



# 第6回 科学の甲子園ジュニア 全国大会

## 実技競技①

### 「溶解熱はふたつある～発熱と吸熱～」

#### 問題用紙

(競技時間 90 分)

#### ■注意事項

1. 指示があるまでは、冊子を開かないこと。
2. 筆記用具以外（携帯電話や外部と接続可能なスマートウォッチ等の電子機器を含む）は机上に置かないこと。
3. 競技開始の合図で、まず冊子の全ページが印刷されていることを確認すること。競技中に冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁に気づいたときは、手を挙げて監督に申し出ること。  
次に、問題・実験の手引き・解答用紙の所定の欄に、都道府県名とチーム番号を記入すること。  
解答用紙の2枚目以降には、チーム番号を記入すること。
4. 競技を始める前に、試薬や器具類がすべてそろっていることを確認し、過不足や不具合があった場合は、監督に申し出ること。実験により不足した場合の補充は原則としておこなわない。
5. 試薬や器具類の取り扱いには十分に注意すること。実験中は白衣、保護メガネ、実験用手袋を着用すること。
6. 怪我や体調不良、試薬が大量に体につくなどトラブルが生じた場合は、すぐに手を挙げて監督に知らせること。トイレに行くときも同様である。
7. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
8. 競技中の質問は受け付けない。
9. 競技終了の合図まで、監督の許可なしに、会場の外に出ないこと。
10. 競技終了後、冊子はすべて回収する。

|       |  |            |  |
|-------|--|------------|--|
| 都道府県名 |  | チーム<br>番 号 |  |
|-------|--|------------|--|

## 科学の甲子園ジュニア

### 【はじめに】

固体の物質が水に溶解する際に、溶液の温度が上がったり（発熱という）、温度が下がったり（吸熱という）するときの熱量を溶解熱といいます。これらの現象は食品の加熱剤や熱を冷ます冷却剤として私たちの身近にも利用されています。ある物質を温める（あるいは冷ます）とき、物質の質量や体積が同じでも温まる（あるいは冷める）速さに差がでます。これは物質によって比熱が異なるためです。比熱とは、物質 1.0 g の温度を 1℃ 上げるのに必要な熱量（単位はジュール，J）で、次の式で表すことができます。

$$\text{比熱 [J/(℃} \cdot \text{g)]} = \frac{\text{加えた熱量(J)}}{\text{温度差(℃)} \times \text{物質の質量(g)}}$$

この競技では与えられた物質が、1.0 g あたりどれくらい溶液を温めたり、冷却したりできるのかを実験により調べることを目的とします。

チームで分担を決めるなど協力し合って、効率よく、そして安全に気をつけて競技に取り組んでください。

### 【実験】

塩化カルシウム，硝酸アンモニウムをそれぞれ 0.5 g，1.5 g，3.0 g を用いて溶解熱を測定する。

《実験装置》



## 実験方法

- (1) 回転子の入った反応容器に純水を 9.5 mL 入れ、温度計の先が液に浸るように挿入してスターラー上にセットし回転子を回転させる。この時の温度を記録する。
- (2) 塩化カルシウムを秤量皿ひょうりょうざらに 0.5 g はかりとり、容器の蓋ふたを開け一気に加える。ただし、実際にはかりとった値は計算用紙に記入すること。
- (3) 加えた瞬間を 0 分とし、溶液の温度を 15 秒ごとに 1 分間記録し、その後 30 秒ごとに計 4 分間記録する。
- (4) 同様の実験を塩化カルシウム 1.5 g と純水 8.5 mL、塩化カルシウム 3.0 g と純水 7.0 mL の組み合わせでおこなう。
- (5) 同様にして硝酸アンモニウム 0.5 g と純水 9.5 mL、硝酸アンモニウム 1.5 g と純水 8.5 mL、硝酸アンモニウム 3.0 g と純水 7.0 mL を用いて実験をおこなう。

