

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра общей и физической химии

Отчет

По дисциплине _____ Химия, часть II _____
(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Тема работы: _____ Молекулярная адсорбция на активированном угле _____

Выполнил: студент гр. _____ ЭХТ-20-1 _____ Карпова Д.Е. _____
(шифр группы) (подпись) (Ф.И.О.)

Оценка: _____

Дата: _____

Проверил: _____ _____ _____
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург
2022

I. Цель работы

Построить изотерму адсорбции, проверить применимость к ней уравнения Фрейндлиха и Ленгмюра, оценить удельную поверхность активированного угля.

II. Теоретическая часть

Адсорбция— поглощение газов, паров или жидкостей поверхностным слоем (поверхность раздела фаз) твердого тела или жидкости.

Поглощаемое вещество, ещё находящееся в объёме фазы, называют *адсорбтив*, поглощённое — *адсорбат*. *Адсорбентом* называют вещество, на поверхности которого происходит адсорбция.

В зависимости от природы адсорбционных сил различают физическую адсорбцию и химическую адсорбцию, или хемосорбцию. Физическая адсорбция обусловлена действием физических, т.е. вандерваальсовых сил межмолекулярного взаимодействия. Хемосорбция обусловлена образованием химических связей между адсорбентом и адсорбатом.

III. Ход эксперимента:

1. Получить у преподавателя раствор кислоты.
2. Отобрать пробу кислоты в химический стакан объемом 150 мл.
3. Приготовить 4 раствора путем последовательного разведения в 2 раза:
 - 3.1. В круглые колбы № 2, № 3 и № 4 отобрать мерной пипеткой по 50 мл дистиллированной воды;
 - 3.2. В колбы № 1 и № 2 мерной пипеткой объемом 50 мл поместить по 50 мл исходного раствора кислоты;
 - 3.3. Из колбы № 2 при помощи мерной пипетки 50 мл раствора перенести в колбу № 3 и перемешать.
 - 3.4. Из колбы № 3 при помощи мерной пипетки отобрать 50 мл раствора, перенести в колбу № 4, перемешать.
 - 3.5. Из колбы №4 мерной пипеткой отобрать 50 мл раствора и выбросить.
4. В каждую колбу с приготовленными растворами высыпать по навеске 3 г активированного угля.
5. Колбы поставить на перемешивающее устройство на 15 минут.
6. Осторожно слить растворы через бумажный фильтр в конические колбы под теми же номерами, стараясь, чтобы основная масса угля осталась в круглой колбе.
7. Определить концентрацию кислоты в исходном C_0 и равновесных C^* растворах по следующей методике.
 - 7.1. В 2 конические колбы мерной пипеткой объемом 5 мл отобрать по 5 мл пробы.
 - 7.2. В каждую колбу добавить немного дистиллированной воды (до толщины слоя жидкости около 5 мм).
 - 7.3. В каждую колбу прилить по 3-4 капель индикатора – фенолфталеина.
 - 7.4. Отобрать раствор щелочи в химический стакан объемом 50 мл.
 - 7.5. Из стакана раствор щелочи налить в бюретку.
 - 7.6. Выпустить воздух из носика бюретки, для чего поднять носик бюретки, подставить стакан со щелочью и нажать на шарик.
 - 7.7. Довести объем щелочи в бюретке до отметки «0».
 - 7.8. Титровать одну из колб с пробой кислоты раствором гидроксидом натрия до перехода окраски фенолфталеина от бесцветной к малиновой, сохраняющейся при перемешивании в течение 30 с.
 - 7.9. Полученное значение объема щелочи занести в таблицу 6 протокола лабораторной работы.

7.10. Довести объем щелочи в бюретке до отметки «0» и провести титрование пробы во второй конической колбе.

7.11. Полученное значение объема щелочи занести в таблицу 6 протокола лабораторной работы.

