチックコップ [5]  
洗浄びん [1]（蒸留水が入っている）  
メスシリンダー（100mL用 [1]）  
ビーカー（50mL用 [2]、100mL用 [2]）  
ケミカルスポイト（3mL用 [2]、5mL用 [3]）  
試験管 [5]、試験管立て [1]  
ゴム栓  
薬さじ [2]  
安全ピペッター [1]  
ホールピペット（10mL用 [2]）  
メスフラスコ（100mL用 [3]）  
ビュレット（25mL用 [1]）  
ビュレット台 [1]  
ろうと [1]  
乳鉢 [2]、乳棒 [2]  
保護眼鏡 [2]  
ストップウォッチ [1]  
廃液用ポリバケツ  
付箋  
希ヨードチンキ溶液（A液） [1]

◆テーブル毎で共用

電子天秤  
かなづち  
薬包紙  
オキシドール（3%過酸化水素水）  
デンプン水溶液（1%）  
エタノール  
ペーパータオル

※ 廃液は廃液用ポリバケツに貯めておくこと。器具の洗浄は係の指示に従うこと。

富山県といえば「くすりの富山」と言われるように、昔から薬が有名です。人口1人当たりの医薬品生産金額、製造所数、製造所従業員数はどれも全国第1位（平成25年現在）であり、富山県を代表する産業となっています。（パンフレット『くすりの富山県』（平成27年3月発行）より）

さて、薬と言ってもいろいろな薬があります。飲み薬・貼り薬・ぬり薬・注射する薬など様々です。

ところで、みなさんはヨードチンキという薬を知っていますか。今は無色の消毒薬が多いですが、以前は家庭でも傷口の消毒にヨードチンキを使用していました。手術の際に使用されることが多い褐色の消毒薬は、これに似た薬が使われています。色が褐色なのは、殺菌効果のあるヨウ素 $I_2$ が含まれているためです。のどの調子が悪いときには、「うがい薬」でうがいをしたり「のど飴」をなめたりしますが、このうがい薬にも褐色のものがあります。やはりヨウ素 $I_2$ が含まれていて、のどの殺菌をしていると考えられています。

今日の実験の主演は、この「ヨードチンキ」と「のど飴」、そしてこれも消毒で使用する「オキシドール」です。



図1 【銅像】富山のくすりやさん(富山駅前)

1 「のど飴」と「うがい薬」を同時に使用すると、褐色が消えてその効果が弱くなる場合があります。実際に時計皿にうがい薬をとり、その中にのど飴をおいて観察すると、図2のようにうがい薬の褐色が消えていきます。

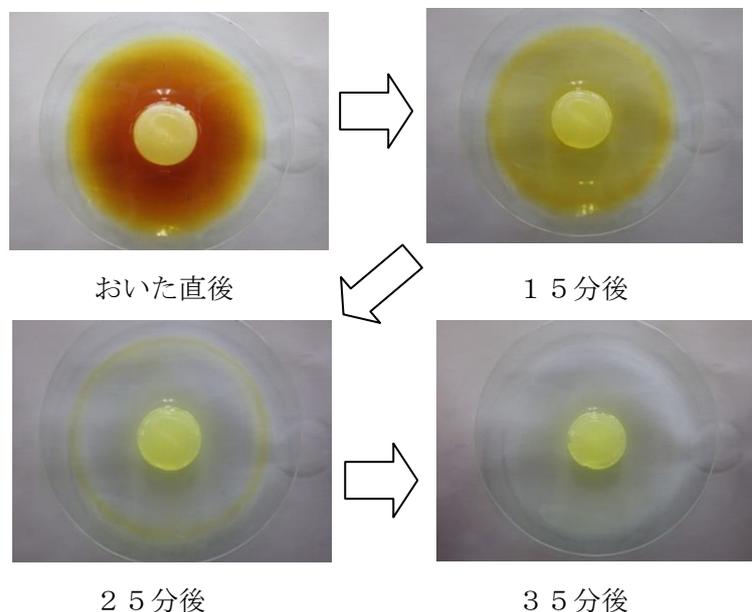


図2 のど飴とうがい薬の反応

実は、すべてののど飴でこの変化が起こるわけではありません。のど飴にビタミンC（アスコルビン酸）という成分が含まれている場合、図3のような反応が起こり、ヨウ素  $I_2$  の褐色が消えるのです。

