

Определение C_p/C_v методом адиабатического расширения газа

Каспаров Николай, Б01-304

February 29, 2024

Цель работы:

- Измерение температурной зависимости коэффициента поверхностного натяжения дистиллированной воды с использованием известного коэффициента поверхностного натяжения спирта;
- Определение полной поверхностной энергии и теплоты, необходимой для изотермического образования единицы поверхности жидкости при различной температуре.

В работе используются:

- Прибор Ребиндера с термостатом и микроманометром
- Исследуемые жидкости
- Стаканы.

1 Теоретическое введение

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

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

2 Определение диаметра иглы

После 5 измерений максимальной разницы давления для спирта получим:

$$\Delta P = (84.7 \pm 0.8) \text{ Па}$$

Табличное значение $\sigma_{\text{сп}} = 0.023 \text{ Н/м}$

Получим $r = (0.543 \pm 0.005) \text{ мм}$,

Что точнее измеренного микрометром $d = (1.00 \pm 0.01) \text{ мм}$

3 Определение Δh

Будем использовать воду,

Табличное значение $\sigma_{\text{сп}} = 0.072 \text{ Н/м}$

Максимальная разница давления с иглой у поверхности и у дна соответственно:

$$\Delta P_1 = (249 \pm 2) \text{ Па}$$

$$\Delta P_2 = (396 \pm 2) \text{ Па}$$

Тогда получаем, что

$$\Delta h = \frac{\Delta P}{\rho g} = (15.0 \pm 0.1) \text{ мм}$$

Что идеально совпадает с измеренным $\Delta h_{ref} = (15.0 \pm 0.1) \text{ мм}$

4 Построение зависимости $\sigma(T)$

Погрузим иголку на дно, построим график зависимости $\sigma(T)$.

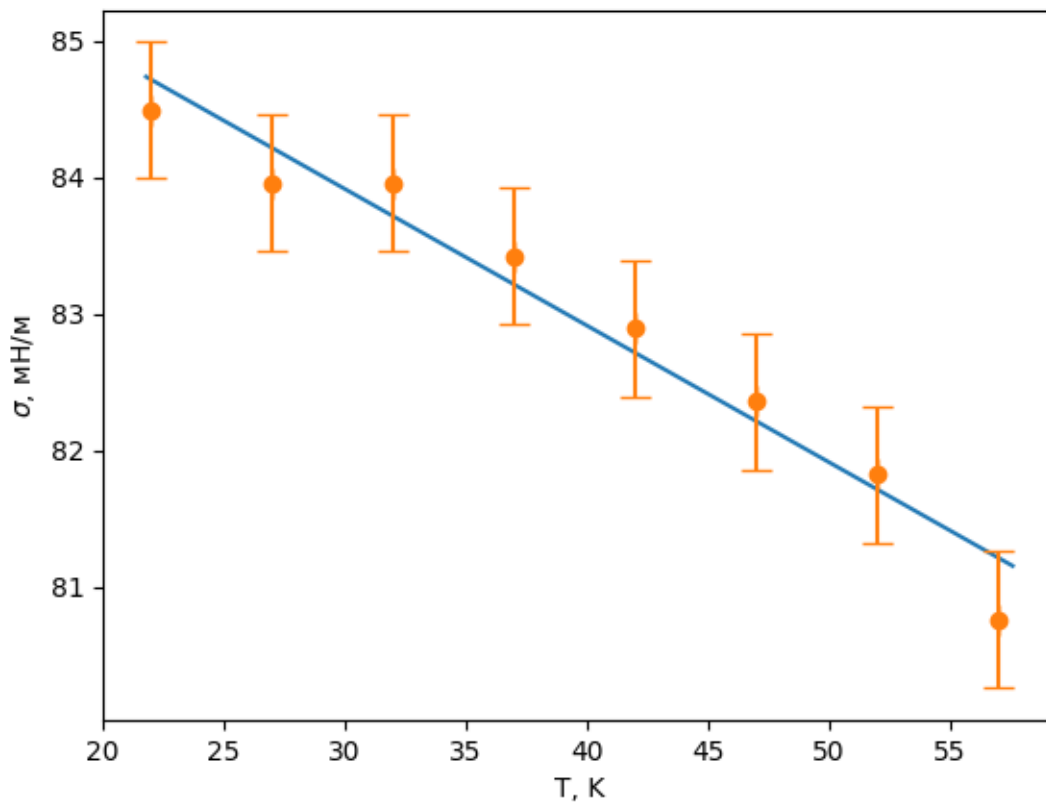


Рисунок 1: График зависимости разности давления от температуры

Из графика найдем: $(\frac{d\sigma}{dT} = -0.10 \pm 0.01) \text{ мН/м} \cdot K$

Построим также $q(t)$ и $U_{\text{п}}/\Pi(t)$

$$q(T) = -T \frac{d\sigma}{dT} \quad (2)$$

$$U_{\text{п}}/\Pi(T) = q(T) + \sigma(T) \quad (3)$$

5 Вывод

Мы определили диаметр иглы с точностью, сравнимой с микрометром.

