

**Відповіді III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики
(2022-2023 навчальний рік)
Експериментальний тур
8 клас**

Опис схеми експериментальної установки

Для визначення маси частинок, скористаємося явищем плавання тіл. З корпусу шприца виготовимо поплавок, витягнувши поршень. Отвір, через який може затікати рідина, закриємо рідким парафіном. Щоб корпус шприца плавав у воді, знизу прикріпимо кусочок пластиліну. Шприц опускаємо в стакан з водою і фіксуємо глибину його занурення по шкалі шприца (рис.1).

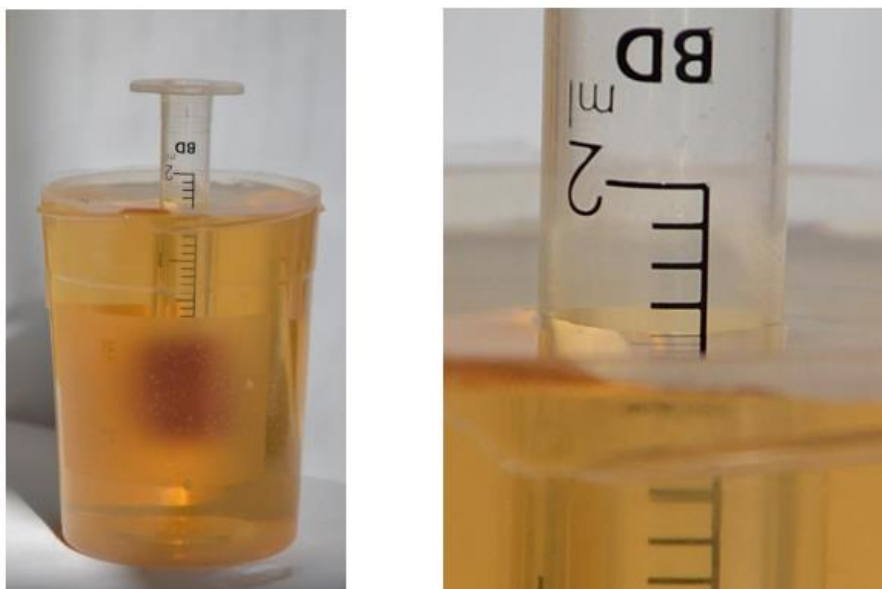


Рис. 1. Глибина занурення пустого шприца

Теоретичне обґрунтування методу

Для визначення маси частинок, скористаємося явищем плавання тіл. Густина дрібних частинок матеріалу розраховуємо за формулою

$$\rho = \frac{m}{V} (1).$$

Для розрахунку об'єму сухого твердого матеріалу без урахування об'єму повітря між частинками матеріалу: $V = V_{\text{п}} + V_{\text{поч}} + V_{\text{кінц}}$, де $V_{\text{кінц}}$ – об'єм витісненої рідини шприца з подрібненим матеріалом, $V_{\text{поч}}$ – об'єм витісненої рідини пустого шприца без подрібненого матеріалу, $V_{\text{п}}$ – об'єм повітря між частинками подрібненого матеріалу.

Умова плавання пустого шприца з пластиліном: $m_{\text{ш}}g = \rho_{\text{в}}g$, або $m_{\text{ш}} = \rho_{\text{в}}V_1$ (2), де $m_{\text{ш}}$ – маса шприца без частинок, V_1 – об'єм витісненої води пустим шприцом.

Потім у шприц насипаємо частинки твердого матеріалу і знову фіксуємо глибину занурення (рис. 2).