## 【課題】

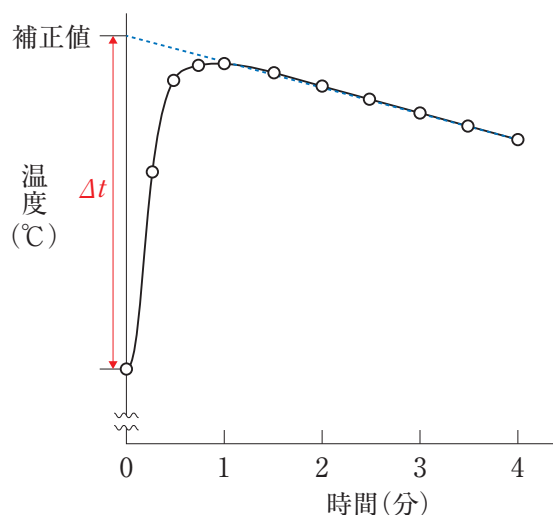


図 発熱反応のグラフの例

## グラフの作成

- (1) 得られたそれぞれのデータについて横軸に時間を、縦軸に温度をとってグラフを作成する。また、グラフの下書きに方眼紙を自由に用いてよい。
- (2) 塩化カルシウム、硝酸アンモニウムでそれぞれ 1 つのグラフに濃度の異なる 3 つのデータを色分けして記入すること。色分けは次のとおりとする。

溶解した物質：0.5 g … 黒， 1.5 g … 赤， 3.0 g … 緑

- (3) 上図に示したように（発熱反応の例），点線（青色の補助線）が縦軸と交差する点の温度を、混合時間 0 分における溶液の温度の補正值とする。作成したグラフから温度差  $\Delta t$  を求めよ。
- (4) 次にグラフから求めたそれぞれの物質の  $\Delta t$  を縦軸に、質量パーセント濃度を横軸にとり、それぞれの測定した物質ごとにグラフを作成する。水の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。

【問題】 作成したグラフを参考にして、以下の問1～4に答えよ。ただし、水および水溶液の比熱はいずれも  $4.2 \text{ J}/(\text{C} \cdot \text{g})$  とし、水溶液の濃度によらず比熱は一定とする。

問1 塩化カルシウム、硝酸アンモニウムの  $1.0 \text{ g}$  あたりの溶解熱 ( $\text{J}/\text{g}$ ) をそれぞれ計算せよ。小数点第1位を四捨五入して整数で答えよ。

問2 グラフの作成に示した(3)のような補正を行う理由を発熱反応の実験で説明せよ。

問3 塩化カルシウムを用いて  $15 \text{ C}$ 、 $20 \text{ g}$  の純水を補正值の温度で  $75 \text{ C}$  とするには何  $\text{g}$  の塩化カルシウムが必要か。四捨五入して小数点以下第1位まで答えよ。

問4 硝酸アンモニウムを用いて  $20 \text{ C}$ 、 $15 \text{ g}$  の純水を補正值の温度で  $5 \text{ C}$  とするには何  $\text{g}$  の硝酸アンモニウムが必要か。四捨五入して小数点以下第1位まで答えよ。

【用意されている試薬と材料・器具】

1. 試薬

- 塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$  ( $10 \text{ g}$ )
- 硝酸アンモニウム  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ( $10 \text{ g}$ )
- 純水 ( $500 \text{ mL}$  の洗ビンに入っている)

2. 材料と器具

- プラスチック製反応容器
- 発泡スチロール (保温用)
- デジタル温度計
- 回転子 (赤・青)
- スターラー
- スタンド
- メスシリンダー ( $10 \text{ mL}$ )
- ポリスポイト
- ミニカップ (ミニビーカー)
- ピンセット
- スパチュラ (葉さじ)
- 秤量皿<sup>ひょうりょうざら</sup>
- 電子天秤
- 取手付ポリビーカー (廃液用)
- キムワイブ<sup>®</sup>
- ストップウォッチ
- 電卓
- 定規

- 方眼紙
- 4色ボールペン
- カラーテープ（赤・青）
- 白衣
- 保護メガネ
- 実験用手袋
- ポケットウェットティッシュ

➤ 実験上の注意

- ・ 競技が始まる前に必ず白衣，保護メガネを着用し，実験中は実験用手袋を着用すること。
- ・ 1つの測定が終わったら，回転子をピンセットで取り出し，反応容器の溶液は取手付ポリビーカーに捨てる。反応容器，温度計，回転子は洗ビンの水ですすぎ，キムワイブで水を拭き取ってから次の実験に使うこと。
- ・ 発熱反応の実験では，反応後の反応容器が高温になるので，廃棄の際は十分に気を付けること。特に，反応容器の蓋ふたを開ける時には，容器内の溶液が飛び散らないように慎重に扱うこと。
- ・ 測定は試薬のある限り，何度繰り返しても良い。

