

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Отчет о выполнении лабораторной работы №2.5.1

Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

Выполнил студент группы Б03-405
Тимохин Даниил

9 апреля 2025 г.

1. Аннотация

В данной работе исследуется зависимость поверхностного натяжения от температуры. И поверхностной энергии единицы площади.

2. Теоретическая справка

В данной работе исследуется поверхностное натяжение за счет давления Лапласа. В установке создаётся разность давлений между внутренним и атмосферным. Когда начинают образовываться пузырьки, то мы фиксируем давление. Из курса общей физики известно

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{r} \quad (1)$$

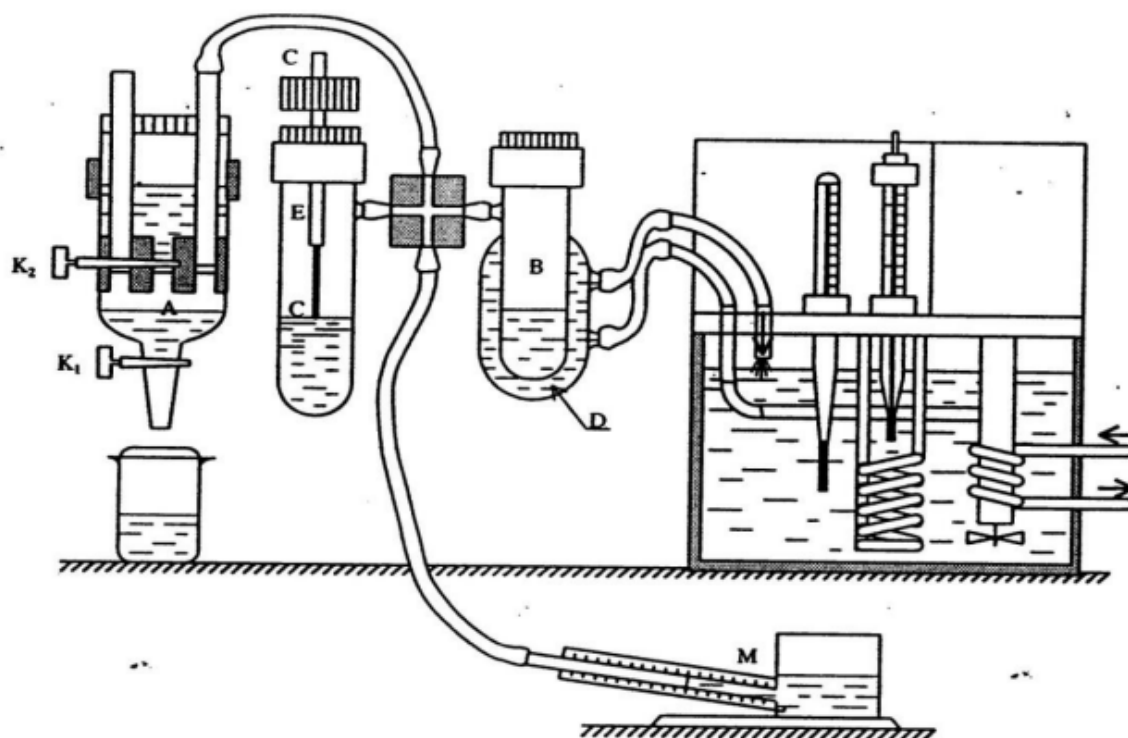


Рис. 1 Схема установки для измерения температурной зависимости коэффициента поверхностного натяжения.

И с помощью данной установки получаем зависимость $\sigma(T)$. Из неё получим теплоту образования единицы поверхности и поверхностную энергию.

3. Оборудование

Установка
Микроманометр
Термостат

4. Проведение эксперимента и обработка результатов

Проведем начальные измерения на спирт для получения размера иглы. Получим $P = 46 \pm 1$ мм и учитывая табличную $\sigma_{\text{спирта}} = 22,78 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$, получаем $r = 0,5$ мм и $\varepsilon_r = 0,02$. По мик-

роскопу получим $r = 0,45$ мм и $\varepsilon_r = 0,05$. Поэтому лучше брать размер по непрямым измерениям.

Далее, чтобы предотвратить влияние изменения температуры в воде проведем измерение давления с высотой. Получаем примерно $P_1 = 118 \pm 1$ мм на поверхности и $P = 191 \pm 1$ мм для разных высот. Теперь мы знаем поправочные коэффициенты.

Также зная это оценим коэффициент поверхностного натяжения воды $\sigma_0 = 58,93 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$ и $\varepsilon_{\sigma_0} = 0,025$.

Теперь изучим оставшиеся точки.

Таблица 1. Данные полученные в эксперименте

Т, С	Р, мм	Р, Па	ε_P	г, м	ε_r	$\sigma, \frac{\text{мДж}}{\text{м}^2}$	ε_σ
19	191	232,32	0,014	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,93	0,025
19	191	232,32	0,014	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,93	0,025
26	191	232,32	0,014	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,93	0,025
26	190	230,37	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,43	0,025
26	191	232,32	0,014	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,93	0,025
29,5	191	232,32	0,014	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,93	0,025
29,5	190	230,37	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,43	0,025
29,5	190	230,37	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,43	0,025
34,5	190	230,37	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,43	0,025
34,5	190	230,37	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,43	0,025
34,5	189	228,42	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	57,94	0,025
39,4	190	230,37	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	58,43	0,025
39,4	189	228,42	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	57,94	0,025
39,4	189	228,42	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	57,94	0,025
44,4	189	228,42	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	57,94	0,025
44,4	189	228,42	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	57,94	0,025
44,4	188	226,47	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	57,44	0,025
49,3	188	226,47	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	57,44	0,025
49,3	188	226,47	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	57,44	0,025
49,3	188	226,47	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	57,44	0,025
54,3	187	224,52	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	56,95	0,025
54,3	187	224,52	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	56,95	0,025
54,3	186	222,56	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	56,45	0,025
59	185	220,61	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	55,95	0,025
59	185	220,61	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	55,95	0,025
59	185	220,61	0,015	$5,07 \cdot 10^{-4}$	0,02	55,95	0,025

