

Государственное высшее учебное заведение
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ОТЧЁТ
по лабораторной работе №19

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО
НАТЯЖЕНИЯ РАСТВОРА ОТ ЕГО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТОДОМ
МАКСИМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПУЗЫРЬКЕ

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа №19

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАСТВОРА ОТ ЕГО КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТОДОМ МАКСИМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПУЗЫРЬКЕ

Цель работы: исследовать зависимость коэффициента поверхностного натяжения раствора этилового спирта в воде от его концентрации.

Приборы и принадлежности: установка для определения коэффициента поверхностного натяжения, набор растворов этилового спирта в воде.

Общие положения

Молекулы жидкости располагаются настолько близко друг к другу, что силы притяжения между ними имеют значительную величину. Каждая молекула испытывает притяжение со стороны всех соседних с ней молекул. Равнодействующая всех этих сил для молекулы, находящейся внутри жидкости, в среднем равна нулю. Иначе обстоит дело, если молекула находится вблизи поверхности. Так как плотность пара (или газа, с которым граничит жидкость) во много раз меньше плотности жидкости, то на каждую молекулу, находящуюся в приповерхностном слое, будет действовать сила, направленная перпендикулярно поверхности внутрь жидкости.

Для перенесения молекулы из глубины жидкости в поверхностный слой необходимо совершить работу против сил, действующих в поверхностном слое. Эта работа совершается молекулой за счёт запаса её кинетической энергии и идет на увеличение потенциальной энергии молекулы. При обратном переходе молекулы вглубь жидкости потенциальная энергия, которой обладала молекула в поверхностном слое, переходит в кинетическую энергию молекулы. Таким образом, молекулы в приповерхностном слое обладают дополнительной потенциальной энергией. Поверхностный слой в целом обладает дополнительной энергией, которая входит составной частью во внутреннюю энергию жидкости.

Для того, чтобы изотермически увеличить площадь поверхностного слоя жидкости на величину ΔS за счёт молекул, находящихся в её объеме, необходимо совершить работу A , равную изменению потенциальной энергии:

$$A = \Delta W = \alpha(S_2 - S_1) = \alpha \cdot \Delta S$$

где α – коэффициент поверхностного натяжения.

Коэффициентом поверхностного натяжения называется величина, равная отношению изменения потенциальной энергии поверхностного слоя к изменению площади поверхности этого слоя:

$$\alpha = \frac{\Delta W}{\Delta S}.$$

Коэффициент поверхностного натяжения измеряется в $\text{Дж}/\text{м}^2 = \text{Н}/\text{м}$.

Величина коэффициента поверхностного натяжения зависит от природы жидкости, температуры и наличия примесей. Примеси оказывают большое влияние на коэффициент поверхностного натяжения. Так, например, растворение в воде мыла снижает её коэффициент поверхностного натяжения, а растворение поваренной соли – увеличивает. Если молекулы растворенного вещества взаимодействуют между собой с меньшей силой, чем молекулы растворителя, то они выталкиваются в поверхностный слой. Вещества, собирающиеся в поверхностном слое при растворении их в жидкости, называются *поверхностно-активными веществами* (ПАВ). Явление увеличения концентрации молекул поверхностно-активных веществ в поверхностном слое растворителя называется *адсорбцией*. Адсорбция молекул газа или жидкости может происходить и на поверхности твердого тела. Примером может служить активированный уголь.

ПАВ нашли широкое применение в технике резания металлов, бурения горных пород, во флотационных процессах.

Описание экспериментальной установки и методики эксперимента

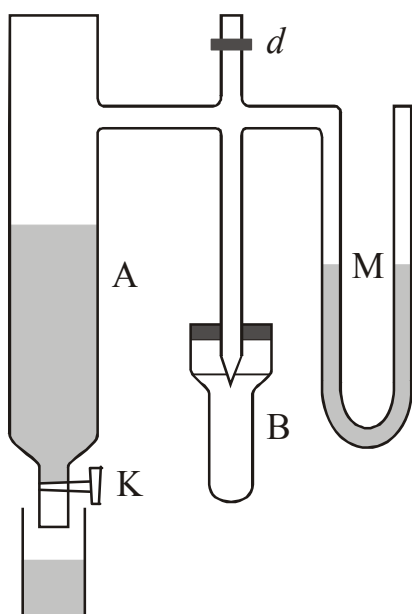


Рисунок 1

Установка, представленная на рис. 1, состоит из наполненного водой аспиратора А, соединённого с помощью резиновых трубок и четырёхконечной трубки с манометром М и с верхним воздушным пространством плотно закрытого сосуда В, в который наливается некоторое количество исследуемой жидкости.