Експеримент 2

Вимірюємо глибину занурення шприца з подрібненим матеріалом h2

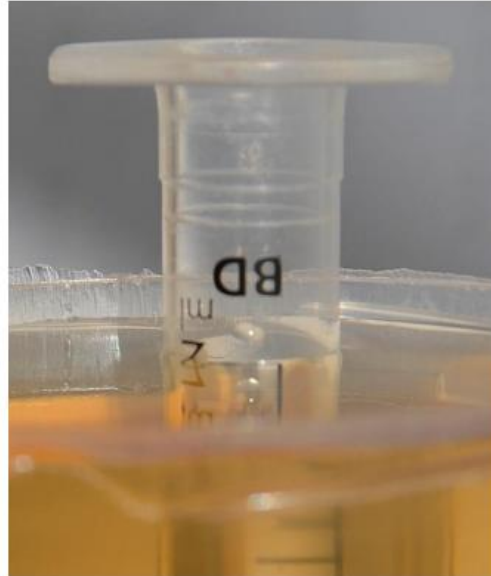
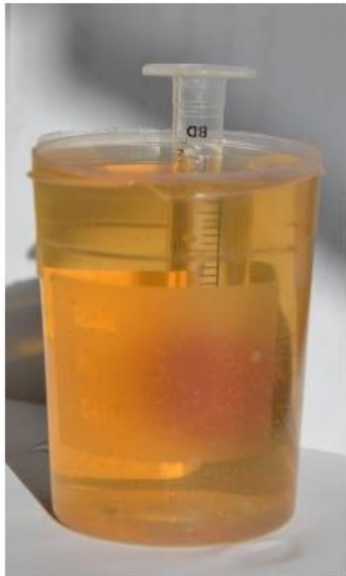


Рис. 2. Глибина занурення шприца з частинками твердого матеріалу

Умова плавання шприца з частинками $(m + m_{\text{ш}}) g = \rho_{\text{в}} g V_2$. (3), або $m = \rho_{\text{в}} V_2 - m_{\text{ш}}$, де m – маса твердого матеріалу, V_2 – об’єм витісненої води шприцом з твердим матеріалом.

Підставимо вираз (2) в (3) та отримаємо $m = \rho_{\text{в}} (V_2 - V_1)$. Об’єми витісненої води V_1 та V_2 можна розрахувати як $V_1 = S h_1$ де $V_2 = S h_2$, де h_1 – висота зануреної частини пустого шприца, h_2 – висота зануреної частини шприца з твердим матеріалом, $S = \frac{\pi d^2}{4}$ – площа поперечного перерізу зовнішньої частини шприца (d діаметр поперечного перерізу зовнішньої частини шприца). Отже, $m = \rho_{\text{в}} S (h_2 - h_1) = \rho_{\text{в}} \frac{\pi d^2}{4} (h_2 - h_1)$. (4).

Об’єм частинок $V_{\text{ч}}$ визначимо як різницю між об’ємом частинок з водою та об’ємом повітря $V_{\text{п}}$ між частинками: $V_{\text{ч}} = V_2 - V_1 - V_{\text{п}}$. (5).

$$\text{Отже, } \rho = \frac{\rho_{\text{в}} \pi d^2 (h_2 - h_1)}{4(V_2 - V_1 - V_{\text{п}})}.$$

Методика вимірювання необхідних фізичних величин

Експеримент 1

Вимірюємо рівень занурення пустого шприца h_1



Рис. 1. Глибина занурення пустого шприця

Експеримент 2

Вимірюємо глибину занурення шприця з подрібненим матеріалом h_2



Рис. 2. Глибина занурення шприця з частинками твердого матеріалу

Експеримент 3

Визначення об'єму повітря між частинками твердого матеріалу

Для визначення об'єму повітря між частинками твердого матеріалу в другий шприц набираємо води та поступово накапуємо її у шприц з частинками до тих пір, поки вода ледь покриє частинки (рис. 3)