Получая зависимость $\sigma(T)$ прямой получим $\frac{d\sigma}{dT} = 69,88 \frac{\text{мДж}}{\text{м}^2 \text{К}}$

И используя формулы $q = -T \frac{d\sigma}{dT}$ и $\frac{U}{F} = \sigma - T \frac{d\sigma}{dT}$ получаем графики.

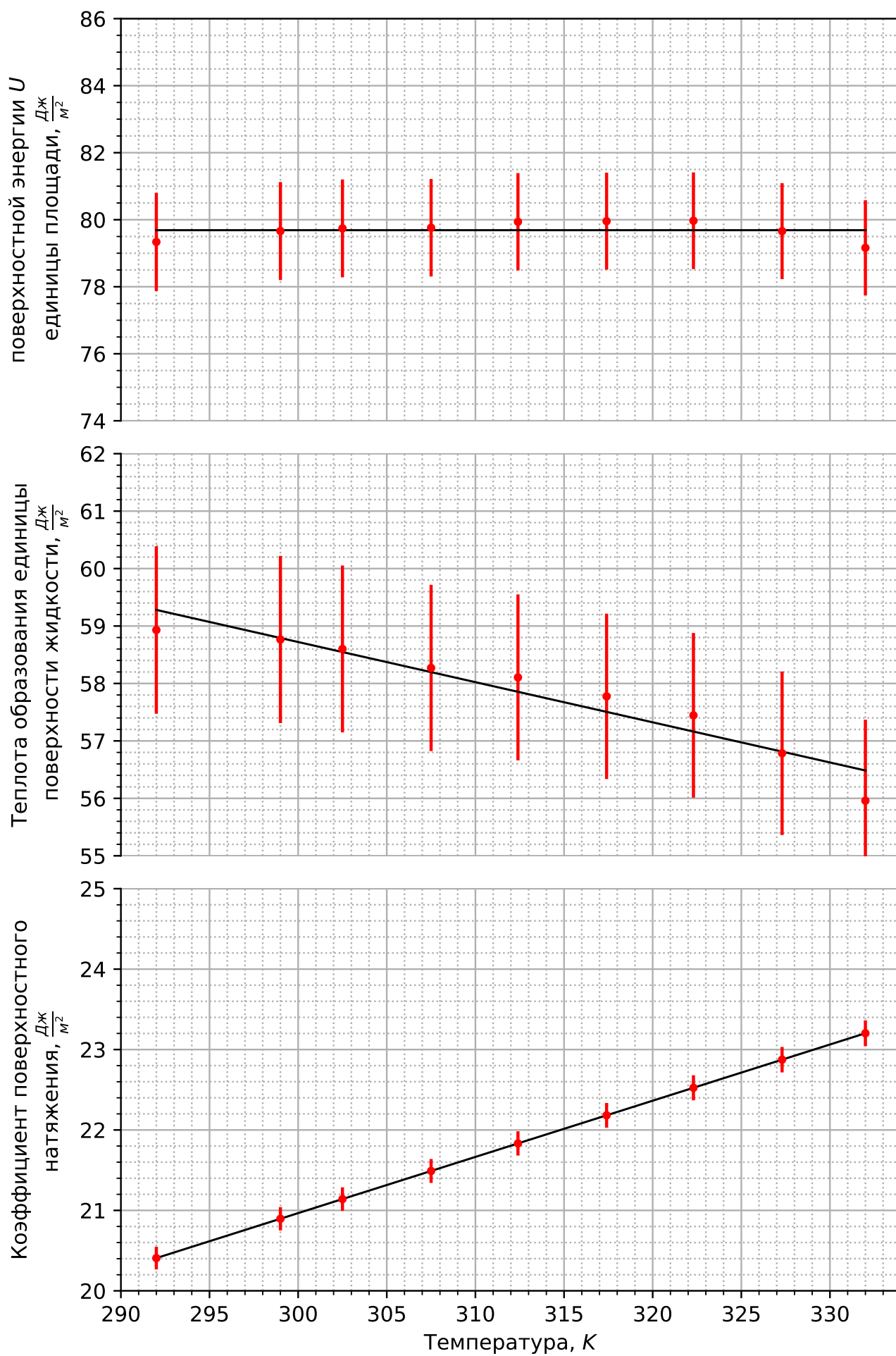


Рис. 1. Графики

Отсюда следует, что $\frac{U}{F} = 79.68 \frac{\text{мДж}}{\text{м}^2}$ и $\varepsilon_{\frac{U}{F}} = 0,02$.

5. Обсуждение результатов и выводы

Мы подтвердили, что коэффициент поверхностного натяжения падает при росте температуры.

Также было продемонстрировано, что поверхностная энергия на единицу площади остаётся постоянной вне зависимости от температуры на исследуемом участке.