

Лабораторная работа МКТ-2

Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости и его зависимости от температуры методом отрыва кольца.

Цель: изучить поверхностные явления в жидкости, экспериментальное определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости и его температурной зависимости.

Молекулы жидкости расположены очень близко, так что между ними возникают силы притяжения. Расстояние (R_n) существует, начиная с которого силы притяжения пренебрежимо малы - радиусе молекулярного действия.



газ или пар
жидкость

Чем ближе молекулы к слою раздела сред, тем больше эта сила из-за разности сил притяжения.

Свободная энергия жидкости: $E_s = \sigma S$

S - площадь свободной поверхности

σ - коэффициент поверхностного натяжения

Формула Лапласа для перепада давления на
поверхностном слое пузыря: $\Delta P = \frac{2\sigma}{R}$

R - радиус кривизны (данного участка свободной поверх-
(гауссова кривизны))

ΔP - скачок давления при переходе через тот же
участок поверхности раздела фаз

Сила поверхностного натяжения: $F_{\sigma} = \Delta P \pi R^2$
 $\Rightarrow F_{\sigma} = \sigma 2\pi R$

$$F_{\sigma} = \sigma L$$

L - длина сегмента поверхностной пленки

Момент отрыва кольца от поверхности жидкости:

$$\sigma = \frac{F_{\sigma}}{2\pi(R_1 + R_2)}$$

| N° | $t^{\circ}C$ | $F_{\sigma}, \text{мН}$ | $\sigma \text{ мН/мм}$ |
|-------------|-------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | $t_0 = 21,4$ | 8,3 | 0,068 |
| 2 | $t_0 + 10 = 31,4$ | 6,3 | 0,051 |
| 3 | $t_0 + 20 = 41,4$ | 6,1 | 0,05 |
| 4 | $t_0 + 30 = 51,4$ | 5,5 | 0,045 |
| 5 | $t_0 + 40 = 61,4$ | 5,2 | 0,042 |

$$\langle \sigma \rangle = 0,05$$

$$D_2 = 2R_2 = 20 \text{ мм}$$

$$D_1 = 2R_1 = 19,1 \text{ мм}$$

Вычислим коэффициенты линейной регрессии:

$$\begin{cases} a = \frac{\langle x^2 \rangle \langle y \rangle - \langle x \rangle \langle xy \rangle}{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2} \\ b = \frac{\langle xy \rangle - \langle x \rangle \langle y \rangle}{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2} \end{cases}$$

$$\text{где } \langle x \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\langle x \rangle = 41,4 \quad \langle x^2 \rangle = 1913,96$$

$$\langle y \rangle = 0,05 \quad \langle xy \rangle = 2$$

$$\begin{cases} a = 0,064 \\ b = -0,00035 \end{cases}$$

Построим линию регрессии: $y = a + bx \Rightarrow y = 0,064 - 0,00035x$

Вычислим случайную погрешность: $\Delta y = \Delta b = \frac{1}{P, f} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$

$$\Delta b = 0,006$$

$$b = 0,05 \pm 0,006 \frac{\text{мН}}{\text{мм}}; \text{ где } P = 0,95$$

Ответы на контр. вопр.:

- 1) При увеличении температуры коэффициент поверхностного натяжения жидкости уменьшается
- 2) Коэффициент поверхност. натяж. - сила поверхност. натяж., приходящаяся на единицу длины сечения пленки
- 3) Из-за наличия свободной энергии жидкость обнаруживает стремление к сокращению площади своей поверхности \Rightarrow будет принимать форму с минимальной площадью поверхности, т.е. форму шара, представленная сама себе.

④ Сила поверхностного натяжения - сила, которая действует вдоль поверхности жидкости \perp к линии раздела сред, и стремится сократить поверхность до минимума.

На каждую молекулу находящуюся в слое толщиной R_m , будет действовать эта сила из-за того, что часть молекулы в жидкости будет наиболее заполнена молекулами.

⑤ - случайная погрешность

$\delta, \frac{\text{MH}}{\text{MM}} \lambda$

0,06

0,055

0,05

0,045

0,04

0

10

20

30

40

50

60

$t, ^\circ\text{C}$

