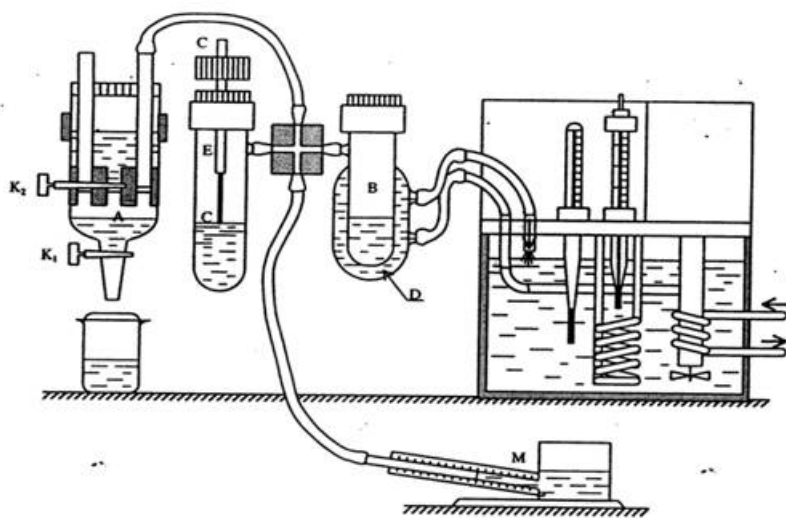


Лабораторная работа 2.5.1  
 "Измерение коэффициента поверхности натяжения жидкости"  
 Б01-005 Радькин Кирилл

Цель работы:

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

Экспериментальная установка:



Ход работы:

1) Убедимся в исправности установки

2) Подберем частоту падения капель из аспиратора так, чтобы максимальное давление микроманометра не зависело от этой частоты. Для этого пузырьки не должны пробулькивать слишком часто (не чаще, чем 1 пузырек в 5 секунд)

3) Измерим максимальное давление при пробулькивании пузырька (в спирте, при комнатной температуре  $t = 21^\circ\text{C}$ ) и подсчитаем радиус капилляра.

h, дел.	38	39	38	39	39
P, Па	74,3	76,2	74,3	76,2	76,2

h - кол-во делений на микроманометре, P - давление

$$P = c \cdot h \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \cdot K \cdot 9.81, \text{ где:}$$

- $c = 1$
- $K = 0.2$  (коэффициент, зависящий от угла наклона)
- $\gamma_1 = 0.8066 \text{ г/см}^3$  — плотность залитого спирта
- $\gamma_2 = 0.8095 \text{ г/см}^3$  — плотность приборного спирта

$$\langle P \rangle = 75.4 \text{ Па}, \sigma_p = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (P_i - \langle P \rangle)^2} = 0.5 \text{ Па} \rightarrow \langle P \rangle = 75.4 \pm 0.5 \text{ Па}$$

4) Используя формулу Лапласа ( $\Delta P = \frac{2\sigma}{R}$ ) найдем радиус капилляра  $R = \frac{2\sigma}{\langle P \rangle} = 0.59 \text{ мм}$   
Сравним его с радиусом, измеренным с помощью микроскопа:  $R_m = 0.6 \text{ мм}$

5) Перенесем (предварительно просушив) иглу в сосуд с водой. Измерим максимальное давление, когда игла лишь касается поверхности жидкости.

$h_1, \text{ дел.}$	101	106	107	107	108
$P_1, \text{ Па}$	197.5	207.2	209.2	209.2	211.1

$$\langle P_1 \rangle = 206.8 \pm 2.4 \text{ Па}$$

6) Измерим  $l_1 = 5.7 \text{ см}$  — расстояние от конца капилляра до некоторой части прибора.

7) Утопим иглу до предела, но так, чтобы выходящие пузырьки не касались дна и снова измерим максимальное давление

$h_2, \text{ дел.}$	182	182	182	182	181
$P_2, \text{ Па}$	355.8	355.8	355.8	355.8	353.8

$$\langle P_2 \rangle = 355.4 \pm 0.4 \text{ Па}$$

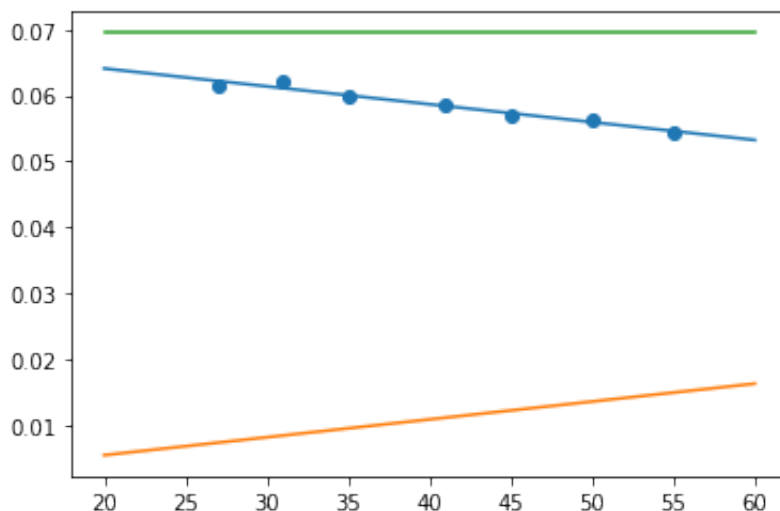
8) Снова измерим расстояние от конца капилляра до той же части прибора:  $l_2 = 6.2 \text{ см}$

9) Подсчитаем  $\Delta h = h_2 - h_1 = 1.5 \text{ см}$ . Сравним с  $\Delta h'$ , подсчитанным с помощью разницы давлений:  $\Delta h' = \frac{\langle P_2 \rangle - \langle P_1 \rangle}{\rho g} = 1.5 \text{ см}$

10) Снимем зависимость  $\sigma(t)$ :

$t^\circ \text{C}$	27	31	35	41	45	50	55
$h, \text{ дел.}$	180	181	177	175	172	171	168
$P_m, \text{ Па}$	351.9	353.8	346.0	342.1	336.3	334.3	328.4
$\Delta P, \text{ Па}$	205.0	207.0	199.2	195.3	189.4	187.4	181.6
$\sigma, \text{ Н/м}$	0.062	0.062	0.060	0.059	0.057	0.056	0.054

11) Методом наименьших квадратов вычисляем коэффициенты  $k$  и  $b$  в зависимости  $\sigma = k \cdot t + b$ :  
 $k = (-2.7 \pm 0.2) \cdot 10^{-4} \text{ Н/м}^\circ \text{C}$ ;  $b = (694 \pm 1) \cdot 10^{-4} \text{ Н/м}$



Зеленый график —  $\frac{U}{F} = \sigma - t \cdot \frac{d\sigma}{dt} = \sigma - kT = b$  (поверхностная энергия единицы площади)

поверхности)

Синий график —  $\sigma = k \cdot t + b$  (коэффициент поверхностного натяжения от температуры)

Оранжевый график —  $q = -t \cdot \frac{d\sigma}{dt} = -k \cdot t$

12) Вывод: данный эксперимент с достаточно большой точностью позволяет выявить линейную зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры.