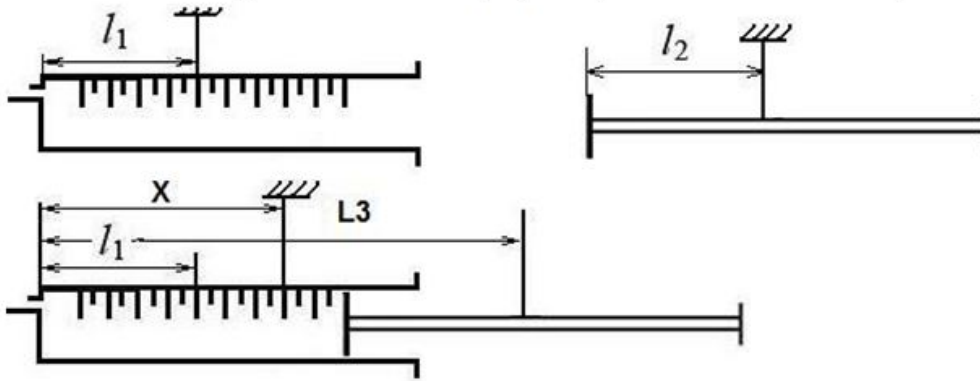


Задача 1

Застосуємо нитку для створення підвісу. Зрівноваживши на ній шприц або його частини, можна знаходити положення їх центру мас. Для вимірювання довжин використовується шкала на шприці.

1. Розберемо шприц і зрівноважуванням знайдемо положення l_1 і l_2 центрів мас корпусу і поршня шприца.

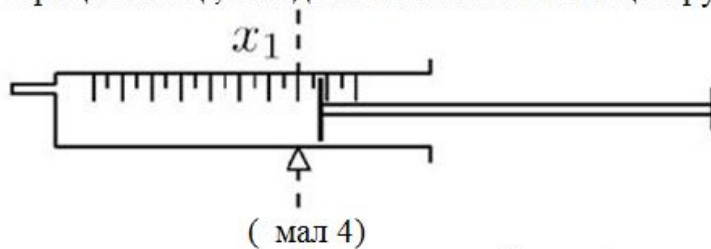
Визначимо центр мас системи корпус-поршень, вставивши поршень у шприц.



$$\text{За рівнянням } m_1 l_1 + m_2 l_3 = x(m_1 + m_2)$$

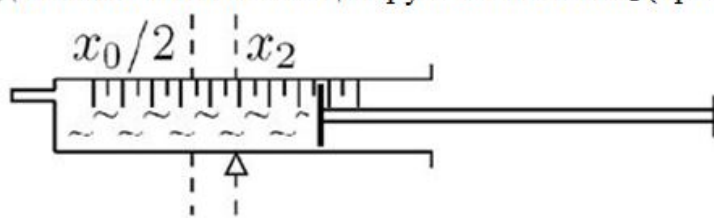
визначимо співвідношення мас складових системи. (наприклад, при такому висунутому поршні, що центр мас системи попадає на максимальну поділку шкали). $\alpha = \frac{m_2}{m_1}$

2. Висунемо поршень шприца на деяку відстань x_0 (в поділках шкали). Зрівноваживши шприц на нитці, знайдемо положення його центру мас x_1 (мал 4)



(мал 4)

при такому висуванні поршня. Потім наберемо в шприц об'єм води x_0 (за шкалою) і знайдемо нове положення центру мас системи x_2 (при тому ж висуванні) (мал. 5).



(мал 5)

В даному випадку центр мас шприца (пустого) не змінився. Центр мас води знаходиться на $\frac{x_0}{2}$ від початку відліку. Масу води можемо визначити за густиною та об'ємом $m = \rho x_0$.

Тоді вираз для центру мас системи:

$$(m + m_1 + m_2) \cdot x_2 = m \cdot \frac{x_0}{2} + (m_1 + m_2) x_1$$

Звідки знайдемо суму мас корпусу і поршня шприца:

$$M = m_1 + m_2 = \frac{x_2 - \frac{x_0}{2}}{x_1 - x_2} \rho x_0$$

3. Користуючись результатами, здобутими в пунктах 1 та 2, визначимо маси поршня та корпуса шприца.

$$m_1 = \frac{M}{(1 + \alpha)}$$
$$m_2 = \frac{\alpha M}{(1 + \alpha)}$$

В нашому випадку вони становлять 1,3 та 1,9 г відповідно.

4. Проводячи вимірювання, як в пункті 2, але з невідомою рідиною, визначимо її масу, а далі і густину. Вона виявилась рівною 1,4 г/см³.

