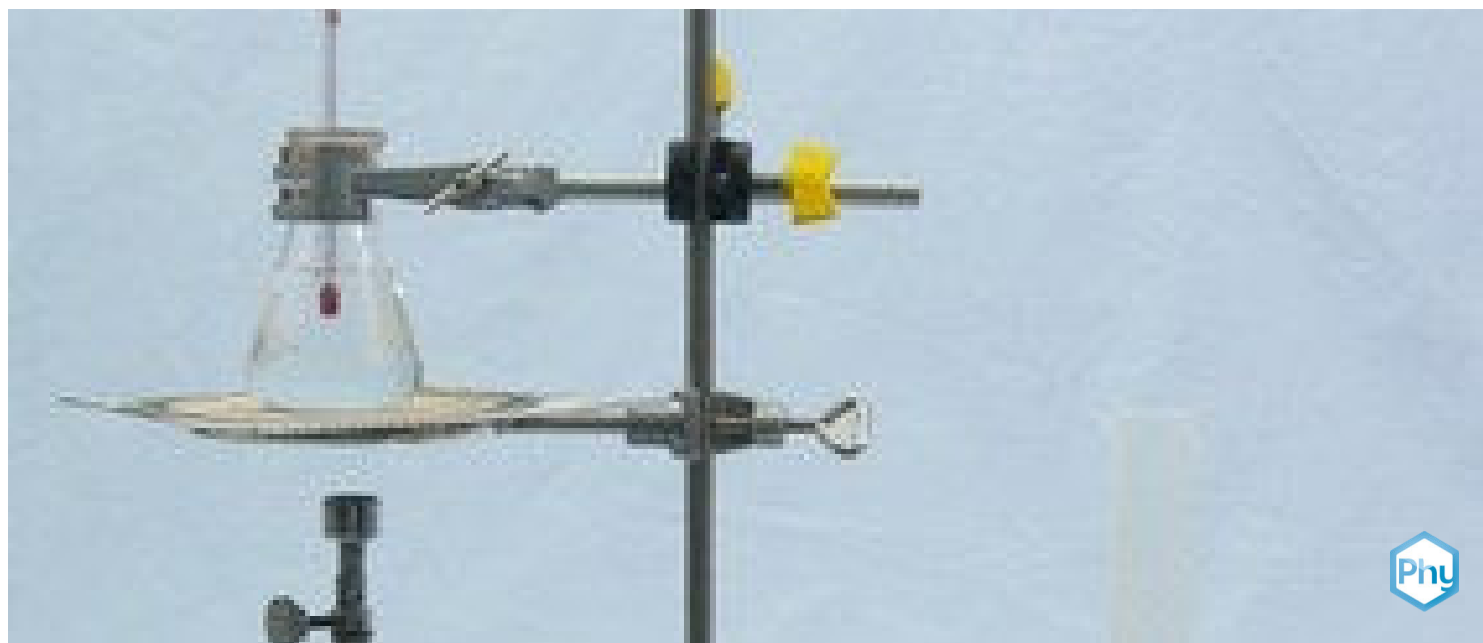


Теплота випаровування води



Physics

Thermodynamics

States of matter, dissolution (kinetic particle theory)



Рівень складності

середній



Розмір групи

-



Час підготовки

10 хвилини



Час виконання

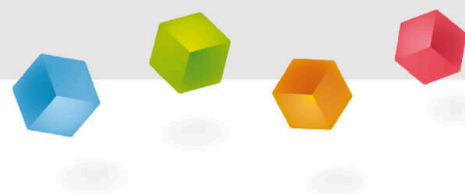
10 хвилини

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/64a4502d82c76400021b532c>

PHYWE

Інформація для вчителів



Опис

PHYWE



Рис. 1 Експериментальна установка

Теплота випаровування - це енергія, необхідна для випаровування певної кількості рідини, тобто для переведення її з рідкого в газоподібний агрегатний стан.

