

## Можливі розв'язки завдань практичного туру

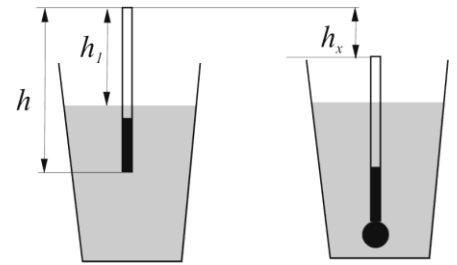
### 8, 9 класи

Визначити густину пластиліну.

Обладнання: трубочка для коктейлю, посудина з водою, лінійка (мм папір), пластилін, саморіз (усі учасники були попереджені про його наявність)

Відрізають кусок трубочки для коктейлю. В один її кінець поміщають пластилін і саморіз та опускають у посудину з водою. Для точності вимірювань пластилін та саморіз поміщають в трубочку всередину. Пластилін може виступати за межі трубки, але площа перерізу трубки  $S$  і площа перерізу циліндричної частини пластиліну однакові. Змінюючи кількість пластиліну, досягаємо плавання трубочки у вертикальному положенні (ареометр). Згідно умови плавання у воді:  $mg = \rho_6 V_{з1} g$  (1), де  $V_{з1} = S \cdot h_{з1}$ . Тут  $h_{з1}$  – глибина занурення ареометра. За допомогою лінійки визначають висоту трубочки над водою  $h_1$ .

Робимо з пластиліну кульку об'ємом  $V_{nl}$ , масою  $m_{nl}$  і прикріплюємо до нашого ареометра. Опускаємо цей пристрій у воду. Змінюючи кількість пластиліну, змушуємо плавати новий ареометр у воді. При цьому він зануриться глибше. Тоді  $(m + m_{nl})g = \rho_6 (V_{з3} + V_{nl})g$ , де  $V_{з3} = V_{з1} + Sh_x$ . Тут  $S$  – площа перерізу трубки,  $h_x$  – зміна висоти занурення трубки.



Звідси  $mg + m_{nl}g = \rho_6 V_{з1}g + \rho_6 Sh_x g + \rho_6 V_{nl}g$  або з врахуванням (1)  $m_{nl} = \rho_6 Sh_x + \rho_6 V_{nl}$ .

$\rho_{nl} \cdot V_{nl} = \rho_6 Sh_x + \rho_6 V_{nl}$ . Тоді  $\rho_{nl} = \frac{\rho_6 (Sh_x + V_{nl})}{V_{nl}} = \rho_6 \left( \frac{Sh_x}{V_{nl}} + 1 \right)$ . Зміну висоти  $h_x$ , діаметр трубки  $d$  ви-

мірюють лінійкою. Об'єм пластиліну можна виміряти, поклавши пластилінову кульку на лінійку і вимірявши діаметр кульки  $D$ .

Тоді  $V_{nl} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi \frac{D^3}{8} = \frac{\pi D^3}{6}$ ,  $\rho_{nl} \approx 2 \text{ г/см}^3$ .

### 9 – 11 класи

Визначити: а) масу лінійки  $m_l$ ; б) сумарну масу  $M$  шприця і тіла всередині шприця, в) об'єм тіла  $V$ , яке знаходиться всередині шприця.

**Розбирати шприц категорично заборонено!** Примітка. Густина води  $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

Обладнання. Шприц 10 мл, всередині якого знаходиться деяке тіло, лінійка, склянка з водою, серветки (для видалення пролитої води), нитки, ножиці.

Оскільки в шприці знаходиться деяке тіло, то не можна безпосередньо виміряти об'єм набраної води. Наберемо в шприц води до позначки  $V_0$ , так, щоб тіло було повністю занурено у воду. Підвісимо до кінця лінійки шприц з водою і врівноважимо її на краю стола. Правило моментів:

$$(M + m_0) l_0 = m_l (0,5L - l_0), \quad (1)$$

де  $l_0$  – довжина плеча від місця підвісу шприця до точки опори,  $L$  – довжина лінійки,  $m_0$  – маса води в шприці.

Доллемо в шприц води, так щоби вона доходила до позначки  $V_1$ . Тоді маса води  $m_1 = \rho_0 (V_1 - V_0)$  в грамах чисельно дорівнює об'єму доданої води  $V_1 - V_0$  в мл. Правило моментів в цьому випадку:

$$(M + m_0 + m_1) l_1 = m_l (0,5L - l_1), \quad (2)$$

З рівнянь (1) і (2) знайдемо масу лінійки:  $m_l = \frac{2m_1 l_1 l_0}{(l_0 - l_1) L}$  (3)

Проведемо ще один вимір, зовсім без води в шприці. Отримаємо рівняння  $M l = m_l (0,5L - l)$ ,

Звідси знайдемо масу шприця і тіла  $M$ :  $M = m_l \left( \frac{L}{2l} - 1 \right)$  (4)

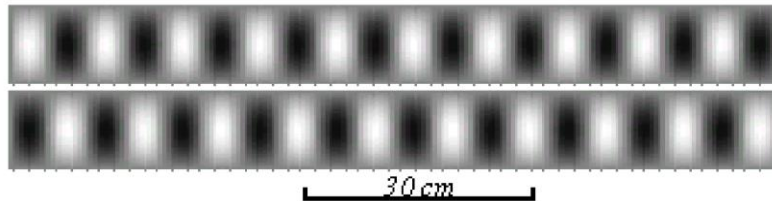
З рівнянь (1) і (4) виразимо масу  $m_0$  і підставимо масу лінійки  $m_1$  з виразу (3):

$$m_0 = \frac{m_1}{l_0} \left( \frac{L}{2} - l_0 \right) - \frac{m_1}{l} \left( \frac{L}{2} - l \right) = m_1 \cdot \frac{l_1}{l} \cdot \frac{l - l_0}{l_0 - l_1}.$$

Маса цієї води дорівнює  $m_0 = \rho_v (V_0 - V)$ . Звідси знаходимо об'єм тіла  $V$ :  $V = V_0 - \frac{m_0}{\rho_v}$ .

### 10, 11 класи

На рисунку показані дві послідовні світліни біжучих звукових хвиль в трубці, заповненої повітрям за нормальних умов, які були отримані «тіньовим» методом. Інтервал часу між світлинами дорівнює 0,001 секунди. Визначте швидкість звуку. Масштаб вказаний на рисунку. Примітка. При «тіньовому» методі світлі плями спостерігаються на місці розрідження повітря, а темні – на місці згущень.



При «тіньовому» методі світлі плями спостерігаються на місці розрідження, а темні – на місці згущень, тому відстань між двома сусідніми білими смугами (що дорівнює 10 см) відповідає довжині хвилі.

Крім того, видно, що за час  $\Delta t = 0,001$  с смуги зміщуються на непарне число півхвиль. Тоді  $v = l/\Delta t$ , де  $l = (n + 1) \cdot \lambda/2$ ,  $n$  – невід'ємне ціле число. Підставляючи числові значення, отримуємо  $v = (n + 1) \cdot \frac{10^{-1}}{2 \cdot 10^{-3}} = 350$  м/с. Значенням швидкості звуку в повітрі при нормальних умовах найближче 350 м/с.