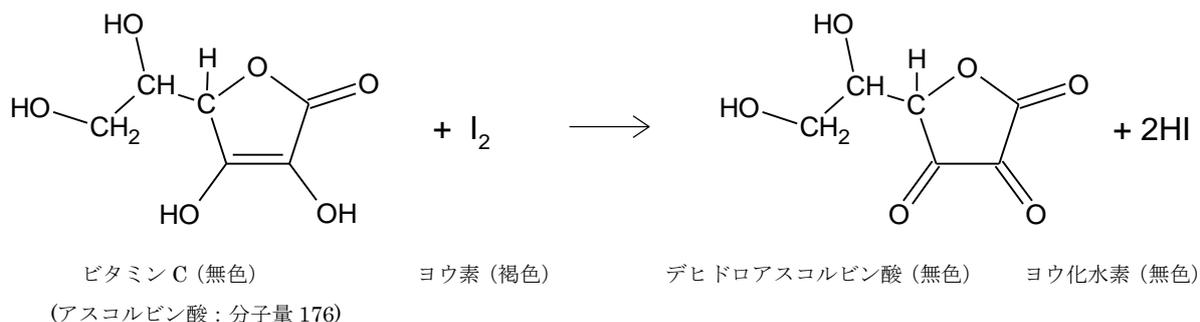


図3 ビタミンCとヨウ素との反応

机上の希ヨードチンキ溶液にも、うがい薬と同様にヨウ素  $I_2$  が含まれており、ビタミンCと1:1で反応します。この反応をもとに、希ヨードチンキ溶液に含まれるヨウ素  $I_2$  の量を求めてみましょう。

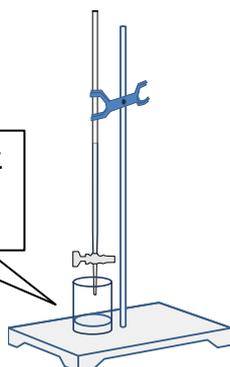
次の実験手順に従い、濃度が既にわかっているビタミンC溶液を使って、希ヨードチンキ溶液に含まれるヨウ素  $I_2$  のモル濃度を求めなさい。また、計算過程や留意したことを解答用紙に記入しなさい。

**【実験手順】**

- ① 希ヨードチンキ溶液 (A 液) を正確に 10.0mL 測り取り、メスフラスコに入れます。
- ② ①の溶液に、ケミカルスポイトでエタノールを約 5mL 入れた後、蒸留水で薄めて正確に 100mL 溶液 (B 液) を作り、よく攪拌します。その溶液 (B 液) をビュレットに入れます。  
※エタノールは、ヨウ素  $I_2$  の沈殿を生じにくくさせるために入れます。
- ③ 机上にある 0.0100mol/L のビタミンC標準溶液を正確に 10.0mL 測って、プラスチックコップに入れます。
- ④ ③の溶液をビュレット内の溶液 (B 液) で滴定します。
- ⑤ 滴定していくと、最初はすぐに褐色が消えます。終点に近づくと消えにくくなりますが、混ぜると消えます。混ぜても褐色が消えなくなったところを終点とします。

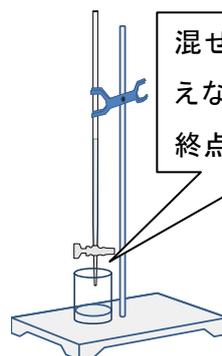
[ 滴 定 中 ]

滴定中はすぐに  
褐色が消える



[ 終 点 ]

