**Навчально-дослідницька робота №9**

**Тема роботи:** ***Дослідження теплових властивостей тіосульфату натрію***

***Завдання дослідження:***

1. Визначити температуру плавлення тіосульфату натрію.
2. Визначити питому теплоту плавлення тіосульфату натрію.

***Обладнання:*** штатив з кріпленнями, мобільна лабораторія NOVA5000 або аналогово-цифровий перетворювач NOVA LINK, датчик температури DT029, калориметр, склянка, магнітний перемішувач з підігрівом, посудина з водою кімнатної температури, електронні терези, скляна паличка.

***Теоретична частина***

Тіосульфат натрію (антихлор, гіпосульфіт, сульфідотріоксосульфат натрію) - Na2S2O3 або Na2SO3S, сіль натрію і тіосірсаної кислоти, утворює кристалогідрат Na2S2O3 · 5H2O.

Температуру переходу кристалічної речовини з твердого стану у рідкий називають температурою плавлення **tп**. Процес плавлення кристалічних тіл супроводжується сталістю температури. Саме на визначенні характеру зміни температури тіла під час його нагрівання ґрунтується дана дослідницька робота. Тіосульфат натрію – кристалічна речовина з низькою температурою плавлення. Плавно розгріваючи її на водяній бані та фіксуючи графік зміни температури пропонується визначити температуру плавлення. Враховуючи, що цей процес супроводжується нагріванням посудини в якій знаходиться тіосульфат повної стабільності температури при плавленні відбуватися не буде. Проте на графіку зміни температури чітко помітна температурна пауза, яка і буде орієнтиром для виконання першого завдання дослідження.

Питомою теплотою плавлення речовини називають відношення кількості теплоти витраченої на процес плавлення Q до маси речовини, що плавиться m

(1).

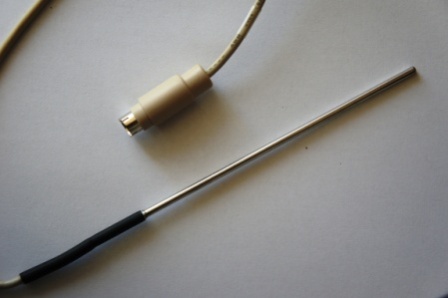
Зворотнім до плавлення є процес кристалізації. Він супроводжується виділенням тепла. Розплав тіосульфату натрію при повільному остиганні може бути переохолодженим то температур значно нижчих ніж температура плавлення. Проте процес кристалізації тіосульфату можна активізувати з переохолодженого стану механічним шляхом – невеликим перемішуванням, або додаванням кришталику речовини. Старт процесу відбувається за рахунок створення центру кристалізації. Процес кристалізації з переохолодженого стану відбувається лавиноподібно, з виділенням великої кількості теплоти. Надалі це призводить до повернення у розплавлений стан. Проте кристалічний стан речовини на цьому етапі все ж буде спостерігатися невеликий час. Для виконання другого завдання дослідження необхідно виміряти кількість теплоти, що буде віддана розплавом під час лавинної кристалізації. Відношення цієї кількості теплоти до маси тіосульфату є шуканою величиною. Для визначення кількості відданої теплоти під час кристалізації пропонується використати калориметричний метод, вимірюючи зміну температуру невеликої кількості води у внутрішньому стакані калориметра. Виходячи з рівняння теплового балансу по завершенню теплообміну питома теплота плавлення розраховується за виразом:

(2), де св= 4200 Дж/кгК – питома теплоємність води, mв - маса води у калориметрі, Δt – зміна температура води у калориметрі, mт – маса тіосульфату.

Для визначення температури плавлення тіосульфат натрію поміщується у пробірку, яка вміщується у склянку з водою, що підігрівається на магнітному перемішувачі. Температура фіксується за допомогою температурного датчика DT029. Після повільного охолодження розплаву пробірка переноситься у калориметр та невеликим поштовхом активується процес кристалізації.

При виконанні дослідження використовується мобільна лабораторія NOVA5000 з датчиком температури DT029.

***Детальний опис датчика температури DT029***

 Датчик температури (-25 °C – 110 °C) може під’єднуватися до реєстраторів даних Nova5000, MultiLogPRO або TriLink. Датчик температури є простим, надійним датчиком із нержавіючої сталі. Він під’єднується безпосередньо до реєстратора даних за допомогою стандартного кабелю mini-DIN. Датчик температури вкритий захисним ізоляційним матеріалом, що робить його більш надійним та міцним, аніж звичайний скляний термометр, на заміну якого він розроблений.

Завдяки широкому діапазону (-25 °C – 110 °C) датчик можна застосовувати у якості термометра для проведення досліджень з хімії, фізики, біології, науки про землю та оточуюче середовище і він найкраще підходить для здійснення вимірювань температури води та інших хімічних розчинів.

