

Методична розробка: «Лабораторний практикум – 10 клас, I курс коледжу. Визначення питомої теплоємності речовини.

Мета роботи: навчитися вимірювати питому теплоємність речовини.

Для досліду беремо металевий циліндр на міцній нитці (тіло масою 883 г), попередньо нагріте в посудині з окропом. Температура води із зануреним в неї твердим тілом є одночасно температурою досліджуваного тіла (100 °С). Внаслідок теплообміну температури твердого тіла, калориметра і води вирівнюються.

Кількість теплоти, що дістала холодна вода в калориметрі від зануреного в неї нагрітого твердого тіла, дорівнює кількості теплоти, яку віддає тверде тіло при охолодженні. Відбувається теплообмін, у якому беруть участь чотири тіла: тверде тіло віддає енергію, одержують енергію – вода, калориметр і термометр. Термометр і калориметр (якщо маса мала), порівняно з водою одержують незначну кількість теплоти тому можемо вважати, що кількість теплоти, відданої твердим тілом, дорівнює кількості теплоти, одержаної холодною водою; $Q_{\text{тіла}} = Q_{\text{води}}$.

Отже, $c_{\text{тіла}} \times m_{\text{тіла}}(t_{\text{тіла}} - t_1) = c_{\text{води}} \times m_{\text{води}}(t_c - t_1)$

З рівності цих двох величин можна визначити питому теплоємність тіла по формулі:

$$c_{\text{тіла}} = \frac{m_{\text{води}} c_{\text{води}} (t_c - t_1)}{m_{\text{тіла}} (t_{\text{тіла}} - t_1)}$$

де: $c_{\text{тіла}}$ - питома теплоємність тіла
 $m_{\text{води}}$ - маса води калориметрі
 $m_{\text{тіла}}$ - маса тіла
 $c_{\text{води}}$ - питома теплоємність води
 t_1 - температура води в калориметрі
 t_c - температура води в калориметрі після встановлення теплової рівноваги
 $t_{\text{тіла}}$ - температура тіла

Якщо немає калориметра теплового балансу заводського виготовлення, то можливо виготовити саморобний калориметр і дослід можливо провести навіть в домашніх умовах.

Для виготовлення калориметра взято алюмінієву кружку ємністю 580 мл з масою 106 г. Конструкція саморобного калориметра показано на **фото 1**. На дно пластикової коробки ставимо листок термоізоляційної плівки, а навколо алюмінієвої кружки заповнюємо пінопластом. Кришка калориметра також має шар термоізоляційної плівки. В кришці є отвір для поміщення термометра.

Оскільки калориметр великого об'єму, то необхідно брати велику кількість води і тверде тіло брати також з великою масою. Калориметр необхідно ставити поблизу посудини з кип'ятком і тіло швидко переносити з посудини в калориметр.



Фото 1

Для досліду необхідне обладнання: калориметр, термометр, ваги, металевий циліндр (досліджуване тіло) на нитці, мензурка, посудина із кип'ятком, та холодною водою, дерев'яна скалка для розмішування, ручка.

Необхідне обладнання показано на **фото 1**.

Фото 2 – під час проведення досліду.



Фото 2

Проведення дослідів:

1. Заливаємо в калориметр 400 мл холодної води.
2. Вимірюємо масу металевого циліндру – вона становить 883 г.
3. Ставимо термометр в воду і через 3...4 хвилини знімаємо показання термометра, і записуємо показник термометра в таблицю 1.
4. Ставимо металевий циліндр в кип'яток на 4...5 хвилин – виймаємо металевий циліндр прив'язаною ниткою і швидко переносимо в калориметр і дерев'яною скалкою перемішуємо воду в калориметрі протягом 5...8 с, закриваємо калориметр кришкою і через отвір у кришці опускаємо термометр в воду.
5. Слідкуємо за показниками термометру - вимірюємо температуру води у калориметрі після настання теплової рівноваги (через 3...4 хвилини), – записуємо дані в таблицю 1.
6. Проводимо розрахунок по визначенні питомої теплоємності тіла.

