

Лабораторная работа №9

Измерение поверхностного натяжения жидкости

Цель: изучить поверхностное натяжение воды и измерить ее поверхностное натяжение.

Место проведения: кабинет физики.

Оборудование: шприц, стакан с водой, пустой стакан.

Виды самостоятельной работы: проведение эксперимента, заполнение таблицы значениями физических величин, расчёт данных, расчёт погрешностей измерений, ответы на контрольные вопросы.

Краткая теоретическая справка

На границе соприкосновения твёрдых тел с жидкостями наблюдается явление смачивания, состоящее в искривлении свободной поверхности жидкости около твёрдой стенки сосуда.

Коэффициентом поверхностного натяжения жидкости называется работа, необходимая для изотермического увеличения площади поверхности жидкости на одну единицу и рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \frac{\Delta A}{\Delta S}.$$

Если поверхность жидкость ограничена периметром смачивания, то коэффициент поверхностного натяжения численно равен силе, действующей на единицу периметра смачивания и направленной перпендикулярно к этому периметру: $\sigma = \frac{F}{l}$, где l – длина периметра смачивания, F – сила поверхностного натяжения, действующая по длине периметра смачивания.

В системе СИ коэффициент поверхностного натяжения σ выражается в ньютонах на метр (Н/м).

Поверхность жидкости, искривлённая на границе с твёрдым телом, называется мениском.

Линия, по которой мениск пересекается с твёрдым телом, называется **периметром смачивания**.

Явление смачивания характеризуется краевым углом θ между поверхностью твёрдого тела и мениском в точках их пересечения, то есть в точках периметра смачивания.

Жидкость называется смачивающей твёрдое тело, если краевой угол острый: $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$.

Для жидкостей, не смачивающих твёрдое тело, краевой угол тупой: $\frac{\pi}{2} < \theta \leq \pi$.

Узкие цилиндрические трубки с диаметром около миллиметра и менее называются **капиллярами**.

Высоту h поднятия жидкости в капиллярах можно найти по формуле:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r}, \text{ где } \rho - \text{плотность жидкости, } g - \text{ускорение свободного падения.}$$

Изменение высоты уровня в капиллярах называются капиллярными явлениями. Этими явлениями можно объяснить свойство ряда тел впитывать влагу (гигроскопичность тел).

Поверхностное натяжение можно определять различными методами. В лабораторной работе используется метод отрыва капель. При нажатии на поршень шприца так, чтобы из отверстия узкого конца шприца медленно падали капли происходит отрыв капли в тот момент, когда сила тяжести, действующая на каплю, становится равной равнодействующей сил поверхностного натяжения, действующих вдоль линии окружности шейки капли. Если считать, что диаметр капли d равен внутреннему диаметру наконечника шприца, тогда коэффициент поверхностного натяжения

$$\sigma = \frac{m_0 g}{\pi d}$$

m_0 – масса одной капли и $m_0 = \frac{m}{N}$, где N – количество капель и получаем

$$\sigma = \frac{mg}{N\pi d}.$$

Порядок выполнения задания

1. Начертить таблицу 12 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 12

№ опыта	d, м	g, м/с ²	N	m, кг	σ, Н/м	Δσ, Н/м	ε, %	σ _{табл} , Н/м
1		9,81						72·10 ⁻³
2								
3								
4								
5								
Среднее значение	—		—	—				

2. Определите цену деления шприца.

3. Шприц заполнить жидкостью.

4. Нажимать на поршень шприца так, чтобы из отверстия узкого конца шприца медленно падали капли.

5. Рассчитать массу капель $m = \rho \cdot V$, где V объем жидкости в шприце, ρ плотность жидкости ($\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$) (результаты записать в таблицу 12).

6. Рассчитать поверхностное натяжение для каждого случая по формуле $\sigma = \frac{mg}{N\pi d}$, при вычислении выделить множитель 10^{-3} (результаты записать в таблицу 12).

7. Рассчитать среднее значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{ср}}$ (результат записать в таблицу 12).

8. Рассчитать для каждого случая абсолютную погрешность: $\Delta\sigma = |\sigma_{\text{ср}} - \sigma|$ (результаты записать в таблицу 12).

9. Рассчитать среднее значение $\Delta\sigma_{\text{ср}}$ (результат записать в таблицу 12).

10. Рассчитать относительную погрешность: $\varepsilon = \frac{\Delta\sigma_{\text{ср}}}{\sigma_{\text{ср}}} 100\%$

11. Записать результат измерения в виде

$$\sigma = \left(\sigma_{\text{ср}} \pm \Delta\sigma_{\text{ср}} \right) \frac{H}{M}, \quad \varepsilon = \dots\%.$$

12. Сделать вывод.

Требования к содержанию отчета

Отчет должен содержать:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- оборудование;
- ход работы;
- вывод;
- ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какой физический смысл поверхностного натяжения жидкости?
2. От чего зависит поверхностное натяжение жидкости?
3. Из нескольких сортов фильтрованной бумаги нужно выбрать тот, в котором поры меньше. Как это установить без каких-либо приборов?
4. Определить поверхностное натяжение спирта, если в капиллярной трубке диаметром 1 мм он поднялся на 11 мм.