

Расчетная работа 2 «Адсорбция»

1. а) По экспериментальным данным адсорбции CO_2 на активированном угле найдите константы уравнения Лэнгмюра:

$p \cdot 10^{-2}$, Н/м ²	49,7	297,0	398,5
$A \cdot 10^3$, кг/кг	70	105	109

б) Проверить применимость уравнения Лэнгмюра и уравнения Фрейндлиха к экспериментальным данным адсорбции фенола на ионите:

$C \cdot 10^2$, моль/л	3,0	7,5	9,0
$A \cdot 10^3$, кг/кг	0,70	1,15	1,17

2. а) Количество (V) этилена, адсорбированное 1 г угля при 273 К и различном давлении следующее:

$p \cdot 10^{-3}$, Па	9,8	24,2	41,3	60,0	72,5
$V \cdot 10^6$, м ³ /г	2,53	5,57	8,43	11,20	12,85

Постройте изотерму адсорбции $V=f(p)$ и $p/V=f(p)$; опишите ее с помощью уравнения Ленгмюра; вычислите величину адсорбции (м³/г) при максимальном заполнении адсорбента. Определите, при каком давлении степень заполнения адсорбента составит 0,7.

б) При адсорбции уксусной кислоты на древесном угле из водных растворов объемом 200 мл получены следующие экспериментальные данные:

C_0 , моль/м ³	503	252	126	62,8	31,4	15,7
C_p , моль/м ³	434	202	89,9	34,7	11,3	3,3
Вес угля, г	3,96	3,94	4	4,12	4,04	4

Показать, что эти данные удовлетворяют уравнению Фрейндлиха, определить константы этого уравнения.

3. а) Удельная поверхность непористой сажи равна $73,7 \cdot 10^3$ м²/кг. Рассчитать площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое при 293 К, по следующим данным:

p , Па	1,03	1,29	1,74	2,5	6,67
$A \cdot 10^2$, моль/кг	1,57	1,94	2,55	3,51	7,58

Предполагается, что изотерма адсорбции описывается уравнением Ленгмюра.

б) Показать, что адсорбция окиси углерода на кокосовом угле подчиняется уравнению Фрейндлиха и найти графически константы этого уравнения по следующим данным:

p , см. рт. ст.	10,1	18,8	32,0	43,0	54,0	67,0
Адсорб. количество, см ³ /г	8,54	13,1	18,2	21,0	23,8	26,3

4. а) Количество (V) H_2 , адсорбированное 900 мг активированного угля при 273 К и различном давлении следующее:

$P \cdot 10^{-3}$, Па	27,6	43,4	57,4	72,2	86,1
$V \cdot 10^6$, м ³ /г	0,447	0,698	0,915	1,142	1,352

Постройте изотерму адсорбции $V = f(p)$ и $\frac{p}{V} = f(p)$; опишите изотерму адсорбции с помощью уравнения Лэнгмюра; определите величину адсорбции (м³/г) при максимальном заполнении адсорбента; определите степень заполнения адсорбента при давлении $2 \cdot 10^4$ Па.

б) Показать, что адсорбция окиси углерода на кокосовом угле подчиняется уравнению Фрейндлиха и найти графически константы этого уравнения по следующим данным:

p , см. рт. ст.	10,1	18,8	32,0	43,0	54,0	67,0
Адсорб. количество, см ³ /г	8,54	13,1	18,2	21,0	23,8	26,3

5. а) При адсорбции углекислого газа на активированном угле были получены следующие данные:

$p \cdot 10^{-2}$, Н/м ²	9,9	49,7	99,8	200
$A \cdot 10^3$, кг/кг	32,0	70,0	91,0	102,0

Графически определите константы в уравнении Лэнгмюра, пользуясь которыми, постройте изотерму Лэнгмюра.

б) Проверить применимость уравнения Лэнгмюра и уравнения Фрейндлиха к экспериментальным данным адсорбции фенола на ионите:

$C \cdot 10^2$, моль/л	3,0	7,5	9,0
$A \cdot 10^3$, кг/кг	0,70	1,15	1,17

6. а) При адсорбции этилена на древесном угле были получены следующие данные:

$p \cdot 10^{-5}$, Н/м ²	1,62	3,44	6,70	10,13
$A \cdot 10^3$, кг/кг	0,130	0,154	0,169	0,172

Графически определите константы в уравнении Лэнгмюра, пользуясь которыми, постройте изотерму Лэнгмюра.

