

Лабораторная работа 2.5.1
Измерение коэффициента поверхностного натяжения
жидкости

Вячеслав Ждановский, студент 611 группы ФРКТ
Шамиль Вагабов, студент 611 группы ФРКТ
Станислав Токарев, студент 611 группы ФРКТ
Кичин Егор, студент 611 группы ФРКТ

02 апреля 2017 г.

Цель работы: 1) измерение коэффициента поверхностного натяжения исследуемой жидкости при разной температуре с использованием известного коэффициента поверхностного натяжения другой жидкости; 2) определение полной поверхностной энергии и теплоты, необходимой для изотермического образования единицы поверхности жидкости.

В работе используются: прибор Ребиндера с термостатом; исследуемые жидкости; стаканы.

1 Теория

Наличие поверхностного слоя приводит к различию давлений по разные стороны от искривлённой границы раздела двух сред. Для сферического пузырька внутри жидкости избыточное давление дается формулой Лапласа:

$$\Delta P = P_{\text{внутри}} - P_{\text{снаружи}} = \frac{2\sigma}{r}. \quad (1)$$

Эта формула лежит в основе предлагаемого метода определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости. Измеряется давления, необходимое для выталкивания в жидкость пузырька газа.

2 Экспериментальная установка

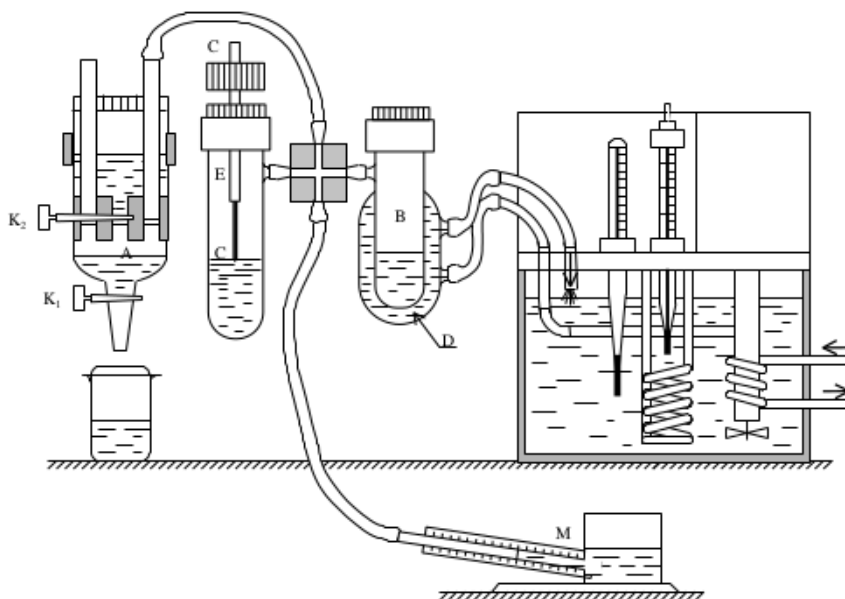


Рис. 1: Схема экспериментальной установки. А, В, Е - сосуды. С - полая металлическая игла. К₁, К₂ - краны. М - манометр. А - аспиратор.

3 Ход работы

1. Убеждаемся в исправности установки. Устанавливаем иглу так, чтобы её кончик лишь коснулся поверхности воды. Установив скорость падения капель примерно 1 капля в 5 секунд, добьемся пробулькивания пузырьков и того, что манометр показывает медленный рост давления до некоторого максимального значения и затем быстрое его падения при пробулькивании пузырька.
2. Устанавливаем достаточно малую частоту падения капель - максимальное давление не зависит от этой частоты.
3. Измерим максимальное значение при пробулькивании пузырька. При этом заметного разброса вне систематической погрешности манометра не наблюдалось.

$$P_{max} = 40 \cdot 0.2 \cdot 9.8 = 78.4 \text{ Па} \quad (2)$$

4. Найдем из (1) диаметр иглы.

$$d = \frac{4\sigma}{\Delta P} = 1.16 \pm 0.03 \text{ мм} \quad (3)$$

Сравним полученное значение с прямыми измерениями:

$$d_{\text{прям}} = 1.10 \pm 0.05 \text{ мм} \quad (4)$$

Заметим, что результат попал в диапазон погрешности измерений.