Отже, теплота у вигляді енергії необхідна для підвищення температури води, щоб випарувати певну кількість води. У цьому процесі спочатку необхідно розірвати водневі зв'язки, щоб молекули води могли випаровуватися у вигляді пари. Це означає, що вода має високу теплоту випаровування.

Додаткова інформація для вчителів (1/5)

PHYWE

Попередні знання



Учні вже повинні мати теоретичні знання про теплоту випаровування води.

Принцип



У цьому експерименті спочатку вимірюється нагрівання води, щоб визначити теплову потужність пальника. Потім її можна використати для розрахунку кількості тепла, необхідного для випаровування певної кількості води.

Додаткова інформація для вчителів (2/5)

PHYWE

Мета



Учні повинні навчитися обчислювати теплоту випаровування води.

Завдання



Скільки теплоти потрібно для випаровування води?

1. Нагрійте відміряну кількість води до температури кипіння і визначте підвищення температури в залежності від часу.
2. Нехай вода продовжує кипіти на тому ж полум'ї протягом 10 хвилин і визначте, скільки води випарувалося.

Додаткова інформація для вчителів (3/5)

PHYWE

Додаткова інформація

У цьому експерименті спочатку вимірюється нагрівання води, щоб визначити теплову потужність пальника. Потім її можна використати для розрахунку кількості теплоти, необхідного для випаровування певної кількості води.

Табличне значення питомої теплоти випаровування води становить $q_v = 2256 \text{ Дж/г}$

Примітки

1. Полум'я пальника повинно підтримуватися постійним протягом усього експерименту, оскільки в оцінці передбачається постійна теплова потужність.

Додаткова інформація для вчителів (4/5)

PHYWE

2. Годинник повинен працювати протягом усього експерименту. Крива температури фіксується лише в першій частині для проміжку часу - 9 хвилин (табл. 1). На той час вже почалося кипіння, тому можна спостерігати, що температура залишається постійною під час випаровування. Після цього термометр слід вийняти (разом з тримачем для скляних трубок, стрижнем і подвійною муфтою), щоб він не піддавався зайвому впливу гарячої пари.

3. Вимірювання під час кипіння становить близько 10 хвилин. Важливо зафіксувати час початку та закінчення.

4. Вода випаровується ще до досягнення температури кипіння. Час кип'ятіння повинен бути значно більшим за 5 хвилин, тому помилки при більшому часі кип'ятіння незначні. Використання маленької колби Ерленмейєра також виявилось корисним з цієї причини, оскільки вода, що випарувалася до кипіння, не може так легко вийти.

Додаткова інформація для вчителів (5/5)

PHYWE

5. При зчитуванні кінцевого об'єму слід також враховувати проміжні значення 0,5 °C.

6. Температура кипіння, визначена для цього вимірювання, вища за 100 °C, оскільки весь термометр знаходиться під дією гарячої водяної пари. Вимірювання за допомогою термометра є точним лише тоді, коли занурювальний стрижень термометра занурений у рідину, але частина, що знаходиться над ним, має температуру 20°C. Тому на термометр можна обережно насунути гумову пробку. Будь ласка, використовуйте для цього гліцерин. Слід також зазначити, що гумова пробка не повинна закривати колбу Ерленмейєра, інакше вода не зможе випаровуватися.

Час початку кипіння можна оцінити лише в процесі спостереження. Однак його можна визначити шляхом екстраполяції прямої лінії для фази нагрівання до температури кипіння. Слід також зазначити, що термометр показує температуру з невеликим запізненням через свою інерційність.

Інструкції з техніки безпеки

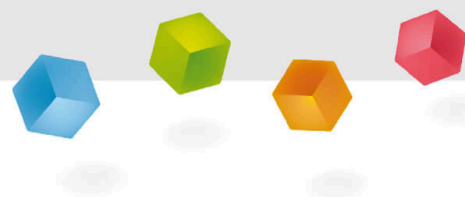
PHYWE



Для цього експерименту застосовуються загальні інструкції щодо безпечного проведення експериментів під час викладання природничих наук.

