

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ МЕТОДОМ ОТРЫВА КАПЕЛЬ

Оборудование.

Шприц для чистой воды, шприц для мыльного раствора (объемом 5–10 мл), стаканчик с чистой водой, стаканчик с мыльным раствором, штангенциркуль или микрометр, остро отточенный карандаш.

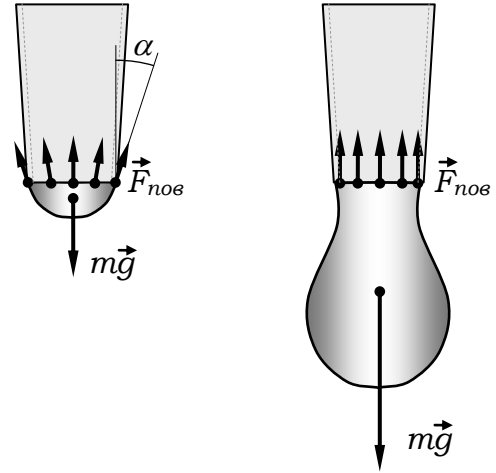
Методика эксперимента.

На каплю, висящую на конце узкой трубочки, действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила поверхностного натяжения жидкости $\vec{F}_{пов}$, распределенная вдоль границы жидкости с краем трубки и направленная по касательной к поверхности жидкости перпендикулярно этой границе. Сила поверхностного натяжения, действующая на небольшой участок границы длиной Δl , равна $\sigma \cdot \Delta l$, где σ – коэффициент поверхностного натяжения жидкости. Условие равновесия капли на конце трубочки состоит в том, что векторная сумма сил, действующих на отдельные элементы границы, равна по модулю и противоположна по направлению силе тяжести. Величина $\sigma \cdot \Delta l$ по мере увеличения массы капли остается неизменной, но в равновесии капля принимает такую форму, что угол наклона силы поверхностного натяжения к вертикали α удовлетворяет условию

$$\sigma l \cdot \cos \alpha = mg,$$

где l – длина границы жидкости с трубочкой. С увеличением массы капли угол α уменьшается и, наконец, достигает нуля, а $\cos \alpha = 1$. При дальнейшем увеличении массы условие равновесия капли уже не может быть выполнено, и капля отрывается. Отсюда, принимая, что $l = \pi d$, где d – внутренний диаметр трубочки, получаем:

$$\sigma \pi d = mg, \quad \text{или} \quad \boxed{\sigma = \frac{mg}{\pi d}} \quad (1)$$



Подготовка и проведение работы, обработка результатов измерений.

1. Подготовьте бланк отчета с таблицами для записи результатов измерений и вычислений.
2. Измерьте внутренний диаметр d наконечника шприца. Для измерения можно воспользоваться остро отточенным карандашом. Вдвинув карандаш в наконечник до упора, пометьте границу соприкосновения наконечника с карандашом. Диаметр карандаша на уровне этой границы можно принять за внутренний диаметр наконечника и измерить его с помощью штангенциркуля или микрометра.
3. Наберите в шприц 4–5 мл воды и, держа его вертикально и плавно нажимая на поршень, вылейте 3–4 мл в стаканчик, считая капли. Измерение количества капель N проведите не менее трех раз, затем по общей массе вытекшей воды $m_{общ}$ (пользуйтесь шкалой на шприце!) найдите среднюю массу капли m и погрешность ее определения Δm . Результаты занесите в таблицу.

Измерено						Рассчитано		
№	$m_{общ}, \text{г}$	N	$m, \text{г}$	$\Delta m, \text{г}$	$d, \text{мм}$	$\Delta d, \text{мм}$	$\sigma, \text{Н/м}$	$\Delta \sigma, \text{Н/м}$
1								
2								
3								

4. Пользуясь формулой (1), рассчитайте коэффициент поверхностного натяжения воды и погрешность его определения.
5. Аналогичным образом определите коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора (пользоваться отдельным шприцем и посудой!)

Контрольные вопросы

1. Что является основным источником погрешности измерений в методе отрыва капель?
2. Почему водные растворы поверхностно активных веществ имеют всегда меньший коэффициент поверхностного натяжения, чем чистая вода?