IV. Экспериментальные данные:

Масса навески угля: $m_s = 3 \text{ г}$

Концентрация раствора щелочи: $C(\text{NaOH}) = 0,2 \frac{\text{экв}}{\text{л}} = 0,2 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

Слабый электролит – CH_3COOH

Ориентировочная концентрация слабого электролита – 0,4 М

Объем аликвоты: $V_a = 5 \text{ мл}$

Таблица 1

№ пробы	Концентрация	V_a , мл	$V_1(\text{NaOH})$, мл	$V_2(\text{NaOH})$, мл	$V_{cp}(\text{NaOH})$, мл
исходная	C_0	5	13,5	13,6	13,55
1	C_0	5	11,4	11,2	11,3
2	$C_0/2$	5	4,9	5,1	5
3	$C_0/4$	5	2,4	2,5	2,45
4	$C_0/8$	5	1,2	1,3	1,25

V. Обработка экспериментальных данных:

№	Концентрация раствора, моль/л		ΔC , моль/л	Γ , моль/кг	C^*/Γ	$\lg C^*$	$\lg \Gamma$	$1/C^*$	$1/\Gamma$
	C_0	C^*							
1	0,542	0,452	0,09	1,5	0,301	-0,345	0,176	2,212	0,667
2	0,271	0,2	0,071	1,183	0,169	-0,699	0,073	5	0,845
3	0,1355	0,098	0,0375	0,625	0,157	-1,009	-0,204	10,204	1,6
4	0,06775	0,05	0,018	0,296	0,169	-1,301	-0,529	20	3,380

Пример расчета для опыта 1

1) Определение значения концентрации раствора кислоты, взятого на приготовление растворов и проведение адсорбции

$$C_0 = \frac{C(\text{NaOH}) V_0}{V_a}$$

где V_0 – средний объем гидроксида натрия, затраченный на титрование пробы исходной кислоты, мл.

$$C_0 = \frac{0,2 \cdot 13,55}{5} = 0,542 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

2) Определение значения равновесной концентрации кислоты

$$C_{\square}^i = \frac{C(\text{NaOH}) V_{cp}}{V_a}$$

$$C_{\square}^i = \frac{0,2 \cdot 11,3}{5} = 0,452 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

где V_{cp} – средний объем гидроксида натрия, затраченный на титрование пробы кислоты после адсорбции, мл

3) Определение изменения концентрации кислоты в процессе адсорбции

$$\Delta C = C_0 - C^i$$

$$\Delta C = 0,542 - 0,452 = 0,09 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

4) Определение значения удельной адсорбции растворенного вещества

$$\Gamma = \frac{\Delta CV}{m_s}$$

где V – объем кислоты, взятый на адсорбцию, л; m_s – навеска адсорбента (активированного угля), кг.

$$\Gamma = \frac{0,09 \cdot 0,05}{0,003} \approx 1,5 \frac{\text{моль}}{\text{кг}}$$