PHYWE

Інформація для учнів



Мотивація

PHYWE



Рис. 2 Експериментальна установка

Якщо ми хочемо щось приготувати, будь то чай, локшина чи картопля, нам завжди потрібна вода, і ми повинні її нагріти.

У процесі ми неминуче втрачаємо частину води в каструлі чи чайнику, вона випаровується і в такому вигляді вже не може слугувати нам за призначенням.

Тим не менш, ми також можемо використовувати випаровану воду.

Такі експерименти дають нам інформацію про час у поєднанні з кількістю енергії, необхідної для випаровування певної кількості води.

Завдання

PHYWE



Рис. 3 Експериментальна установка

Скільки теплоти потрібно для випаровування води?

Нагрійте відміряну кількість води до температури кипіння і виміряйте підвищення температури в залежності від часу.

Нехай вода продовжує кипіти на тому ж полум'ї протягом 10 хвилин і визначте, скільки води випарувалося.

Матеріал

PHYWE

Позиція	Матеріал	Пункт №.	Кількість
1	Основа штатива, PHYWE	02001-00	1
2	Штативний стрижень, нерж. ст., l=250 мм, d = 10 мм	02031-00	1
3	Штативний стрижень, нерж. ст., l=600 мм, d = 10 мм	02037-00	1
4	Подвійна муфта	02043-00	2
5	Тримач для скляної трубки	05961-00	1
6	Кільце із затискачем, внутр. діам. 10 см	37701-01	1
7	Дротяна сітка з керамікою, 160 x 160 мм	33287-01	1
8	Універсальний затискач	37715-01	1
9	Колба Ерленмейера, 100 млSB 29	MAU- EK17082301	1
10	Піпетка, з гумовим ковпачком	64701-00	1
11	Мірний циліндр, 100 мл, прозорий, PP	36670-01	1

Підготовка (1/4)

PHYWE



Рис.8 Експериментальна установка

Обережно!

Коли вода нагрівається, кільцевий тримач штатива і дротяна сітка стають дуже гарячими! Для перенесення гарячої води колбу Ерленмейєра слід затиснути за допомогою універсального затискача.

2. Полум'я пальника повинно залишатися незмінним протягом усього експерименту!

3. Годинник повинен продовжувати працювати протягом усього експерименту.

Підготовка (2/4)

PHYWE

Зберіть експериментальну установку, як показано на рисунках



Рис. 5

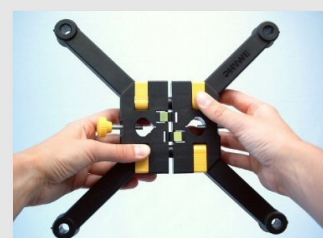


Рис. 6



Рис. 7



Рис.8

Підготовка (3/4)

PHYWE



Рис. 9

- Наповніть мірний циліндр 100 мл води (точно відміряйте за допомогою піпетки).
- Налийте відміряну кількість води в колбу Ерленмейєра і додайте 2 кульки для кипіння.



Рис. 10

Підготовка (4/4)

PHYWE



Рис. 11

- Закріпіть колбу Ерленмейєра за допомогою універсального затискача.
- Опустіть термометр так, щоб вимірювальний наконечник опинився посередині колби Ерленмейєра.

Виконання роботи (1/2)

PHYWE

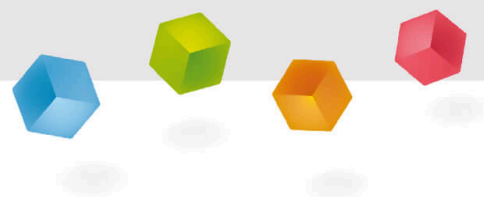
- Запишіть у протоколі початковий об'єм V_1 води.
- Виміряйте початкову температуру ϑ води і занесіть її в таблицю при $t = 0$ хв.
- Увімкніть пальник і запустіть секундомір.
- Зчитуйте температуру води щохвилини (таблиця 1).
- Коли вода закипить, тобто почне інтенсивно утворювати бульбашки, відмітьте час початку закипання t_1 в таблиці 1 і залиште воду кипіти приблизно на 10 хвилин з цього моменту (годинник продовжує працювати).
- Коли таблиця 1 буде заповнена, можна вийняти термометр. Однак вода повинна продовжувати кипіти.