混ぜても褐色が消えなくなるところを終点とする



- 2** 机上に、ビタミンC入りの2種類のだらみ (X と Y) とプラスチックコップに入った 50mL の清涼飲料水 Z があります (図4)。X、Y、Z のビタミンC含有量を調べて、多い順に並べなさい。また、その際の実験手順と結果を解答用紙に記入しなさい。ただし、のだらみや清涼飲料水の成分のうち希ヨードチンキ溶液の色を消す働きをするものはビタミンCだけとする。

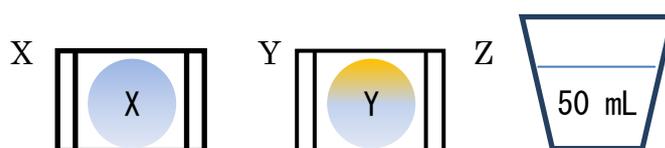


図4 ビタミンC入りの試料X, Y, Z

**3** 実験**1**や**2**では、ヨウ素  $I_2$  があるかどうかは、溶液が褐色かどうかで判断することができました。ここではさらにデンプン水溶液を加えて紫色にすることでヨウ素  $I_2$  の存在を判断しやすくします。皆さんがよく知っている有名な「ヨウ素デンプン反応」です。

これまでの実験における滴定中の無色透明な溶液に、デンプン水溶液とオキシドール（3%過酸化水素水）

を加えると、図5のように少し時間がたってから紫色

に変化します。化学反応の中には、瞬時に反応するものもあれば、このようにゆっくりと進むものもあるのです。

変色までの時間は、試薬の混ぜる量や温度などの条件で変わりますが、条件を統一すれば再現性良く一定時間後に色を変えることができます。

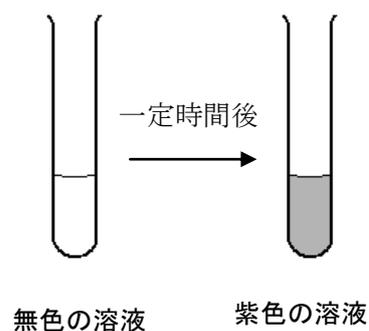


図5 反応の様子

次のページの実験手順に従って、反応開始の合図からちょうど 30 秒で無色から紫色に変わる反応条件を探し、再現しなさい。

再現できた条件を、解答用紙に書きなさい。また、答えにたどり着くまでの過程を解答用紙に記録しなさい。

(試行のために使用した溶液は廃液用ポリバケツに入れ、試験管は蒸留水で洗って何回でも使用してもよいこととします。)

## 【実験手順】

- ① 希ヨードチンキ（A液） 1 mL を試験管にとります。
- ② ビタミン C 入り清涼飲料水を希ヨードチンキ溶液の褐色が消えるところまで少しずつ加えます。
- ③ さらに 1%デンプン水溶液を加え、全体をよく混ぜます。

[この時点で反応時間を測る準備をしておきます。]

- ④ オキシドール（3%過酸化水素水）を、ケミカルスポイトなどで適量準備しておきます。オキシドールを加えた後すぐに試験管にゴム栓をし、逆さまにして元に戻してください。そのときを反応開始とします。
- ⑤ 反応開始後は試験管立てに静置してください。溶液全体が紫色に変色するまでの反応時間を監督者が測定します。

※ 希ヨードチンキ溶液（A液）以外の試薬の量は自由に変えて良い。

（注）反応の再現準備ができたなら、監督者に申し出てください。

- ・ 反応開始と反応終了を次のように設定します。
  - 反応開始・・・試験管にゴム栓をつけた後、いったん逆さまにして元に戻したとき
  - 反応終了・・・溶液全体が紫色に変色したとき
- ・ 反応開始から終了までに要した時間を監督者がストップウォッチで測定します。
- ・ 3回までチャレンジを認めます。30秒に一番近いものを採用してください。