

とやま科学オリンピック 2018

化 学

(高校部門)

2018年8月9日(木)

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 [] 内は数

ガラス棒 [2]

プラスチックコップ大 [5], 小 [5]

洗浄びん [1] (蒸留水が入っている)

メスシリンダー (100 mL 用 [1])

ビーカー (100 mL 用 [2])

ケミカルスポイト (3 mL 用 [1]、5 mL 用 [1])

薬さじ [2]

安全ピペッター [1]

ホールピペット (10 mL 用 [1])

メスフラスコ (100 mL 用 [1])

ビュレット (25 mL 用 [1])

ビュレット台 [1]

ろうと [2], ろうと台 [1]

乳鉢 [1], 乳棒 [1]

保護眼鏡 [2]

廃液用ポリバケツ

ろ紙, 薬包紙, 付箋, 鉛筆

フェノールフタレイン

薄層クロマトグラフィー用プラスチックシート (TLC シート)

爪楊枝, スクリュー管, 定規, ピンセット [2],

展開溶媒 (n-ブチルアルコール : エチルアルコール : 0.5 mol/L 酢酸 = 6 mL : 2 mL : 3 mL)

頭痛薬, 入浴剤, プラスチック片 A~D, 食塩

0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液,

◆テーブル毎で共用

電子天秤,

エタノール

ペーパータオル

セロハンテープ

色素試料 4 種

※ 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。

富山県は「くすりの富山」と言われるほど古くから薬業が盛んで、現在では医薬品生産金額，従業者数，製造所数の3つの項目で日本一となっています（平成27年）。

富山の薬業が全国的に有名になった背景には、300年の歴史と伝統を有する地場産業である薬の配置販売があります。薬をあらかじめ家庭に預けておき、必要になったときに使ってもらい、代金は後からいただく「先用後利」という独特な商法は、医療が十分でなかった時代から日本中の人々の保健衛生の向上に貢献してきました。

また、薬業の発展に伴い、その周辺産業も発展しました。例えば、江戸時代から富山の地場産業であった和紙業のおかげで丈夫な楮（こうぞ）紙が薬の包み紙に使用されてきました。また、薬の能書（のうしょ）やおまけの版画類、紙風船等には様々な印刷が行われ、印刷加工技術も発展しました。薬を入れる紙箱やプラスチック製の配置箱、薬の包装なども発展しました。

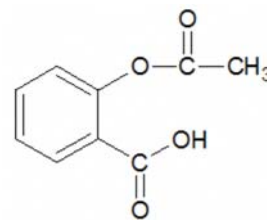
このように富山県の産業を支えてきた薬の成分や薬を取り巻く素材についてその性質を調べてみましょう。

写真提供元 （一社）富山県薬業連合会

「100の指標 統計からみた富山 平成28年度版」



- 1 頭痛や歯痛の時に服用する解熱鎮痛剤には、主な薬効成分としてアセチルサリチル酸が含まれているものがありますが、それ以外にも胃の調子を整える成分や薬効成分を固めるためのデンプン等が加えられています。



アセチルサリチル酸
分子式 $C_9H_8O_4$

解熱鎮痛剤 1錠中のアセチルサリチル酸をできるだけ多く取り出し、1錠中に含まれるアセチルサリチル酸の質量百分率を有効数字2桁で求めなさい。また、より正しい値を求めるために工夫した点も解答用紙に書きなさい。ただしこの解熱鎮痛剤 1錠に含まれる酸は、アセチルサリチル酸だけとします。

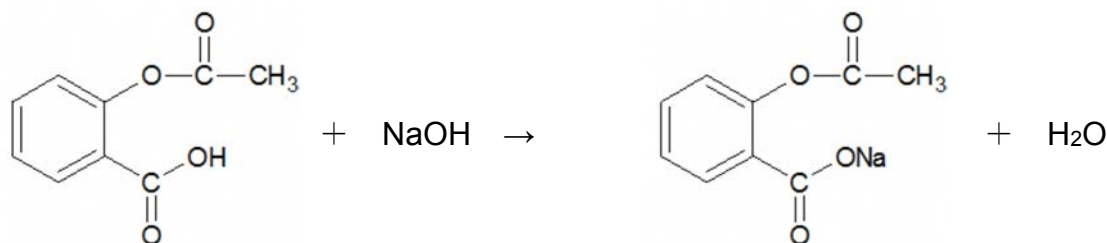
また原子量は次の値を用いなさい。 $H=1.0$, $C=12$, $O=16$

- ① 解熱鎮痛剤 2錠の質量をはかる。
- ② 乳鉢で錠剤をよくつぶしてその粉をビーカーに取り、エタノールを加えてアセチルサリチル酸を溶かし出す。
- ③ ②の溶液をろ過した後、100 mL メスフラスコに入れ、さらにエタノールを加えて正確に 100 mL とする。

※ ろ過は、エタノール溶液の白い濁りを減らすための操作である。ろ液に多少の濁りが残っても差し支えない。

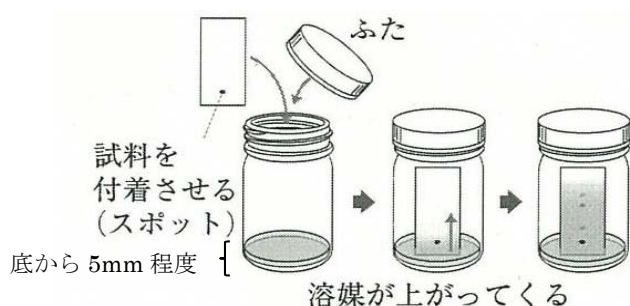
- ④ ③で得られた溶液 10 mL をプラスチックコップ (大) にホールピペットで取り、フェノールフタレイン溶液を加えて、0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから滴下して中和滴定する。ビュレット中のフェノールフタレインの微赤色が約 20 秒消えなければ終点とする。