Виконання роботи (2/2)

PHYWE

- Коли вода прокипить протягом 10 хвилин від часу t_1 , вимкніть пальник і зафіксуйте точний час закінчення кипіння t_2 .
- Спочатку дайте колбі Ерленмейєра трохи охолонути. Для цього зніміть її з гарячої керамічної сітки, перемістивши подвійну муфту.
- Обережно перелийте гарячу воду назад у мірний циліндр (без кульок для кипіння!). Для цього зніміть універсальний затискач з подвійної муфти і використовуйте його як ручку.
- Запишіть кінцевий об'єм води V_2 (проміжні значення 0,5 мл є орієнтовними).

PHYWE



Протокол

Результат - Спостереження 1

PHYWE

Початковий об'єм води $V_1 =$ [мл]

Кінцевий об'єм води $V_2 =$ [мл]

Час початку кипіння $t_1 =$ [с]

Час закінчення кипіння $t_2 =$ [с]

Результат - Таблиця 1

PHYWE

Запишіть свої результати вимірювання температури води для різних інтервалів часу в таблицю.

$t, \text{хв}$	$\vartheta, ^\circ\text{C}$	$t, \text{хв}$	$\vartheta, ^\circ\text{C}$
0		5	
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	

Завдання 1

PHYWE

За виміряними об'ємами обчисліть початкову і кінцеву масу води, а також масу води, що випарувалася (густина $\rho = 1 \text{ г/мл}$):

Початкова маса води $m_1 =$

Кінцева маса води $m_2 =$

Маса випарованої води $\Delta m =$

Завдання 2

PHYWE

Чому при розрахунку нахилу графіка не слід враховувати початкове та кінцеве значення часу нагрівання?

- ☐ Кінцеве значення не лежить на прямій лінії, якщо випаровування вже почалося; крім того, втрати тепла тут більші.
- ☐ Початкове значення не лежить на прямій лінії, оскільки керамічна сітка і посудина повинні спочатку нагрітися, перш ніж тепло потрапить у склянку.
- ☐ Початкове значення занадто низьке.

✓ Перевірка.

Завдання 3

PHYWE

Визначте теплову потужність пального, необхідну для підвищення температури води:

Для нагрівання води масою $m_1 = 100$ г з питомою теплоємністю $c = 4,19$ Дж/г°C до досягнення різниці температур $\Delta\vartheta$ необхідна така кількість теплоти: $Q = c \cdot m_1 \cdot \Delta\vartheta$.

Різниця температур $\Delta\vartheta$ досягається за час Δt . Це визначає теплову потужність пального:

$$P = c \cdot m_1 \cdot \Delta\vartheta / \Delta t$$

За лінійним зростанням температури на діаграмі визначте коефіцієнт (тобто нахил прямої лінії)

$$\Delta\vartheta / \Delta t = \boxed{} \text{ °C/s}$$

і на його основі обчисліть теплову потужність пального:

$$P = \boxed{} \text{ Вт}$$

Завдання 4

PHYWE

Обчисліть час t_s , за який вода закипіла.

$$t_s = t_2 - t_1 =$$

Завдання 5

PHYWE

Обчисліть кількість теплоти, необхідну для випаровування маси Δm [Джоулі].

$$Q = P \cdot t_s =$$

 ж

Обчисліть питому теплоту випаровування води, тобто кількість теплоти, необхідну для випаровування 1 г води.

$$q_v = Q / \Delta m =$$

 ж/г

Слайд

Оцінка / Всього

Слайд 23: Схил

0/2

Всього



0/2



Рішення



Повторити



Експорт тексту