Через отверстие в пробке в этот сосуд вводится так называемый «кончик», представляющий собой стеклянную трубку, нижний конец которой оттянут так, что выход канала весьма узок. Этот «кончик» помещается на уровне исследуемой жидкости так, чтобы он соприкасался с её поверхностью. Четвёртый отросток четырёхконечной трубки, который может закрываться, соединяет всю эту систему с атмосферой. Если, закрыв отросток d , слегка

приоткрыть кран К аспиратора, то вода начнёт медленно вытекать из него, и в верхней части сосуда и в левом колене манометра образуется разреженное пространство. При некотором определенном разрежении избыток атмосферного давления проталкивает через «кончик» в сосуд пузырек воздуха. Это происходит тогда, когда разность давления атмосферного воздуха и воздуха в сосуде В, измеряемая разностью высот уровней жидкости в коленах манометра, уравнивает давление, вызываемое поверхностным натяжением исследуемой жидкости, стремящимся сжать образующийся пузырёк.

Обозначим разность уровней жидкости в коленах манометра через H , а коэффициент поверхностного натяжения исследуемой жидкости через α . Тогда

в момент отрыва пузырька между ними будет существовать следующее соотношение:

$$\alpha = AH \quad (1)$$

где A – коэффициент пропорциональности, зависящий от размера «кончика», т.е. это величина, постоянная для данного прибора.

Для её определения необходимо произвести опыт с какой-либо жидкостью, поверхностное натяжение которой известно, например, с водой. Тогда, подставив соответствующие значения H_0 и α_0 в формулу (1), получим:

$$\alpha_0 = AH_0. \quad (2)$$

Определив постоянную прибора, можно определить коэффициент поверхностного натяжения любой жидкости:

$$\alpha = \alpha_0 \frac{H}{H_0}. \quad (3)$$

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. В чём состоит цель работы?
2. Какие физические величины измеряются непосредственно (прямые измерения)?
3. По какой формуле Вы будете рассчитывать коэффициент поверхностного натяжения? Поясните смысл обозначений, входящих в формулу.
4. Какой график надо построить по результатам эксперимента?

Выполнение работы

1. Налить в аспиратор воду до уровня бокового отростка.
2. Опустить «кончик» в сосуд В так, чтобы он только чуть-чуть погрузился в воду.
3. Открыть отросток d соединительной трубки, устанавливая этим внутри прибора атмосферное давление. Когда уровни жидкости в коленах выровняются, отросток закрыть.
4. Открыть кран К аспиратора настолько, чтобы изменение давления происходило достаточно медленно, и можно было отсчитать высоты уровней жидкости в коленах манометра в момент отрыва пузырька. Когда частота образования пузырьков установится, необходимо произвести отсчёты по манометру. Отсчёты произвести для 5 пузырьков и из них взять среднее значение H_0 .
5. Сосуд В, наполненный водой, заменить сосудом, наполненным раствором этилового спирта концентрации c_1 . Во избежание ошибки необходимо каждый раз при смене сосудов предварительно прополаскивать «кончик». Измерить разность уровней жидкости в коленах манометра H согласно п. 1-4.
6. Провести такие же измерения для растворов других концентраций.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Определить значение α_0 для воды при данной температуре по справочной таблице.

Зависимость коэффициента поверхностного натяжения воды от температуры

$t^{\circ}\text{C}$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
α_0 , мН/м	73,34	73,18	73,02	72,87	72,70	72,78	72,40	72,24	72,08	71,94	71,78	71,63

2. Рассчитать коэффициент поверхностного натяжения α по формуле (3) по результатам каждого опыта.
3. Построить график зависимости коэффициента поверхностного натяжения α от концентрации c .

Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Дайте определение коэффициента поверхностного натяжения. В каких единицах он измеряется?
2. От чего зависит значение коэффициента поверхностного натяжения?
3. Какие вещества называются поверхностно-активными?
4. Используя полученный график, сделайте вывод о том, как зависит коэффициент поверхностного натяжения от концентрации раствора.

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе №19

Выполнил(а) _____

Группа _____

Температура воздуха в лаборатории $t =$ _____

Коэффициент поверхностного натяжения воды при данной температуре

 $\alpha_0 =$ _____

Таблица 1. Результаты измерений

№ п/п	H_0 , мм	H , мм				
		5%	10%	15%	20%	25%
1						
2						
3						
4						
5						
среднее						

Таблица 2. Результаты расчётов

№ п/п	Концентрация раствора, с, %	Коэффициент поверхностного натяжения α , Н/м
1	5	
2	10	
3	15	
4	20	
5	25	

Дата _____

Подпись преподавателя _____