なお、この中和反応ではアセチルサリチル酸は1価の酸としてはたらいっており、以下の反応をしているものとする。

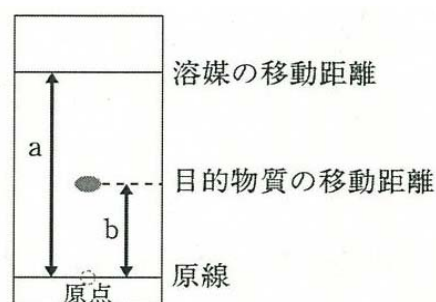


② 富山県には、入浴剤を作っている薬品会社もあります。入浴剤には、無機塩類、酵素類、保湿剤、着色剤、香料等などが含まれています。着色剤の1つである色素や香料は、入浴で得られるリラックス感を促進し、楽しく入浴できるように添加されています。それでは、薄層クロマトグラフィーによる以下の方法で、入浴剤中に含まれている色素の種類を調べてみましょう。

薄層クロマトグラフィーは、ガラスやプラスチックの上に、シリカゲルなどの粉末を薄く塗った薄層を用いて行うクロマトグラフィーです。試料中に含まれている色素のうち、シリカゲルなどの吸着剤に親和性の強い成分ほど、溶出されて移動する割合が少なくなります。Rf 値は次式で表され、展開溶媒、温度などの条件が同じなら、色素の種類によって一定値となります。



【図1】薄層クロマトグラフィー



【図2】R_f 値



$$\text{Rf 値} = \frac{\text{原点から移動した目的物質の中心までの距離 (b)}}{\text{原点から移動した溶媒の先端までの距離 (a)}}$$

【操作】

- ① 薄層クロマトグラフィー用プラスチックシート（以下 TLC シート）に、定規と鉛筆を用いて下から 1 cm のところに原線を書く。
 ※原線は TLC シートを傷つけないように薄く書く。
 ※TLC シートを持つときは両端を指で持ち、表面を触らない。
- ② 入浴剤溶液、色素試料 4 種（赤 3，赤 106，青 1，黄 4）を爪楊枝の先にそれぞれつけ、原線の上に乾かしながら繰り返して濃くつける（この点を原点という）。
- ③ 原線側の TLC シート端を、展開槽中の展開溶媒（n-ブチルアルコール：エチルアルコール：0.5 mol/L 酢酸＝6 mL：2 mL：3 mL）に静かにつける。
 ※ 原点が展開溶媒に浸らないよう注意する。
 ※ TLC シートの下端が展開溶媒の液面と平行となるようにつける。
 ※ 1 枚の TLC シートに打つスポットの数は、2～3 が好ましい。

- ④ ただちに静かにふたをして静置する。
- ⑤ 展開溶媒が、TLC シートの上部残り 1 cm くらいまで上がったら TLC シートを取り出し、ただちに展開溶媒が上がった位置(前線)と各色素の周囲に鉛筆で印をつけ、各色素の中心を決める。

【以下の結果や考察について,解答用紙に記入しなさい。】

- 1 入浴剤溶液,色素試料4種(赤3,赤106,青1,黄4)の展開結果を貼付しなさい。
- 2 各色素と展開溶媒の移動距離を表にまとめなさい。ただし,定規の目盛りは1/10まで読むこと。
- 3 Rf 値をそれぞれ求めなさい。ただし,Rf 値は小数点以下第2位まで求めること。
- 4 入浴剤に含まれる色素の種類を特定しなさい。また,特定に至った理由を書きなさい。

また,実験時に工夫した点を書きなさい。

3 薬のパッケージにはプラスチックが利用されています。プラスチックには多くの種類があり、種類によって性質が異なります。その性質の一つに固有の密度があります。密度の違いを利用してプラスチックを区別することができます。この方法はリサイクル工場におけるプラスチックの分別にも利用されています。

様々なプラスチックを密度の違いを利用して分類してみましょう。4種類のプラスチックA～Dを資料1・資料2をもとに実験を行い、ポリプロピレン (PP)・ポリエチレン (PE)・ポリスチレン (PS)・ポリ塩化ビニル (PVC) に分類し、解答用紙に名称を記入しなさい。また、どのような方法でそのような結果に至ったのか実験方法も書きなさい。ただし、プラスチックAは三角形、Bは正方形、Cは円、Dはひし形である。また、溶液を使用する際は指定されたプラスチックコップ (小) を用いて実験を行うこと。

[資料1]

プラスチックの密度

プラスチックの名称	密度[g/cm ³]
ポリプロピレン (PP)	0.90～0.91
ポリエチレン (PE)	0.92～0.97
ポリスチレン (PS)	1.03～1.06
ポリ塩化ビニル (PVC)	1.16～1.58

[資料2]

液体の密度

液体の名称	密度[g/cm ³]
エタノール	0.789
水	1.00
飽和食塩水 (食塩が析出している水溶液)	1.15～1.16