

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Измерение поверхностного натяжения методом «разрыва»

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Чтобы определить поверхностное натяжение жидкости, кольцо с острой кромкой погружается в жидкость горизонтально и медленно вытягивается вверх, при этом измеряется тянущая сила. Тонкий слой жидкости, который образуется на кольце, «разрывается», когда сила становится больше определенного значения. По этой силе и по длине кромки можно рассчитать поверхностное натяжение.


ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Образование тонкого слоя жидкости между кольцом с острой кромкой и поверхностью жидкости при медленном подъеме кольца над жидкостью.
- Измерение тянущей силы незадолго до момента разрыва тонкого слоя жидкости.
- Определение поверхностного натяжения по измеренной тянущей силе.

2
НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

| Кол-во | Наименование | № по каталогу |
|--------|--|---------------|
| 1 | Кольцо для изучения поверхностного натяжения | U8412160 |
| 1 | Прецизионный динамометр на 0,1 Н | U20030 |
| 1 | Мерный стакан | U14210 |
| 1 | Лабораторный подъемник II | U15020 |
| 1 | Основание стойки, треножник, размер 150 мм | U13270 |
| 1 | Стойка из нержавеющей стали длиной 470 мм | U15002 |
| 1 | Зажим с крючком | U13252 |
| 1 | Штангенциркуль, 150 мм | U10071 |

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Поверхностное натяжение жидкости - это свойство границы раздела между жидкостью и воздухом, находящимся в контакте с ней. Оно обусловлено тем, что молекула жидкости на поверхности испытывает действие сил только соседних с ней молекул с одной стороны, в то время как молекула внутри жидкости испытывает воздействие со всех сторон (см. рис. 1). Следовательно, молекула на поверхности испытывает воздействие результирующей силы, направленной перпендикулярно к поверхности внутрь жидкости. Поэтому, для того чтобы увеличить площадь поверхности, перенеся больше молекул на поверхность, требуется затратить некоторую энергию.

Частное

$$(1) \quad \sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A}$$

от деления добавляемой при постоянной температуре энергии ΔE на увеличение площади поверхности ΔA называется поверхностным натяжением или плотностью поверхностной энергии.

Чтобы проиллюстрировать значение данного определения, рассмотрим пример кольца с острой кромкой, которое изначально полностью погружено в жидкость. Если кольцо медленно вытягивать из жидкости, тонкий слой жидкости вытягивается вверх за его нижним краем (см. рис. 2). Когда кольцо поднимается еще на Δx , общая площадь поверхности тонкого слоя снаружи и внутри кольца увеличивается на

$$(2) \quad \Delta A = 4 \cdot \pi \cdot R \cdot \Delta x$$

где R : радиус кольца.

Для этого необходимо приложить силу

$$(3) \quad F_0 = \frac{\Delta E}{\Delta x}$$

Если сила, прилагаемая при подъеме кольца, превышает F_0 , тонкий слой жидкости рвется.

В этом опыте металлическое кольцо с острой нижней кромкой подвешивается в горизонтальном положении на прецизионном динамометре. Сначала кольцо полностью погружено в испытательную жидкость (например, в воду), затем оно медленно вытягивается из жидкости вверх. Тонкий слой жидкости рвется, когда вытягивающая сила F становится больше предельного значения F_0 .

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Из уравнений (1), (2) и (3) имеем:

$$F_0 = \frac{\Delta E}{\Delta x} = 4 \cdot \pi \cdot R \cdot \sigma$$

Таким образом, уравнение для определения поверхностного натяжения имеет вид:

$$\sigma = \frac{F_0}{4 \cdot \pi \cdot R}$$

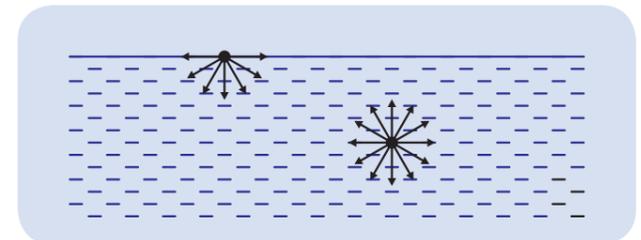


Рис. 1: Силы взаимодействия, действующие со стороны соседних молекул на молекулу на поверхности жидкости или на молекулу в толще жидкости

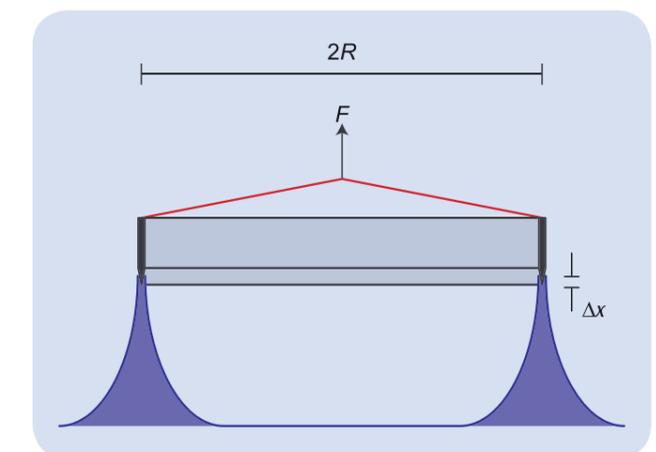


Рис. 2: Схема опыта