

9.1. Исследуем шприц (2). Определите плотность неизвестной жидкости и среднюю плотность материала, из которого изготовлен шприц.

Приборы и оборудование: шприц (5 или 10 мл), нить (~ 1 м), деревянная линейка (50 см), пластиковая бутылка (1,5 л с отрезанным верхом) на $3/4$ заполненная водой, стаканчик с неизвестной жидкостью, штатив с лапкой (или аналог), заглушка для шприца (деревянная зубочистка (её можно ломать)), салфетки для поддержания порядка, поднос.

Примечание: Во избежание выливания жидкости, рекомендуется пользоваться заглушкой, вставляемой в шприц.

Плотность воды $\rho = 1\,000\text{ кг/м}^3$.

Рекомендации организаторам

В качестве неизвестной жидкости лучше всего использовать концентрированный раствор поваренной соли или сахарного сиропа с плотностью $1\,100 - 1\,200\text{ кг/м}^3$. Жидкость можно слегка подкрасить зеленкой или медным купоросом.

Возможное решение (Замятнин М.). Найдем массу m пустого шприца. Для этого уравновесим его на линейке, которую будем использовать одновременно в качестве рычага и противовеса. Измеряем расстояние l_1 от точки подвеса системы точки подвеса шприца. Затем заполняем шприц водой (добавляя массу воды m_w), уравниваем его на линейке (не изменяя расстояние от точки подвеса системы до центра тяжести линейки) и измеряем новое расстояние l_2 от него до точки подвеса системы. Решая систему уравнений, находим массу шприца $m = m_w \frac{l_2}{l_1 - l_2}$. Заполнив шприц неизвестной жидкостью до объема V , вновь добиваемся равновесия (измеряем плечо l_3) и рассчитываем плотность жидкости $\rho_x = \frac{m}{V} \frac{l_1 - l_3}{l_3}$. Определение плотности шприца осложняется тем, что он плавает в воде и вытесненные объемы точно измерить нечем. Но можно либо добиться безразличного плавания шприца в полностью погруженном состоянии в воде, отливая из него часть неизвестной жидкости обратно в стаканчик, либо можно провести гидростатическое взвешивание шприца заполненного неизвестной жидкостью в колбе с водой. И тот и другой способ позволяют найти среднюю плотность шприца.

Критерии оценивания

- | | |
|---|---------|
| 1) Определена масса шприца | 2 балла |
| 2) Метод определения плотности неизвестной жидкости | 2 балла |
| 3) Результаты измерений и воспроизводимость (например, таблица) | 2 балла |
| 4) Найдена плотность неизвестной жидкости | 2 балла |
| отличие менее чем на 10% | 2 балла |
| отличие менее чем на 15% | 1 балл |
| 5) Метод определения плотности шприца | 3 балла |
| 6) Результаты измерений и воспроизводимость (например, таблица) | 2 балла |
| 7) Найдена средняя плотность материала шприца | 2 балла |
| отличие менее чем на 10% | 2 балла |
| отличие менее чем на 15% | 1 балл |