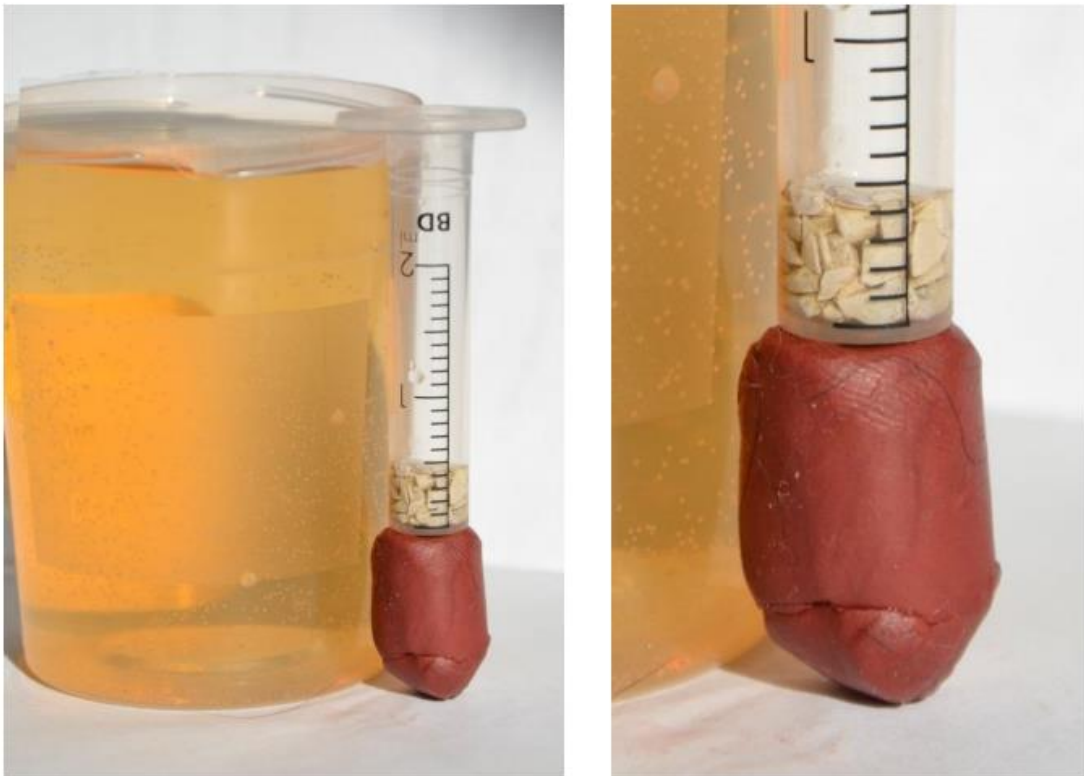


Рис. 3.Об'єм твердого матеріалу, покритого водою

Об'єм води $V_{\text{в}}$, що влили, визначаємо як різницю в показах об'ємів води в шприцах до та після закапування в шприц з твердим матеріалом

$$V_{\text{в}} = V_{\text{поч}} - V_{\text{кінц}} \quad (6) \text{ (рис. 4), (рис. 5).}$$

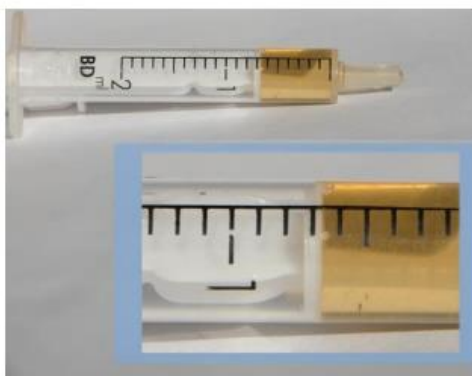


Рис.4. Початковий об'єм води у шприці

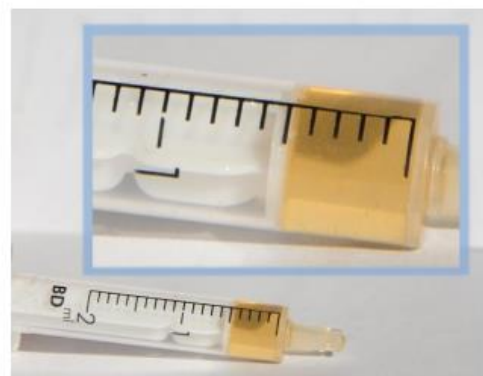


Рис. 5. Об'єм води після покриття твердого матеріалу