Техніка безпеки: будьте особливо обережними при кип'ятінні води. Не допускайте перевищення допустимих для термометра меж вимірювання. Категорично забороняється працювати з ртутними термометрами. Обережно переносити нагріте тіло.

Таблиця 1

Маса води в калориметрі m_1 , кг	Температура холодної води $t_{\text{води}}, ^\circ\text{C}$	Маса металевого циліндру m_2 , кг	Температура тіла $t_{\text{тіла}}, ^\circ\text{C}$	Температура води і тіла в стані теплової рівноваги $t_e, ^\circ\text{C}$
0,4	14	0,883	100	30

Проводимо розрахунок по визначенні питомої теплоємності тіла:

$$c_{\text{тіла}} = \frac{0,4 \cdot 4200 \cdot (30 - 14)}{0,883 \cdot (100 - 30)} = 434,88 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Знаходимо з таблиці питомої теплоємності різних речовин подібне значення.

Питома теплоємність заліза $460 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$

Відхилення від табличного значення становить:

$$[1 - (c_{\text{тіла}}/c_{\text{тіла табличне}})] \times 100\% = [1 - (433,88/460)] \times 100\% = 5,5\%$$

Розбіжність значень питомої теплоємності тіла розрахованої і табличної значна, очевидно причиною є те, що не враховано нагрів калориметра.
Проведемо розрахунок питомої теплоємності тіла з врахуванням нагрівання калориметра по формулі:

$$c_{\text{тіла}} = \frac{m_{\text{води}} \cdot c_{\text{води}} (t_c - t_1) + m_{\text{ал.}} \cdot c_{\text{ал.}} (t_c - t_1)}{m_{\text{тіла}} (t_{\text{тіла}} - t_1)}$$

де: $c_{\text{тіла}}$ - питома теплоємність тіла
 $m_{\text{води}}$ - маса води калориметрі
 $m_{\text{тіла}}$ - маса тіла
 $m_{\text{ал.}}$ - маса калориметра
 $c_{\text{води}}$ - питома теплоємність води
 $c_{\text{алюм.}}$ - питома теплоємність алюмінію
 t_1 - температура води в калориметрі
 t_c - температура води в калориметрі після встановлення теплової рівноваги
 $t_{\text{тіла}}$ - температура тіла

Обчислимо $c_{\text{тіла}}$ з урахуванням нагрівання калориметра:

$$c_{\text{тіла}} = \frac{0,4 \cdot 4200 \cdot (30 - 14) + 880 \cdot 0,106 \cdot (30 - 14)}{0,883 \cdot (100 - 30)} = 459,03 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Відхилення від табличного значення становить:

$$[1 - (c_{\text{тіла}}/c_{\text{тіла табличне}})] \times 100\% = [1 - (459,03/460)] \times 100\% = 0,2\%$$

Розбіжність значень питомої теплоємності тіла розрахованої і табличної незначна.

Можливо впевнено заявити, що виявляли питому теплоємність заліза!
Раніше також було «підозра», що металевий циліндр з заліза.

При повторенні лабораторного практикума учнями (студентами) необхідно змінити ємність води (300...390 мл), змінити також масу тіла (600...800 г) – можливо також змінити тип твердої речовини (золото, мідь, латунь, олово, срібло, свинець, платина).

Як довідка, приводиться таблиця питомої теплоємності деяких речовин в Дж/кг \times °C (в деяких таблицях дані можуть бути дещо відмінними – наприклад для заліза є і такі табличні дані - 456 Дж/кг \times °C) (дані взяті з довідника по фізиці):

Алюміній	880
Золото	125
Залізо, сталь, нікель	460
Латунь, мідь	380
Олово, срібло	250
Свинець	120
Платина	125
Вода	4200

Автор: Бабин Дмитро Святославович