Задача 2

При плавленні кристалічних тіл їх температура не змінюється. По графіку видно, що плавлення льоду відбувалось протягом 5 хвилин. Отвір в дні, а лід у воді плаває – він наверху, тому лід в отвір не проходить. Усе підведене тепло витрачається на плавлення льоду, тому

$$P\tau_1 = \lambda m_{\text{л}}$$

Звідки отримаємо масу льоду:

$$m_{\text{л}} = \frac{P\tau_1}{\lambda} = \frac{600 \text{ Вт} \cdot 5 \cdot 60 \text{ с}}{340000 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})} = \frac{18}{34} \text{ кг} = 0,529 \text{ кг}$$

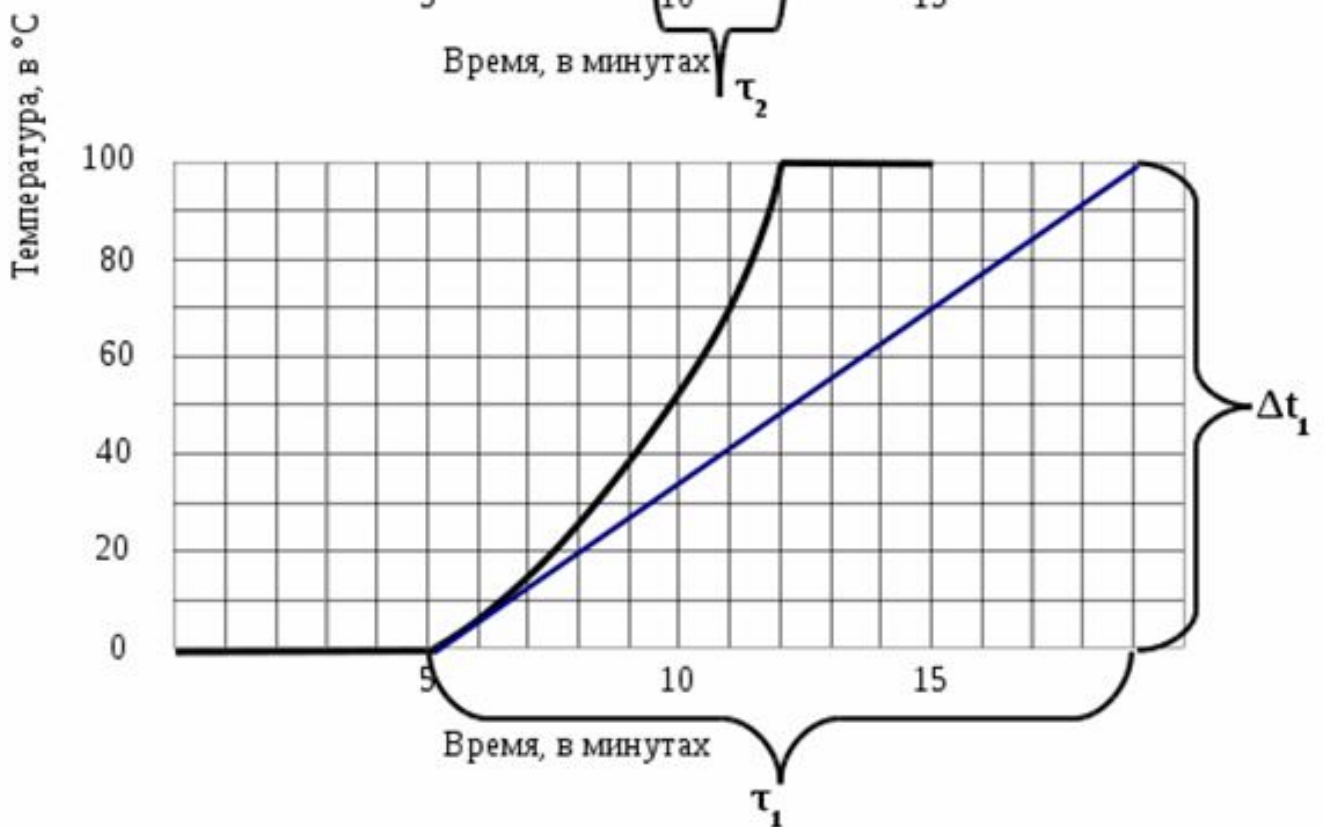
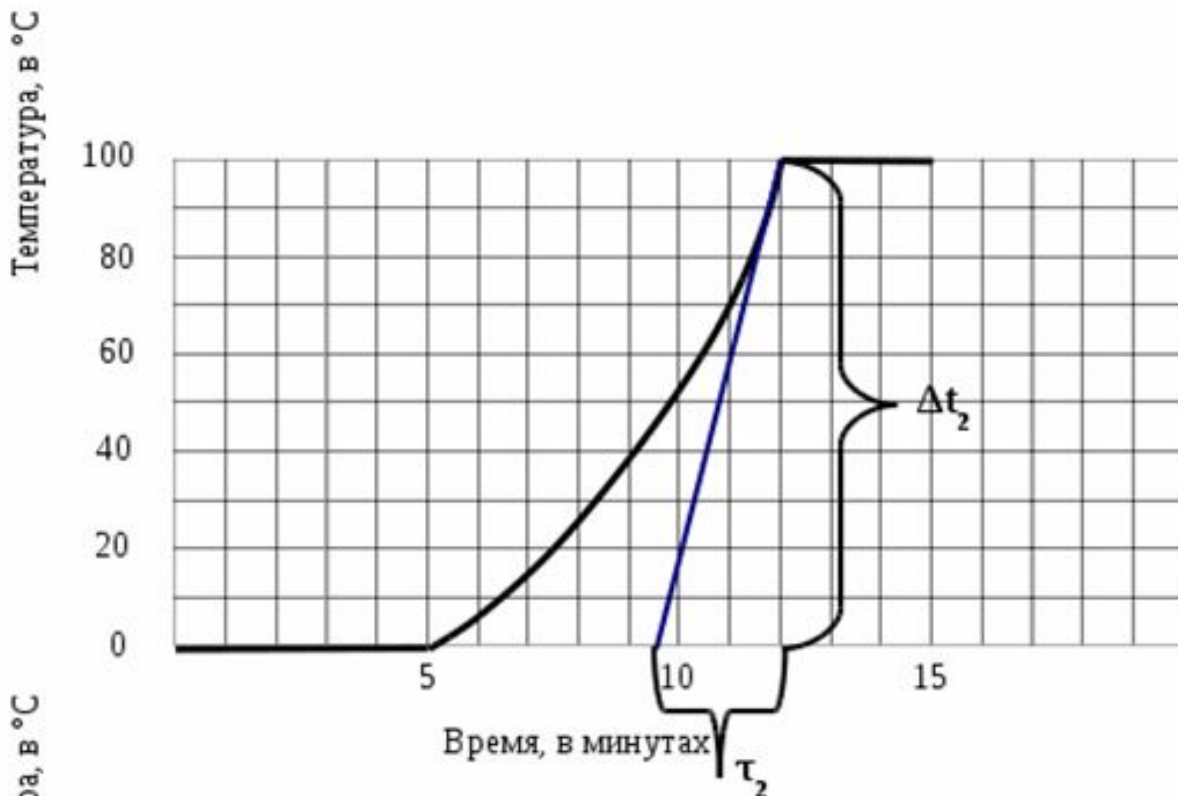
Теплообміну з навколишнім середовищем нема, але вода в посудині з 5-ої по 12-у хвилину нагрівається все швидше і швидше. Як це можна пояснити? Тим, що вода витікає, маса води в посудині зменшується, а потужність нагрівача залишається попередньою! Якби вода не витікала, то відрізок графіка був би прямолінійним. Проведемо дотичні до цього відрізка графіка на початку і в кінці.

