



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



**Кафедра биологии растений и химии**

# **ХИМИЯ**

**Лабораторный практикум**

**Лабораторная работа**

**Поверхностное натяжение и его определение**



## Лабораторная работа Поверхностное натяжение и его определение

**Цель работы:** Измерить поверхностное натяжение по методу счета отрывающихся капель.

Определение поверхностного натяжения производится различными методами: методом счета отрывающихся капель, по высоте капиллярного поднятия жидкости, по измерению давления, под которым выдавливаются пузырьки воздуха в жидкость (метод Ребиндера).

**Оборудование и реактивы:** сталагмометр со штативом, шесть стаканчиков на 50 см<sup>3</sup>, 1 М растворы этанола, пропанола, и бутанола, 0,25 М и 0,5 М раствор пропанола, 1 М раствор хлорида натрия, две стеклянные трубки длиной 1,5–2 м и диаметром 1–2 см, почва, сухой песок.

Измерение поверхностного натяжения по методу счета отрывающихся капель. Принцип метода основан на определении массы капли, вытекающей из капилляра, в момент ее отрыва. Отрыв капли происходит тогда, когда ее масса будет на ничтожно малую величину превышать силу поверхностного натяжения и практически можно считать, что в момент отрыва капли ее масса уравнивается поверхностным натяжением. В этом случае задача опыта сведется к определению массы капли. Зная объем вытекающей жидкости  $V$ , число капель  $n$  жидкости в объеме  $V$ , плотность жидкости  $\rho$ , ускорение силы тяжести  $g$ , можно вычислить массу одной капли  $a$ :

$$a = (V \cdot \rho \cdot g) / n.$$

Поверхностное натяжение в момент отрыва капли в узкой части капилляра равно  $2\pi r\sigma$  ( $r$  – радиус капилляра,  $\sigma$  – поверхностное натяжение). Следовательно,  $(V \cdot \rho \cdot g) / n = 2\pi r\sigma$ . Точно такое же уравнение справедливо и для воды:

$$(V \cdot \rho_0 \cdot g) / n_0 = 2\pi r\sigma_0.$$

Разделив первое уравнение на второе, найдем поверхностное натяжение исследуемой жидкости:

$$\sigma = (\sigma_0 \cdot \rho \cdot n_0) / \rho_0 \cdot n.$$

Принимая плотность воды  $\rho_0 = 1$ , получим:

$$\sigma = (\sigma_0 \cdot \rho \cdot n_0) / n.$$

В случае разбавленных растворов их плотность можно приравнять к плотности воды (1 г/см<sup>3</sup>), тогда  $\sigma = (\sigma_0 \cdot n_0) / n$ .

Определение поверхностного натяжения вышеуказанным методом производят в приборе, называемом сталагмометром (рис.1). Сталагмометр состоит из трубки, имеющей расширение, выше и ниже расширения имеются начальная и конечная метки. Внизу через капиллярное отверстие жидкость вытекает в виде капель.



Рис. 1. Сталагмометр Траубе

### Опыт 1. Определение поверхностного натяжения 1 М растворов спиртов.

Определение производится следующим образом. Сталагмометр промывают хромовой смесью, несколько раз ополаскивают дистиллированной водой и вертикально укрепляют в штативе. Через резиновую трубку («грушу»), надетую на верхний конец сталагмометра, засасывают из подставленного снизу стаканчика (или чашечки) дистиллированную воду (без пузырьков!) до верхней метки, опускают стаканчик с водой на стол и начинают счет капель от верхней метки. Заканчивают отсчет в момент отрыва капли у нижней метки. Опыт повторяют несколько раз и берут среднее арифметическое значение.

Подобным образом определяют поверхностное натяжение 1 М растворов спиртов и 1 М раствора NaCl.

Поверхностное натяжение вычисляют по уравнению с учетом  $\sigma_0 = 72,75 \cdot 10^{-3}$  Н/м:

$$\sigma = (\sigma_0 \cdot n_0) / n.$$

Результаты опыта записывают в таблицу.

Вещество	Концентрация	$\rho$	Число капель				$\sigma$
			1	2	3	Среднее	

На основании результатов опыта сделать вывод о поверхностной активности этих веществ.