***Принцип роботи***

Датчик температури (-25 °C – 110 °C) під’єднується безпосередньо до реєстратора даних. Термочутливий елемент отримує вхідну напругу 5 В і повертає вихідну напругу, пропорційну до виміряної температури та у діапазоні 0-5 В, який є прийнятним для аналого-цифрового перетворювача реєстратора даних. Потім реєстратор даних запам’ятовує отримане значення.

***Характеристики датчика***

|  |  |
| --- | --- |
| Діапазон | -25 °C – 110 °C  -13 °F – 230 °F  263 К – 383,15 К |
| Діапазон для реєстраторів MultiPRO або TriLink | -25 °C – 110 °C  -13 °F – 230 °F |
| Точність | ±2 % від повного діапазону |
| Роздільність 12-біт | 0,03 °C |
| Частота замірів за замовчуванням | 10 замірів на секунду |
| Час відклику (для 90% змін у показаннях) | 20 секунд у рідині  40-60 секунд у повітрі |
| Сенсорний елемент | Розміщений всередині наконечника датчика |
| Рекомендоване застосування датчика | Застосовуйте тільки у слабких хімічних розчинах. Не розміщуйте кабель датчика у рідині. Не розміщуйте датчик біля відкритого полум’я або на нагрітій пластині. |

***Калібрування***

Датчик температури (-25 °C – 110 °C) не потребує калібрування.

*Застосування датчика температури з реєстратором даних Nova5000 та програмним забезпеченням MultiLab*

1. Запустіть програмне забезпечення MultiLab CE.
2. Під’єднайте датчик температури до виходу реєстратора Nova5000 (починаючи з І/О-1). Програмне забезпечення MultiLab автоматично розпізнає датчик.
3. Оберіть вкладку **Реєстратор, Настройка** на головній панелі інструментів і запрограмуйте частоту замірів реєстратора даних та кількість зразків. Натисніть кнопку **Пуск** на головній панелі інструментів і розпочніть вимірювання.

***Вибір одиниць вимірювання***

MultiLab відображує дані у °C. Щоб змінити °C на °F або К:

1. Натисніть кнопку **Реєстратор** на головній панелі інструментів MultiLab, а потім натисніть **Параметри**.

2. Оберіть бажану одиницю вимірювання у меню **Одиниці температури** і натисніть **ОК.**

***Хід дослідження***

1. Відважте за допомогою електронних терезів 50 г тіосульфату натрію та помістіть його у пробірку.
2. Закріпіть пробірку у лапці штативу та помістіть у склянку з водою, розміщену на магнітному перемішувачі.
3. Приєднайте до першого входу лабораторії NOVA5000 датчик температури та помістіть його всередину пробірки.
4. Запустіть програмне забезпечення MultiLab.
5. Натисніть **Реєстратор, Настройки** на головній панелі інструментів.
6. Запрограмуйте частоту замірів реєстратора даних обравши 1 замір на секунду та кількість зразків 500.
7. Ввімкніть підігрів на перемішувачі та запустіть процес перемішування.
8. Натисніть **Старт** Run і дочекайтесь завершення експерименту.
9. Вимкніть процес перемішування та нагрівання.
10. Встановіть **Перший курсор** first cursor на ділянку стабілізації температури при процесі плавлення, зчитайте під графіком значення температури плавлення **tп** та занесіть його до таблиці.
11. Витягніть пробірку з води, витягніть датчик температури, попередньо його сполоснувши. Перемістіть пробірку у склянку з водою кімнатної температури та дайте розплаву охолодитися.
12. Оберіть **Файл, Очистити все**.
13. Налийте у внутрішню склянку калориметра 50 мл води кімнатної температури.
14. Помістіть у теплоізолюючу кришку калориметра датчик температури та пробірку з розплавом. Обмотавши тепло ізолюючим матеріалом внутрішній стакан калориметра помістіть його у зовнішній стакан. Простежте, щоб між внутрішнім та зовнішнім стаканами був проміжок.
15. Натисніть **Старт** Run на головній панелі.
16. Обережно скляною паличкою перемішайте розплав у пробірці. При активації процесу кристалізації зупиніть рух та дочекайтесь завершення експерименту.
17. Помістіть **Перший курсор** first cursor на графік на ділянку де розпочався процес підвищення температури води. Помістіть другий курсор у точку те припинилось зростання температури. Зчитайте під віссю часу значення різниці температур Δt та занесіть до таблиці.
18. **Важливо! Промийте пробірку та паличку щоб уникнути руйнації пробірки при подальшому процесі тверднення**.

***Аналіз даних***

1. Занесіть масу тіосульфату mт та води mв до таблиці.
2. За виразом 2 обчисліть значення питомої теплоти плавлення тіосульфату та занесіть до таблиці.
3. Зробіть та занотуйте висновки з досліджень.

***Таблиця результатів***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **tп** (°С) | (кг) | (кг) | (С) |  |
|  |  |  |  |  |

***Висновки дослідження***

1.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_