Построение изотермы удельной адсорбции кислоты в координатах $\Gamma = f(C)$

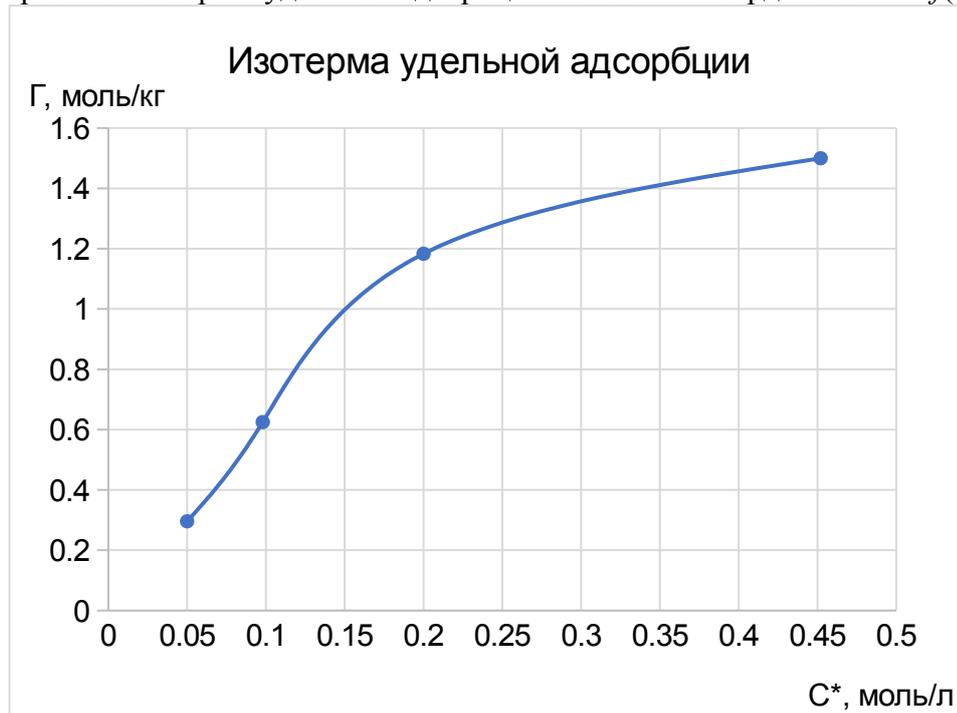


Рисунок 1 – Изотерма удельной адсорбции

Построение изотермы адсорбции Фрейндлиха в координатах $\lg \Gamma = f(\lg C)$ и вычисление коэффициентов уравнения Фрейндлиха по уравнению линии тренда

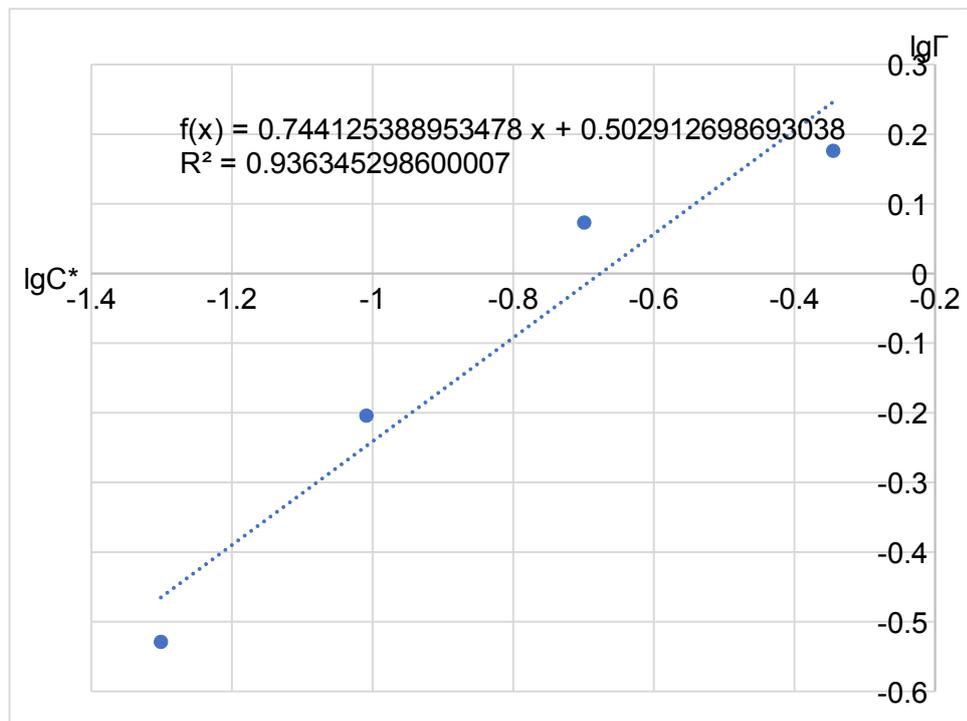


Рисунок 2 – Изотерма адсорбции Фрейндлиха

Уравнение Фрейндлиха: $\lg \Gamma = \lg K + (1/n) \lg C^i$

Из графика, представленного на рисунке 2, получим: $\lg K = 0,5029, 1/n = 0,7441, K = 3,18$.

