

Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости (2.5.1)

Манро Эйден

Введение

Цель работы: 1) измерение температурной зависимости коэффициента поверхностного натяжения дистиллированной воды с использованием известного коэффициента поверхностного натяжения спирта; 2) определение полной поверхностной энергии и теплоты, необходимой для изотермического образования единицы поверхности жидкости при различной температуре.

Оборудование: прибор Ребиндера с термостатом и микроманометром; исследуемые жидкости; стаканы.

Теоретические сведения

Наличие поверхностного слоя приводит к разнице давлений по разные стороны от искривленной границы раздела двух сред. Для сферического пузырька с воздухом внутри жидкости избыточное давление рассчитывается с использованием формулы Лапласа,

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{r}$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения, $P_{\text{внутри}}$ и $P_{\text{снаружи}}$ – давление внутри пузырька и снаружи, r – радиус кривизны поверхности раздела двух фаз. Эта формула является основой предложенного метода определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости. Для этого измеряется давление ΔP , необходимое для выталкивания в жидкость пузырька воздуха.

Экспериментальная установка

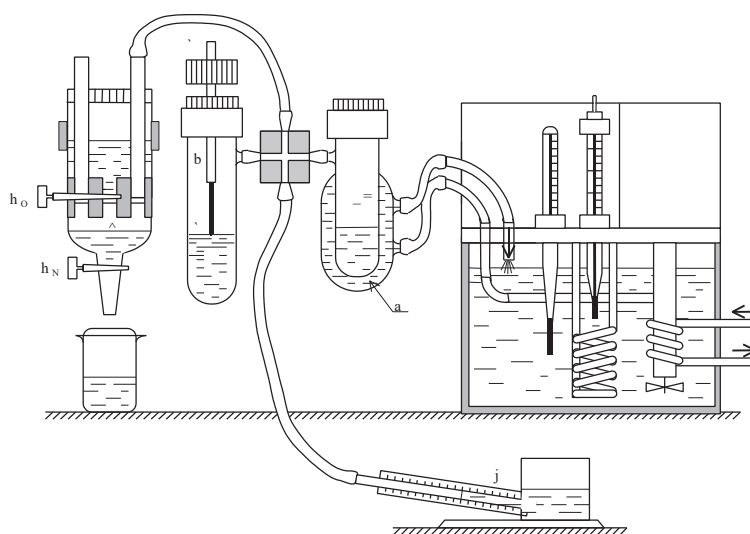


Рис. 1: Схема установки для измерения температурной зависимости коэффициента поверхностного натяжения.

Исследуемая жидкость (дистиллированная вода) наливается в сосуд (колбу) **В** (рис. 1). Тестовая жидкость (этиловый спирт) наливается в сосуд **Е**. При измерениях колбы герметично закрываются пробками. Через одну из двух пробок проходит полая металлическая игла **С**. Этой пробкой закрывается сосуд, в котором проводятся измерения. Верхний конец иглы открыт в атмосферу, а нижний погружен в жидкость. Другой сосуд герметично закрывается второй пробкой. При создании достаточного разряжения воздуха в колбе с иглой пузырьки воздуха начинают пробулькивать через жидкость. Поверхностное натяжение можно определить по величине разряжения ΔP (), необходимого для прохождения пузырьков (при известном радиусе иглы).

Разряжение в системе создается с помощью аспиратора **А**. Кран **К2** разделяет две полости аспиратора. Верхняя полость при закрытом кране **К2** заполняется водой. Затем кран **К2** открывают и заполняют водой нижнюю полость аспиратора. Разряжение воздуха создается в нижней полости при открывании крана **К1**, когда вода вытекает из неё по каплям. В колбах **В** и **С**, соединённых трубками с нижней полостью аспиратора, создается такое же пониженное давление. Разность давлений в полостях с разряженным воздухом и атмосферой измеряется спиртовым микроманометром.

Погрешности

$$\sigma_{\text{микроскоп}} = 0,05 \text{ мм} \quad \sigma_{\text{линейка}} = 0,5 \text{ мм} \quad \sigma_{\text{манометр}} = 0,1 \text{ Па}$$

Ход работы

1. Проверим герметичность установки.
2. Откроем кран К1. Подберём частоту падения капель около одной капли в 5 секунд.
3. Измерим максимальное давление $\Delta P_{\text{спирт}}$ при пробулькивании пузырьков воздуха через спирт. Данные занесём в таблицу 1. По разбросу результатов оценим случайную погрешность измерения.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h , дел	46	45	46	45	45	45	45	45	45	45
$h_{\text{ср}} = 45,2$ дел					$\sigma_h = 0,3$ дел					

Таблица 1: Измерения для спирта ($h_{\text{сп}}$)

В таблице учтена только случайная погрешность величины h , которая составляет около 0,7 % в то время как приборная погрешность составляет две цены деления (1 деление – инструментальная погрешность и плюс ещё одно – моя реакция и способность зафиксировать правильное деление), то есть её относительный вклад $\approx 2/46 \approx 4.3\%$.

По формуле $\Delta P = 0.2 \cdot 9.81 \cdot h$ вычислим ΔP .

$$\Delta P = (92.6 \pm 4.0)$$