

Метод. Досягнути умови рівності густини розчину середній густині кульки.

Теоретичні обґрунтування.

За цієї умови кулька плаває повністю зануреною всередині розчину  $\rho_k = \rho_r$ .

$$m = \rho_k V = m_{\text{ст}} + m_{\text{п}} ; V_{\text{ст}} = \frac{m_{\text{ст}}}{\rho_{\text{ст}}};$$

$$\rho_k V = m_{\text{ст}} + \rho_{\text{п}} * (V - V_{\text{ст}}) ; m_{\text{ст}} = \frac{V(\rho_k - \rho_{\text{п}})}{1 - \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{ст}}}}$$

Хід роботи.

#### I. Визначення об'єму кульки

Визначити діаметр кульки можна 2 способами:

а) прокотивши кульку по прямій на міліметровому папері (1 або 2 оберти). Для цього на кульку слід нанести мітку фломастером.

б) обгорнувши кульку міліметровим папером (1 або 2 оберти).

Точність методу а) більша ніж методу б), тому що при обертанні кільки папером похибка збільшується внаслідок утворення конуса, а не циліндра, та збільшення діаметра при другому обортанні.

$$d = \frac{l}{n\pi}$$

$d$  – діаметр кульки,  $l$  – довжина кола,  $n$  – кількість обертів.

Об'єм кульки

$$V = \frac{1}{6} \pi \left( \frac{l}{n\pi} \right)^3.$$

#### II. Досягнення умови плавання кульки у товщі рідини

1. Занурюємо кульку у розчин.
2. Шприцом додаємо воду  $\Delta V$  у розчин, в якому плаває кулька.
3. Добре перемішуємо розчин з водою.
4. Занурюємо кульку шприцом або ложкою (вилкою).
5. Повторюючи п. 2-4 добиваємося плавання кульки у товщі отриманого розчину.
6. Переконаємося, що віно вага байдужа, занурюючи кульку на різні глибини.

#### III. Обробка отриманих результатів

1. З таблиці маємо для 8% розчину  $C_1 = \frac{m_{\text{NaCl}}}{V_{\text{розчину}}} = 0,08447 \text{ г/см}^3$ , а об'єм  $V_0 = 60 \text{ мл}$ ,  $\rho = 1,056 \text{ г/мл}$ .  $1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$ .
2. Доливаючи воду за допомогою шприца, знаходимо концентрацію отриманого розчину у якому кулька буде плавати у товщі рідини:  $C_1 V_0 = C_x (V_0 + \Delta V)$ .
3. За таблицею визначаємо густину рідини, яка відповідає даній концентрації, вважаючи що густина в діапазоні 2% змінюється лінійно.
4. Знаючи об'єм та густину розчину, у якому зависає кулька обчислюємо масу сталі.
5. Визначаємо фактори, які найбільше впливають на точність вимірювання.

## Розв'язок завдання №2 (8 клас)

### 1 спосіб

#### Теоретичне обґрунтування

Сутність методу визначення питомої теплоємності цукрового розчину полягає у використанні рівняння теплового балансу при змішуванні холодної води і гарячого цукрового розчину (або навпаки, гарячої води та холодного розчину). Кількості теплоти передана нагрітим цукровим розчином в першому наближенні дорівнює кількості теплоти отриманої водою:

$$\text{ - для води: } Q_в = c_в m_в (t_в - t_p) \quad (1)$$

$$\text{ - для цукрового розчину } Q_ц = c_ц m_ц (t_ц - t_p) \quad (2)$$

-  $m_в, m_ц$  - маси води та цукрового розчину відповідно;

-  $t_в, t_ц$  - початкові температури води та цукрового розчину,

-  $t_p$  - результуюча температура суміші.

Змішуємо рідини та швидко вимірюємо результуючу температуру, щоб зменшити теплові втрати. Тепло, яке забирає чи віддає термометр, не враховуємо.

Розв'язавши систему (1)-(2), отримаємо формулу питомої теплоємності цукрового розчину:

$$c_ц = c_в \frac{m_в (t_в - t_p)}{m_ц (t_ц - t_p)} \quad (3)$$

#### Практична частина

Маса води та цукрового розчину визначаємо за допомогою цифрових терезів. Складаємо установку – рис. 1. Вимірюємо температуру води після нагрівання. Вимірюємо температуру цукрового розчину до змішування. Змішуємо рідини та швидко вимірюємо результуючу температуру суміші. Дані заносимо до таблиці. Здійснюємо розрахунки. Робимо висновки.

Таблиця

№	$m_в,$ г	$m_ц,$ г	$t_в,$ °C	$t_ц,$ °C	$t_p,$ °C	$t_в - t_p,$ °C	$t_ц - t_p,$ °C	$c,$ Дж/кг°C	$\Delta c,$ Дж/кг°C	$\varepsilon_c,$ %
1										
2										
3										

Похибка нашого вимірювання буде залежати від точності вимірювання величин маси, температури води, цукрового розчину та температури суміші, а також від різниці температур. Для збільшення точності доцільно щоб величина різниці температур рідин, що змішуються була якомога більша.



Рис. 1.

## 2 спосіб

### Теоретичне обґрунтування

Сутність методу визначення питомої теплоємності цукрового розчину полягає у порівнянні кількості теплоти, що йде на нагрівання води та на нагрівання цукрового розчину за допомогою спиртівки (забезпечуючи ККД установки  $\eta$  для обох процесів приблизно однаковим):

- для води:  $Q_1 = \eta q m_1 = c_w m_w \Delta t_w$  (1)

- для цукрового розчину  $Q_2 = \eta q m_2 = c_u m_u \Delta t_u$  (2)

-  $m_w, m_u$  - маси води та цукрового розчину відповідно;

-  $m_1, m_2$  - маси спирту, що витрачена на нагрівання води і цукрового розчину відповідно.

Розв'язавши систему (1)-(2), отримаємо формулу питомої теплоємності цукрового розчину:

$$c_u = c_w \frac{m_2}{m_1} \frac{m_w \Delta t_w}{m_u \Delta t_u} \quad (3)$$

### Практична частина

Виконуємо дослід з водою. Маса води визначається за допомогою цифрових терезів. Складаємо установку – рис. 1. Вимірюємо масу спиртівки до горіння. Вимірюємо температуру води до та після нагрівання. Вимірюємо масу спиртівки після горіння. Аналогічні вимірювання здійснюємо у досліді з цукровим розчином. Дані заносимо до таблиці. Здійснюємо розрахунки. Оцінюємо точність отриманого результату. Робимо висновки.

Таблиця

№	$m_w,$ г	$t_{w0},$ °C	$t_w,$ °C	$\Delta t_w,$ °C	$m_u,$ г	$t_{u0},$ °C	$t_u,$ °C	$\Delta t_u,$ °C	$m_1,$ г	$m_2,$ г	$c,$ Дж/кг°C	$\Delta c,$ Дж/кг°C	$\varepsilon_c,$ %
1													
2													
3													

Похибка нашого вимірювання буде залежати від точності вимірювання величин маси, температури води, цукрового розчину та маси спирту, а також від різниці температур. Для збільшення точності доцільно щоб величина різниці температур рідин, що змішуються була якомога більша.



Рис. 1.