Лабораторная работа 2.5.1

# Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

## Цель работы:

Измерение коэффициента поверхностного натяжения исследуемой жидкости при разной температуре с использованием известного коэффициента поверхностного натяжения другой жидкости;   
Определение полной поверхностной энергии и теплоты, необходимой для изотермического образования единицы поверхности жидкости.

## Оборудование:

Прибор Ребиндера с термостатом; исследуемые жидкости; стаканы.

## Рабочие формулы:

По Формуле Лапласа:



## Работа:

1. Измерим диаметр иглы прямыми измерениями с помощью микроскопа.

dмикр=1,2 мм. ϭdмикр=0,1 мм

1. Измерим диаметр игры с помощью формулы Лапласа, предполагая ϭ спирта известным.

мм показания манометра. Переведём их в Па:



Откуда получаем  ϭ спирта = 22,75\*10-3 H/м

Значения близки друг к другу. Возьмём среднее значение для 

В дальнейшем будем считать, что радиус пузырьков воздуха будет равен полученному радиусу иглы.

Установив такую скорость понижения давления в системе, чтобы пузырёк воздуха проскакивал не чаще, чем раз в 20-40 с (чтобы можно было достаточно точно определить Pmax) дождёмся появления нескольких пузырьков и измерим с помощью манометра максимальную разность давлений внутри системы и атмосферы, при достижении которой проскакивает пузырь.

Так как мы уже знаем радиус пузырька (равен радиусу иглы), то найдя максимальное давление мы получим коэффициент поверхностного натяжения (ϭ) для воды из формулы Лапласа.

Далее по ходу эксперимента мы будет нагревать воду до 60⁰С и установим зависимость ϭ от T

Чтобы эксперимент обладал достаточной точностью проведём измерения двумя способами:

1. Для каждой новой температуры будем вытаскивать иглу из жидкости и снова опускать до соприкосновения с поверхностью, чтобы избежать неточностей измерения, вызванных тепловым расширением иглы и столбом жидкости над концом иглы.
2. Опустим иглу глубоко и будем учитывать давление столба жидкости как неизменяемую в процессе опыта константу.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| T, ⁰C | T, К | P, мм | P,Па | ϭ\*10^3, Н/м |
| 23 | 296 | 117 | 185,8 | 60,37 |
| 25 | 298 | 117 | 185,8 | 60,37 |
| 30 | 303 | 117 | 185,8 | 60,37 |
| 35 | 308 | 115,5 | 183,4 | 59,60 |
| 40 | 313 | 115,5 | 183,4 | 59,60 |
| 45 | 318 | 113 | 179,4 | 58,31 |
| 50 | 323 | 113 | 179,4 | 58,31 |
| 55 | 328 | 112 | 177,8 | 57,79 |
| 60 | 333 | 111,5 | 177,0 | 57,53 |
|  | | | | |
| 60 | 333 | 179 | 284,2 | 57,53 |
| 50 | 323 | 180 | 285,8 | 58,05 |
| 40 | 313 | 183 | 290,5 | 59,60 |
| 30 | 303 | 185 | 293,7 | 60,63 |

В силу ограниченности времени оба способа мы решили объединить. Первым способом (переустановка иглы каждый раз) мы измеряли давление при нагреве воды. Вторым (игла на глубине) – при охлаждении.

Построим графики и аппроксимирующие прямые для нагрева, охлаждения и всего эксперимента вместе.

Из общей аппроксимации получаем 

Откуда мы можем найти теплоту образования единицы площади поверхности () и поверхностную энергию ().

Изображения зависимости q(T) и Uп/П (T) представлены длинным и частым пунктиром.

## Погрешности и значения.

## Погрешности измерения:

Микроскоп: ϭdмикр=0,1 мм εd=7,7%

Монометр: ϭPm=1 мм ϭPПа=1,6 Па εP=2,4%

εϭ=8% - погрешность измерений



Погрешность МНК для : ϭ1=6,7\*10-6 ε1=7.4%

## Вывод:

Используя данное оборудование, мы можем измерить коэффициент поверхностного натяжения жидкости и определить поверхностную энергию и теплоту образования единицы поверхности жидкости.

Полученные нами значения для коэфф. Поверхностного натяжения воды сходятся с табличными по порядку величины (в пределах 15%):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| T, ⁰C | Ϭ эксп. \*10-3 Н/м | Ϭ табл. \*10-3 Н/м |
| 30 | 60,63 | 71,18 |
| 40 | 59,60 | 69,56 |
| 50 | 58,05 | 67,91 |

Мы можем заметить, что значения второй серии опытов несколько ближе к табличным значениям, что может говорить о том, что использование такой схемы проведения опыта (игла погружена глубоко, столб жидкости постоянен) даёт более точные результаты, в прочем, даже такая схема проведения эксперимента не даёт достаточной точности, чтобы результаты эксперимента сходились с табличными данными в пределах погрешностей.

Погрешность эксперимента объясняется неточностью приборов и самого процесса измерения: фиксация максимального давления «на глаз», отличие радиуса пузыря от радиуса иглы, температурное расширение металла иглы и неточность определения столба жидкости над иглой или момента касания поверхности.