**Опыт 2. Влияние концентрации на поверхностное натяжение.** Определяют поверхностное натяжение 0,25 М, 0,5 М, 1 М и концентрированного растворов пропанола. Данные занести в таблицу. Начертить график зависимости  $\sigma$  от концентрации и сделать соответствующий вывод.

**Опыт 3. Определение радиуса капилляров в почве по высоте поднятия жидкости.** Между почвенными частицами всегда образуется система капилляров.



Средний радиус этих капилляров зависит от размера дисперсных частиц. Чем крупнее почвенные частицы, тем радиус капилляров будет больше. Кроме дисперсности на величину радиуса почвенных капилляров влияет плотность их упаковки. В более рыхлых почвах диаметр их будет больше, чем в уплотненных, слежавшихся почвах.

Исходя из высоты капиллярного поднятия и поверхностного натяжения поднимающейся по капиллярам жидкости, можно вычислить радиус капилляра:

$$r = 2\sigma / (h \cdot \rho \cdot g).$$

Для проведения опыта берут две стеклянные трубки длиной 1,5–2 м и диаметром 1–2 см и подвязывают их с одной стороны марлей. В одну из трубок насыпают сульфинистую почву, в другую – песок. При заполнении в целях более плотной упаковки трубками постукивают о деревянную поверхность. Затем трубки закрепляют в штативе, погрузив нижние концы в стакан с водой. Следят за подъемом воды по капиллярам почвы. Когда подъем воды завершится, записывают высоту ее подъема  $h$  (в сантиметрах).

Подставив полученное значение  $h$  в уравнение, вычисляют радиус капилляров почвы. Полученные сведения записывают в таблицу. На основании данных таблицы делают выводы.

Название почвы	Высота поднятия воды $h$ , см	Радиус капилляров $r$ , см



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743. .
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: Учеб. пособие/ Е. В. Барковский. – Мн.: Высш. шк., 2004. – 351 с.
3. Барковский, Е. В. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: Учеб. пос./ Е. В. Барковский, С. В. Ткачев и др. – М.: Высш. шк., 1997. –126 с.
4. Болдырев, А. И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983.
5. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.–М.:ООО «Издательство Астрель»,2004.–383с
6. Грандберг, И.И. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов обучающихся на агрономических специальностях/ И. И. Грандберг. – М.: Дрофа, 2004. –672 с.
7. Князев Д. А. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Д. А. Князев, С. Н. Смарилин. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
8. Руководство к изучению курса “Общая и неорганическая химия”: Пособие для студентов нехимических специальностей/ И. Е. Шиманович [и др.]; под ред. И.Е. Шимановича. – 3-е изд. – Минск: РИВШ, 2008. – 112 с.
9. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
10. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
11. Химия: учебно-методический комплекс: Учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная, И.В. Ковалева и др. – Горки: БГСХА, 2011. – 452 с. ISBN 978-985-467-359-2
12. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия: Учебник для вузов/ Р. А. Хмельницкий. – М.: Высш. шк., 1988.
13. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 403 с.
14. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.
15. Щербина, А.Э. Органическая химия. Задачи и упражнения: Учеб. пособие / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич, И.В. Сенько. – Минск : Новое знание, 2007. – 304 с.

### Дополнительная

1. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: Учеб. пособие/ Н.А. Белясова. – Минск: Книжный дом, 2004. – 416 с.
2. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб. пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн : Высш. шк., 2003. – 96 с.
3. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: Учебник для почвенно-агрохимических специальностей / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991. – 354 с.
4. Жарский, И. М. Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб. пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
5. Практикум по общей и биоорганической химии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 240 с.
6. Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: Учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
7. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.

### Справочники:

1. Краткий химический справочник. – М.: Химия, 1977.
2. Кольман, Я. Наглядная биохимия: Пер. с нем/ Я.Кольман, К.Г. Рем. – М.: Мир, 2000. – 469 с.
3. Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ/ Под ред. Р.А. Лидина. – 5-е изд., стер. – М.: КолосС, 2008, – 480 с.



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



Составители  
**Поддубная** Ольга Владимировна  
**Ковалева** Ирина Владимировна  
**Мохова** Елена Владимировна  
**Шагитова** Марина Николаевна