Построение изотермы адсорбции Ленгмюра в координатах $1/\Gamma = f(1/C)$

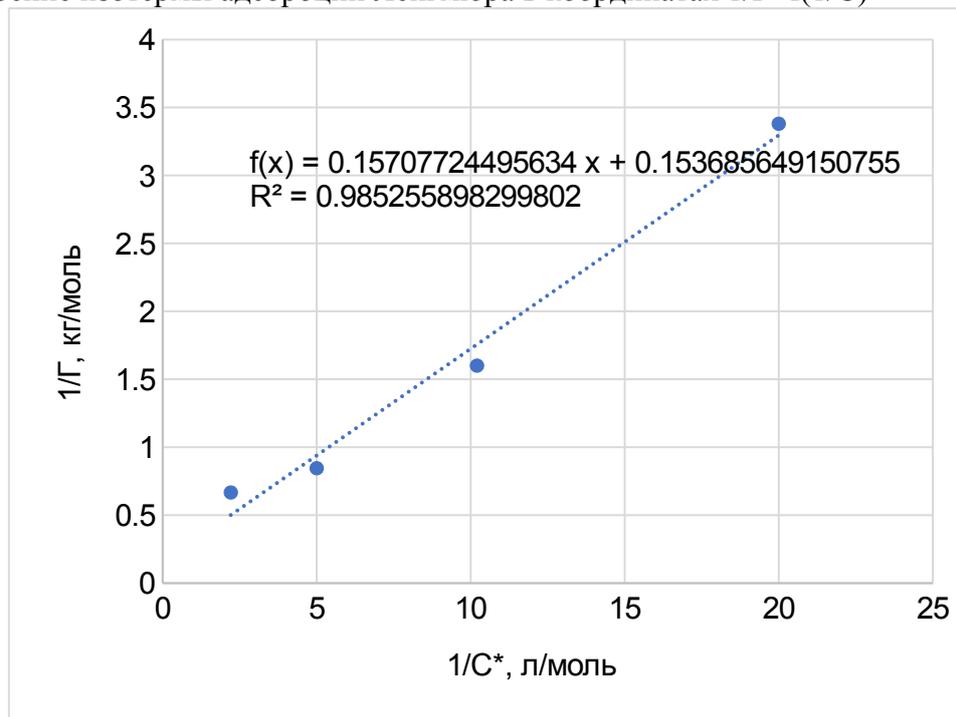


Рисунок 3 – Изотерма адсорбции Ленгмюра

По уравнению линии тренда определим константы уравнения Ленгмюра Γ^∞ и K .

$$\frac{1}{\Gamma^\infty} = 0,1537 \Rightarrow \Gamma^\infty = 6,506$$

$$\frac{1}{\Gamma^\infty K} = 0,1571 \Rightarrow K = 0,978$$

Оценка удельной поверхности активированного угля по уравнению

$$S_0 = \Gamma^\infty N_A S_M$$

где N_A – число Авогадро; S_M – площадь поперечного сечения молекулы адсорбата, равная для карбоновых кислот $20,5 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$.

$$S_0 = 6,506 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 20,5 \cdot 10^{-20} \approx 803194,5 \frac{\text{м}^2}{\text{кг}} = 803,195 \frac{\text{м}^2}{\text{г}}$$

VI. Вывод:

В ходе данной работы было изучено явление молекулярной адсорбции, основанное на избирательном извлечении примесей из газа или жидкостей твердыми телами (адсорбентами) с развитой поверхностью. В опыте использовалось одно из таких веществ- активированный уголь.

На экспериментальных данных построена изотерма адсорбции, проверена применимость к ней уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра, а также найдена удельная поверхность активированного угля равная $803,195 \text{ м}^2/\text{г}$.