**Навчально-дослідницька робота №8**

**Тема дослідження.** ***Дослідження теплової дії електричного струму***

***Завдання дослідження:***

1. Розрахувати коефіцієнт корисної дії електричного нагрівника.
2. Розрахувати питому теплоємність насиченого розчину солі.

***Обладнання:*** набірне поле «Школяр», джерело живлення, мобільна лабораторія NOVA5000, датчик напруги DT001, датчик струму DT005, датчик температури DT029, з’єднувальні провідники, нагрівний елемент, калориметр, мірний циліндр, вода кімнатної температури.

***Теоретична частина***

[Кількість](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8) теплоти, що виділяється [струмом](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC) в [провіднику](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA), пропорційна [силі струму](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D1%83), часу його проходження і [падінню напруги](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B8).

(1),

де I1 - [сила струму](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC#.D1.81.D0.B8.D0.BB.D0.B0_.D1.81.D1.82.D1.80.D1.83.D0.BC.D1.83), U1 – прикладена напруга, t1 – час проходження струму.

Для визначення кількості виділеної теплоти при проходженні струму через провідник використовується калориметричний метод. Сутність методу у визначенні кількості теплоти, яку отримує вода у внутрішньому стакані калориметра при проходженні струму через нагрівник, вміщений у цю воду. Далі йде вирахування кількості теплоти, виходячи з виразу :

(2), де св – питома теплоємність води, m1 – маса води у калориметрі, ∆t1 – різниця кінцевої та початкової температури води.

Коефіцієнт корисної дії електричного нагрівника визначається відношенням:

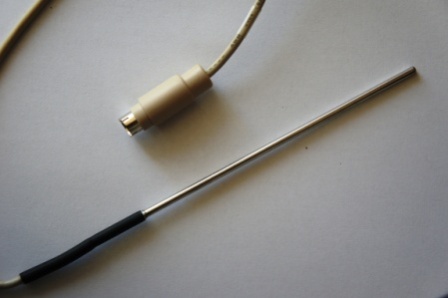
(3).

Для визначення питомої теплоємності насиченого розчину солі ср, воду у калориметрі замінюють на насичений розчин та проводять аналогічний експеримент. При вирахуванні питомої теплоємності потрібно врахувати коефіцієнт корисної дії нагрівника. Тобто вирахування проводитиметься за виразом:

(4), де І2 – сила струму, U2 – прикладена напруга, t2 – час проходження струму, m2 – маса розчину солі, Δt2 – зміна температури розчину.

У роботі використовується мобільна лабораторія NOVA5000 з датчиками напруги, струму та температури.

***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.**

***Детальний опис датчика напруги (±25 В) DT001***



Датчик напруги (±25 В) може під’єднуватися до реєстраторів даних Nova5000, MultiLogPRO або TriLink. Датчик напруги (±25 В) є звичайним датчиком напруги, що здійснює вимірювання в діапазоні від -25 до 25 В.Датчик напруги - диференційний датчик, здатний вимірювати як постійну, так і змінну напругу, та ідеально підходить для застосування у великому спектрі досліджень з фізики та хімії. Датчик розміщений у пластиковому корпусі Fourier Systems і має дві надійні вилки штекерного типу для легкого підключення. Датчик напруги має симетричні входи, що означає, що ви можете під'єднати до мережі будь-яку кількість датчиків напруги без потреби їх замикати.

Датчик напруги (±25 В) має бути з’єднаний паралельно зі схемою.

Датчик напруги оснащений буферним блоком, який захищає датчик від напруг до ±60 В.

***Характеристики датчика***

|  |  |
| --- | --- |
| Діапазон: | ± 25 В |
| Вхідна напруга: | змінна або постійна |
| Точність: | ±3 % від повного діапазону |
| Роздільність 12-біт: | 12,5 мВ |
| Максимальна частота замірів: | 20 000 замірів на секунду |
| Вхідний опір: | 250 kΩ |
| Максимальна вхідна напруга: | 60 В |

***Технічні примітки***

Замкніть два дроти датчика напруги перед під’єднанням до реєстратора даних.

***Застосування датчика напруги з реєстраторами даних Fourier та програмним забезпеченням MultiLab***

Запустіть програмне забезпечення MultiLab (з вашого ПК або з Nova5000).

Під’єднайте датчик напруги до виходу реєстратора даних (починаючи з І/О-1). Програмне забезпечення MultiLab автоматично розпізнає датчик.

Натисніть кнопку Встановлення на головній панелі інструментів і запрограмуйте частоту замірів реєстратора даних та кількість зразків. Натисніть кнопку Пуск на головній панелі інструментів і розпочніть вимірювання.