б) При адсорбции уксусной кислоты на древесном угле из водных растворов объемом 250 мл получены следующие экспериментальные данные:

C_0 , моль/м ³	503	252	126	62,8	31,4	15,7
C_p , моль/м ³	434	202	89,9	34,7	11,3	3,3
Вес угля, г	3,97	3,95	4	4,1	4,04	4

Показать, что эти данные удовлетворяют уравнению Фрейндлиха, определить константы этого уравнения.

7. а) Количество (V) монооксида углерода, адсорбированное 1,3 г угля при 273 К и различном давлении следующее:

$p \cdot 10^{-3}$, Па	4,00	5,34	9,65	16,65	19,80
$V \cdot 10^6$, м ³ /г	15,8	19,05	27,70	34,10	38,95

Постройте изотерму адсорбции $V = f(p)$ и $\frac{p}{V} = f(p)$; опишите изотерму адсорбции с помощью уравнения Ленгмюра; определите величину адсорбции (м³/г) при максимальном заполнении адсорбента; определите при каком давлении газа степень заполнения адсорбента составит 0,4.

б) Показать, что адсорбция аргона на кокосовом угле подчиняется уравнению Фрейндлиха и найти графически константы этого уравнения по следующим данным:

P , см.рт.ст.	5,42	9,84	12,90	21,80	29,50	56,40
A , см ³ /г	0,48	0,54	0,64	0,68	0,72	0,75

8. а) Количество (V) этилена, адсорбированное 1 г угля при 273 К и различном давлении следующее:

$p \cdot 10^{-3}$, Па	9,8	24,2	41,3	60,0	72,5
$V \cdot 10^6$, м ³ /г	2,53	5,57	8,43	11,20	12,85

Постройте изотерму адсорбции $V = f(p)$ и $\frac{p}{V} = f(p)$; опишите ее с помощью уравнения Ленгмюра; вычислите величину адсорбции (м³/г) при максимальном заполнении адсорбента. Определите, при каком давлении степень заполнения адсорбента составит 0,9.

б) Определите константы эмпирического уравнения Фрейндлиха, используя данные об адсорбции CO₂ на активном угле при 293 К.

C , ммоль/л	3,10	5,53	7,31
$A \cdot 10^3$, кг/кг	0,71	1,17	1,19

9. а) Удельная поверхность сажи равна $7 \cdot 10^5$ м²/кг. Рассчитать площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое при 293 К, по следующим данным:

p , Па	1,03	1,29	1,74	2,5	6,67
$A \cdot 10^2$, моль/кг	1,57	1,94	2,55	3,51	7,58

Предполагается, что изотерма адсорбции описывается уравнением Ленгмюра.

б) Используя константы эмпирического уравнения Фрейндлиха $k = 1,5 \cdot 10^{-4}$ и $n = 3,125$ построить изотерму адсорбции пропионовой кислоты на активированном угле при 2900 К в интервале концентраций от 0 до $0,07 \cdot 10^{-3}$ кмоль/м³ (не менее 5 точек, шаг задается самостоятельно).

10. а) При обработке данных по адсорбции углекислого газа на активированном угле при 277 К с помощью графика, соответствующего линейному уравнению Ленгмюра, найдено, что тангенс угла наклона прямой составляет $1 \cdot 10^3$, а отрезок, отсекаемый на оси ординат, равен 9 единицам (адсорбция выражена в $\text{м}^3 \text{CO}_2$ на 1 кг адсорбента при нормальных условиях). Рассчитать удельную поверхность адсорбента, предполагая, что площадь, занимаемая одной молекулой углекислого газа, равна $0,21 \text{ нм}^2$.

б) Используя опытные данные, полученные при адсорбции активированным углем валериановой кислоты из водного раствора при 25 °С, определить графически константы уравнения Фрейндлиха.

C , ммоль/см ³	0,006	0,025	0,053	0,118
Γ , ммоль/г	0,44	0,78	1,04	1,44

11. а) Рассчитать по уравнению Ленгмюра адсорбцию пропановой кислоты из раствора с концентрацией 0,5 моль/л на поверхности раздела раствор – воздух при 298 К, если поверхностное натяжение этого раствора $55,6 \text{ мДж/м}^2$, поверхностное натяжение воды $71,96 \text{ мДж/м}^2$, константа уравнения Ленгмюра $K = 7,73 \text{ л/моль}$.