5. Перенесем иглу в сосуд с анилином (при этом не забыв ее вытереть).
6. Измерим максимальное давление в пузырьках, когда игла лишь касается поверхности жидкости.

$$P_1 = 235 \pm 2 \text{ Па} \quad (5)$$

Измерим максимальное давление, когда игла почти полностью утоплена.

$$P_2 = 302 \pm 2 \text{ Па} \quad (6)$$

Измерим Δh линейкой:

$$\Delta h_{\text{прям}} = 7 \pm 1 \text{ мм} \quad (7)$$

Найдем Δh по косвенным измерениям:

$$\Delta h_{\text{прям}} = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{302 - 235}{1026 \cdot 9.8} = 6.6 \pm 0.3 \text{ мм} \quad (8)$$

Снова убеждаемся в попадании в диапазон погрешности.

7. Снимем зависимость $\sigma(T)$ при нагревании анилина при помощи термостата.

t, °C	24	29	33	37	41	45
ΔP , Па	77	74	72	67	64	61
σ , $10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$	42.4	40.7	39.6	36.9	35.2	33.6

Таблица 1: Измерения зависимости σ от T

8. Из графика находим:

$$\frac{d\sigma}{dT} = -0.43 \pm 0.02 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3\text{К}} \quad (9)$$

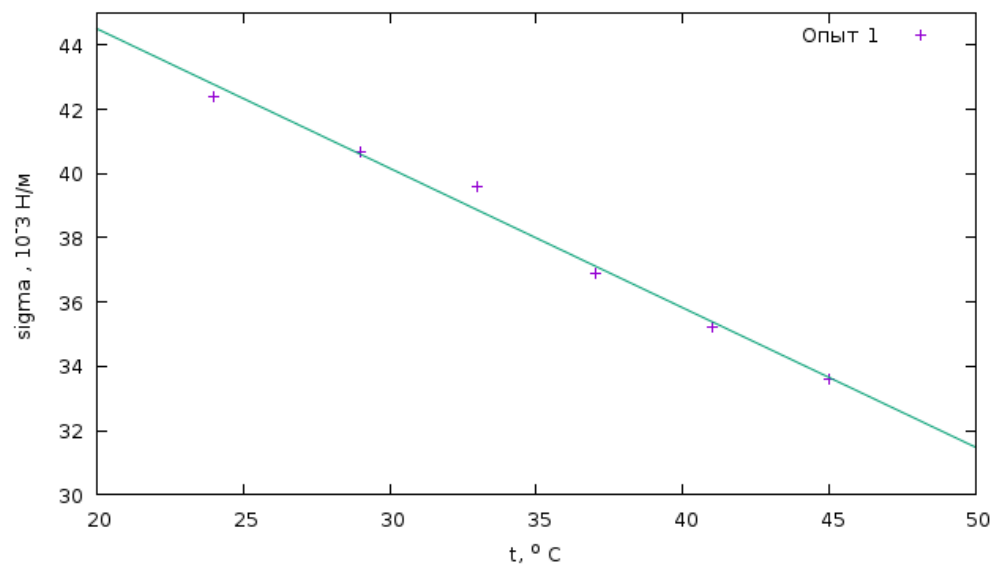


Рис. 2: Полученный график

4 Авторы

Вячеслав Ждановский, студент 611 группы ФРКТ

Шамиль Вагабов, студент 611 группы ФРКТ

Станислав Токарев, студент 611 группы ФРКТ

Кичин Егор, студент 611 группы ФРКТ