***Детальний опис датчика струму (±2.5 A) DT005***

******

Датчик струму (±2.5 A) можна підключити до реєстраторів даних Nova5000, MultiLogPRO або TriLink. Датчик струму являється амперметром, що вимірює значення струму в діапазоні від -2.5 до 2.5 A. Він є диференціальним датчиком, який може вимірювати як постійний, так і змінний струм, і є ідеальним для використання у широкому спектрі дослідів у фізиці та хімії. Датчик міститься у пластиковому корпусі датчику Fourier Systems, і має два міцних бананових штекери для легкого підключення.

***Принцип роботи***

Датчик струму має підключатися до ланцюгу послідовно.

Всередині датчику міститься резистор 0.1 Ом.

Відповідно до закону Ома, напруга, виміряна на такому резисторі, становитиме 1/10 струму у такому резисторі. Виміряна напруга проходить через блок підсилення і налаштовується на діапазон 0-5 В, що є діапазоном, прийнятним для аналогово-цифрового перетворювача.

Належний результат потім записується у пам'ять реєстратора даних.

***Характеристики датчику***

|  |  |
| --- | --- |
| Діапазон: | ± 2.5 A |
| Вхідний струм: | Постійний або змінний |
| Точність: | ±3 % в усьому діапазоні |
| Роздільна здатність (12-біт): | 1.25 мА |
| Частота вимірювання за замовченням: | 10 замірів на секунду |
| Вхідний опір: | 0.1 Ом |
| максимальний вхідний струм: | 5 А |

***Технічні примітки***

Замкніть два з’єднувальні проводи датчику струму (±2.5 A) перед підключенням їх до входів датчику реєстратора даних.

***Використання датчику струму з вашим реєстратором даних та програмним забезпеченням MultiLab***

Запустіть програмне забезпечення MultiLab (з вашого ПК або з Nova5000).

Підключіть датчик струму (±2.5 A) до входу датчику реєстратора даних (починаючи з I/O-1).

Натисніть Установка на головній панелі інструментів і запрограмуйте частоту вимірювання реєстратора даних та кількість замірів. Натисніть кнопку Пуск на головній панелі інструментів і розпочніть вимірювання.

***Хід дослідження***

1. Відміряйте мірним циліндром 100 мл води (**m1**) та влийте у внутрішній стакан калориметра.
2. Під’єднайте нагрівник калориметра до електричного кола.
3. Під’єднайте датчик напруги та струму до електричного кола та до входів реєстратора.
4. Під’єднайте датчик температури до реєстратора та помістіть його через кришку у калориметр.
5. Запустіть програму MultiLab.
6. Програмне забезпечення MultiLab автоматично розпізнає датчики.
7. Натисніть **Реєстратор, Настройки** на головній панелі інструментів.
8. Запрограмуйте частоту замірів реєстратора даних обравши один замір на секунду та кількість зразків 500.
9. Увімкніть живлення електричного кола, виставивши напругу не більшу 4 В.
10. Натисніт**ь Старт** Run та час від часу перемішуючи воду у стакані дочекайтеся завершення експерименту.
11. Встановіть **Перший курсор**first cursor на графік напруги. Оберіть **Аналіз – Статистика**. Зчитайте середнє значення напруги **U1**та занесіть його до таблиці 1.
12. Перемістіть **Перший курсор**first cursor на графік струму. Оберіть **Аналіз – Статистика**. Зчитайте середнє значення струму **I1** та занесіть його до таблиці 1.
13. Встановіть **Перший курсорfirst cursor** на графік температури на початку процесу нагрівання та **Другий курсор second cursor** в кінці процесу нагрівання. Зчитайте під віссю час нагрівання **t1** та різницю температур ∆t1 . Занесіть до таблиці 1.
14. Вилийте воду з внутрішнього стакана калориметра та відміряйте і влийте 100 мл насиченого розчину солі (**m2**). Занесіть до таблиці 2.
15. Повторіть попередні дії для розчину солі, заносячи результати у таблицю 2.

***Аналіз даних***

1. Розрахуйте кількість теплоти, виділену нагрівником у експерименті з водою Q1 за формулою (1).
2. Розрахуйте кількість теплоти, отриману водою Q2 за формулою (2).
3. Розрахуйте к.к.д нагрівника η за формулою (3).
4. Розрахуйте питому теплоємність насиченого соляного розчину cр за формулою (4).
5. Занотуйте висновки дослідження.

***Таблиця результатів 1***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| m1(кг) | I1(А) | U1(В) | t1(с) | Δt1(°С) | Q1(Дж) | Q2(Дж) | η |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

***Таблиця результатів 2***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| m2(кг) | I2(А) | U2(В) | t2(с) | Δt2(°С) | ср(Дж/кгК) |
|  |  |  |  |  |  |

***Висновки дослідження***

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_