Мы определили глубину погружения иглы с точностью линейки.

Мы построили график коэффициента поверхностного натяжения воды от температуры, который, к сожалению, плохо совпал с табличными значениями.

Мы определили $\frac{d\sigma}{dT} = (-0.10 \pm 0.01) \text{ мН/м} \cdot K$

Мы определили, что $U_{\text{п}}/\Pi = (136 \pm 14) \text{ мН/м} \cdot K$ и не зависит от температуры

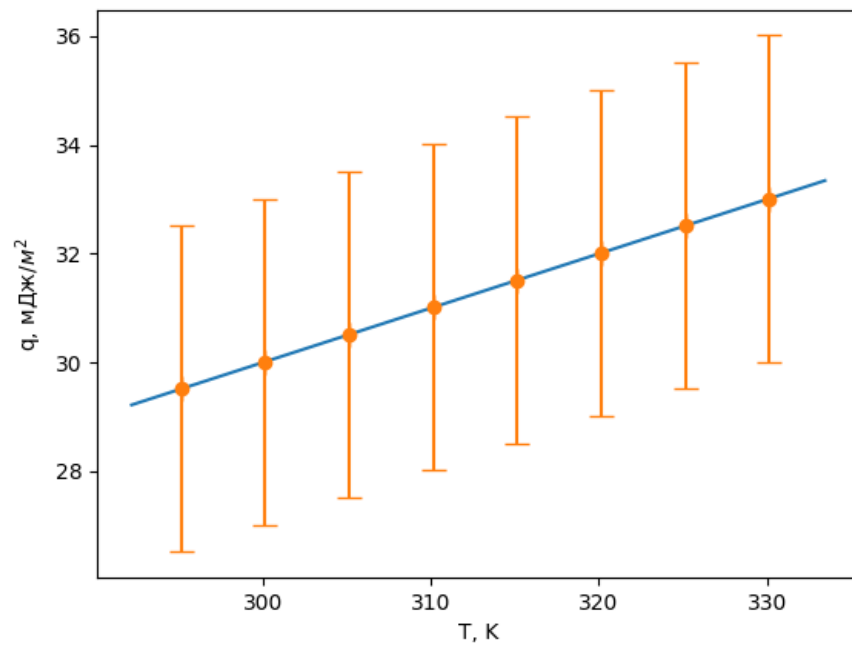


Рисунок 2: График зависимости образования единицы поверхности жидкости от температуры

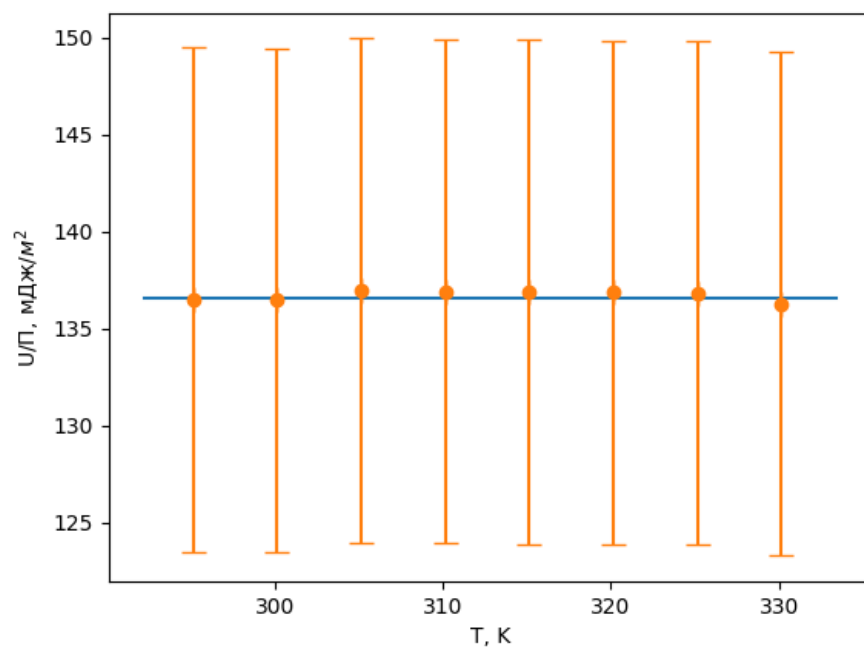


Рисунок 3: График поверхностной энергии единицы площади от температуры