

Школа юных физиков – 8 класс

Занятие №8. Лабораторная работа

**Измерение коэффициента
поверхностного натяжения
жидкости**

Оборудование: карандаш с укреплённым на нём кольцом и миллиметровой бумагой, ёмкость с водой.

Цель работы: определить коэффициент поверхностного натяжения жидкости.

Теория

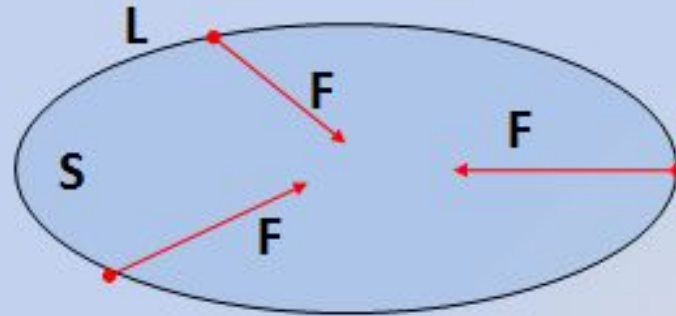
Сила поверхностного натяжения, возникающая на границе между жидкостью и внешней средой (газом, твёрдым телом, другой жидкостью), стремится уменьшить свободную поверхность жидкости.

Определяется сила поверхностного натяжения как произведение длины контура, ограничивающего свободную поверхность жидкости, на коэффициент поверхностного натяжения, зависящий от рода жидкости.

$$F = \sigma L$$

Где: F – сила поверхностного натяжения [н]
 σ – коэффициент поверхностного натяжения [н/м]
 L – длина контура ограничивающего свободную поверхность жидкости [м]

Силы поверхностного натяжения направлены вдоль поверхности жидкости, перпендикулярно её границам.

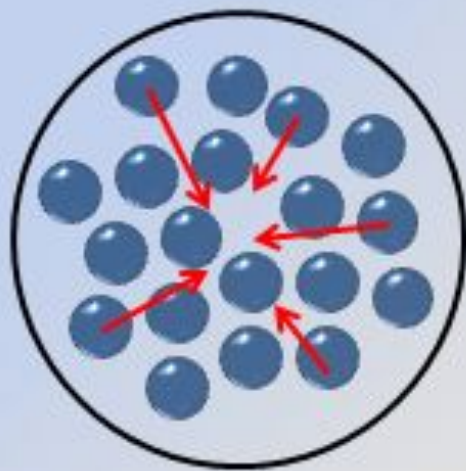


Энергия поверхностного натяжения равна произведению коэффициента поверхностного натяжения на площадь свободной поверхности жидкости.

$$U = \sigma S$$

Где: U – поверхностная энергия [Дж]
 S – площадь свободной поверхности жидкости [м²]

Возникает сила поверхностного натяжения из-за того, что *сила притяжения* между молекулами поверхностного слоя и молекулами, находящимися в толще жидкости *преобладает над силой отталкивания*. Как результат, молекулы поверхностного слоя стремятся «пробиться» вглубь жидкости, а поверхность стремится стянуться до наименьшей возможной площади.



Силы поверхностного натяжения – причина шаровидной формы капли воды

Наиболее простой способ измерить коэффициент поверхностного натяжения жидкости – *метод отрыва кольца*. Он заключается в том, что кольцо, опущенное на поверхность жидкости, являет собой двойной контур, ограничивающий её поверхность. При подъёме кольца поверхностная плёнка жидкости растягивается и сила поверхностного натяжения стремится удержать кольцо



В момент отрыва кольца сила поверхностного натяжения будет равна внешней вертикальной силе, действующей на кольцо, и равна произведению удвоенной длины кольца на коэффициент поверхностного натяжения.

$$F = 2\pi\sigma D$$

$$F_{\text{вне}} = F$$

Откуда:

$$\sigma = F_{\text{вне}} / (2\pi D)$$

Где: $\pi = 3,14$

D – диаметр кольца [м]

Внешнюю силу $F_{\text{вне}}$ легко создать методом рычага первого рода, для которого равенство моментов будет записано в виде:

$$F_{\text{вне}} \ell = m \ell_0 g$$

Где: ℓ - плечо силы поверхностного натяжения [м]

m – масса кольца с рычагом [кг]

ℓ_0 – плечо силы тяжести, действующей на рычаг [м]

g – ускорение свободного падения [н/м]

Откуда получаем формулу для расчёта
коэффициента поверхностного
натяжения жидкости:

$$\sigma = mg\ell_0 / (2\pi D\ell)$$

Ход измерений

1. Измеряем линейкой диаметр кольца в пяти местах, находим среднее арифметическое $\langle D \rangle$ полученных измерений.
2. Находим положение центра масс карандаша с кольцом методом рычага: отмечаем положение центра масс на миллиметровой бумаге.
3. Осторожно опускаем кольцо в сосуд с водой и уравниваем рычаг на краю сосуда.
4. Плавно отодвигаем центр масс карандаша от края сосуда до тех пор пока кольцо не оторвется от поверхности воды. По миллиметровой бумаге выясняем расстояние ℓ_0 от края сосуда до центра масс в момент отрыва кольца.
5. Линейкой измеряем расстояние ℓ от «точки отрыва» до точки подвеса кольца.
6. Повторяем пункты (4) – (5) пять раз и вычисляем среднее арифметическое полученных значений.
7. По формуле: $\sigma = mg\langle \ell_0 \rangle / (2\pi\langle D \rangle\langle \ell \rangle)$ вычисляем коэффициент поверхностного натяжения воды.

Результаты измерений и вычислений вносим в таблицу

№	D, м	L, м	Lo, м
1			
2			
3			
4			
5			
<X>	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!
m, кг			
σ , н/м			

Результаты измерений и вычислений вносим в таблицу

(для желающих рассчитать погрешность).

№	D, м	$\langle D \rangle - D_i, \text{ м}$	$(\langle D \rangle - D_i)^2, \text{ м}^2$	L, м	$\langle L \rangle - L_i, \text{ м}$	$(\langle L \rangle - L_i)^2, \text{ м}^2$	L, м	$\langle L \rangle - L_i, \text{ м}$	$(\langle L \rangle - L_i)^2, \text{ м}^2$
1									
2									
3									
4									
5									
$\langle X \rangle$									
$\Delta_{\text{пр}}$									
$\Delta_{\text{сл}}$									
ΔX									
E									
m, кг									
$\sigma, \text{ н/м}$									
E σ									
$\Delta\sigma, \text{ н/м}$									

Вывод

Делаем вывод о проделанной работе.