По ним ми зможемо розрахувати масу води в посудині у ці моменти часу. Поділивши різницю знайдених мас на час, протягом якого температура води в калориметрі змінювалась, знайдемо витрати рідини.

$$m_{\text{в1}} = \frac{P\tau_1}{c\Delta t_1} = \frac{600 \text{ Вт} \cdot 14 \cdot 60 \text{ с}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 100^\circ\text{C}} = 1,2 \text{ кг}$$

$$m_{\text{в2}} = \frac{P\tau_2}{c\Delta t_2} = \frac{600 \text{ Вт} \cdot 2,5 \cdot 60 \text{ с}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 100^\circ\text{C}} = \frac{3}{14} \text{ кг} \approx 0,214 \text{ кг}$$

$$\left| \frac{\Delta m}{\Delta t} \right| = \frac{|m_{\text{в1}} - m_{\text{в2}}|}{\Delta t} = \frac{|1,2 \text{ кг} - 0,214 \text{ кг}|}{7 \cdot \text{мин}} = 0,141 \frac{\text{кг}}{\text{мин}}$$



При кипінні йде інтенсивний процес пароутворення, а тому, маса води в калориметрі зменшується двома шляхами – витікаючи через отвір і перетворюючись у пар.

$$m = m_{n2} - \left| \frac{\Delta m}{\Delta t} \right| \cdot \tau_3 - \frac{P \tau_3}{L}$$

Вода в калориметрі закінчиться ще до закінчення експерименту!

Відповідь: а) $m_{n1} \approx 1,2$ кг; б) $\left| \frac{\Delta m}{\Delta t} \right| = 0,141 \frac{\text{кг}}{\text{мин}}$; в) $m_{\text{т}} = 0,529$ кг; д) $m = 0$