б) Определите константы уравнения Фрейндлиха для адсорбции бензойной кислоты на активированном угле при нормальных условиях по следующим данным:

C , кмоль/м ³	0,01	0,02	0,03	0,04	0,053
$A \cdot 10^3$, кмоль/кг	0,50	0,66	0,80	0,93	1,040

12. а) При введении 1 г активированного угля в 100 мл водного раствора метиленового голубого концентрация красителя изменяется от начальной $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л до равновесной $6 \cdot 10^{-5}$ моль/л, а при добавлении 2 г угля к тому же исходному раствору равновесная концентрация составила $4 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Площадь, занимаемая молекулой красителя, равна $0,65 \text{ нм}^2$. Считая, что адсорбция описывается уравнением Ленгмюра, рассчитать удельную поверхность угля.

б) Определите константы в уравнении Фрейндлиха, если 2 г активированного угля адсорбируют 0,128 и 0,256 молей сернистого газа при давлениях 20 и 40 мм.рт.ст., соответственно.

13. а) При введении 1 г активированного угля в 100 мл водного раствора метиленового голубого концентрация красителя изменяется от начальной $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л до равновесной $6 \cdot 10^{-5}$ моль/л, а при добавлении 2 г угля к тому же исходному раствору равновесная концентрация составила $4 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Площадь, занимаемая молекулой красителя, равна $0,65 \text{ нм}^2$. Считая, что адсорбция описывается уравнением Ленгмюра, рассчитать удельную поверхность угля.

б) Определите константы уравнения Фрейндлиха, используя данные об адсорбции диоксида углерода на активированном угле при 293 К:

$P \cdot 10^{-3}$, Па.....	1,00	4,48	10,0	14,4	25,0	45,2
$A \cdot 10^2$, кг/кг.....	3,23	6,67	9,62	11,72	14,5	17,7

14. а) При измерении адсорбции газообразного азота на активном угле при 194 К были получены следующие данные:

$p \cdot 10^{-3}$, Па.....	1,86	6,12	17,96	33,65	68,89
$A \cdot 10^3$, м ³ /кг.....	5,06	14,27	23,61	32,56	40,83

Рассчитайте постоянные уравнения Лэнгмюра и удельную поверхность активированного угля, принимая плотность газообразного азота равной 1,25 кг/м³, а площадь, занимаемую одной молекулой азота на поверхности адсорбента, равной 0,16 нм².

б) Показать, что адсорбция аргона на кокосовом угле подчиняется уравнению Фрейндлиха и найти графически константы этого уравнения по следующим данным:

p , см.рт.ст.	5,42	9,84	12,90	21,80	29,50	56,40
A , см ³ /г	0,48	0,54	0,64	0,68	0,72	0,75

15. а) Покажите, что экспериментальные данные, полученные при адсорбции уксусной кислоты древесным углем, удовлетворяют уравнению адсорбции Лэнгмюра. Объем раствора равен 200 мл.

c_o , моль/м ³	504	252	126
c_p , моль/м ³	434	202	89,9
масса угля, г	3,96	3,94	4,00

Рассчитайте константы этого уравнения и удельную поверхность древесного угля, если площадь одной молекулы уксусной кислоты равна $19 \cdot 10^{-20}$ м².

б) Показать, что адсорбция окиси углерода на кокосовом угле подчиняется уравнению Фрейндлиха и найти графически константы этого уравнения по следующим данным:

p , см. рт. ст.	7,3	18,0	30,4	54,0	88,2
A , см ³ /г	2,34	5,17	7,84	11,9	16,5

16. а) Удельная поверхность сажи равна $7 \cdot 10^5$ м²/кг. Рассчитать площадь, занимаемую молекулой бензола в плотном монослое при 293 К, по следующим данным:

p , Па	1,03	1,29	1,74	2,5	6,67
$A \cdot 10^2$, моль/кг	1,57	1,94	2,55	3,51	7,58

Предполагается, что изотерма адсорбции описывается уравнением Ленгмюра.

б) Показать, что адсорбция аргона на кокосовом угле подчиняется уравнению Фрейндлиха и найти графически константы этого уравнения по следующим данным:

P , см.рт.ст.	5,42	9,84	12,90	21,80	29,50	56,40
A , см ³ /г	0,48	0,54	0,64	0,68	0,72	0,75

17. а) По экспериментальным данным адсорбции CO_2 на активированном угле найдите константы уравнения Лэнгмюра:

$p \cdot 10^{-2}, \text{Н/м}^2$	49,7	297,0	398,5
$A \cdot 10^3, \text{кг/кг}$	70	105	109

б) Используя опытные данные, полученные при адсорбции активированным углем валериановой кислоты из водного раствора при 25°C , определить графически константы уравнения Фрейндлиха.

$C, \text{ммоль/см}^3$	0,006	0,025	0,053	0,118
$\Gamma, \text{ммоль/г}$	0,44	0,78	1,04	1,44