

## ESQUEMA

### INTRODUCCIÓN

### OBJETIVOS

### MATERIALES Y REACTIVOS

### DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

### CALCULOS PREVIOS

### METODO EXPERIMENTAL

### DATOS EXPERIMENTALES

### RESULTADOS

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### CONCLUSIONES

### RECOMENDACIONES

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

## INTRODUCCIÓN

La adsorción es un proceso por el cual los átomos en la superficie de un sólido, atraen y retienen moléculas de otros compuestos. Estas fuerzas de atracción son conocidas como Fuerzas de Van Der Waals.

Los experimentos sobre adsorción, que con mas frecuencia se realizan, consisten en la medida de la relación entre la cantidad de gas o liquido adsorbido, sobre una determinada cantidad de adsorbente. Estas medidas se realizaran a una temperatura constante y los resultados se representan gráficamente en las llamadas *Isotermas de Adsorción*. Lo que se mide experimentalmente es el volumen del liquido o gas adsorbido por una cantidad de adsorbente, o la variación del peso que experimenta el adsorbente cuando ha estado en contacto con el adsorvato.

La practica #5 denominada Isotermas de Adsorción tiene como objetivos (1) Estudiar la adsorción sobre el carbón vegetal (activado), de un soluto en disolución acuosa; (2) determinar la relación existente de ácido acético adsorbido por carbón activado y la concentración de equilibrio del ácido acético en la fase acuosa y (3) determinar el área superficial del carbón vegetal (activado) aplicando las isotermas de Freundlich, Langmuir y B.E.T.

Para cumplir con los objetivos previamente expuestos se realizara la parte experimental Determinación de la Isoterma de Adsorción, de la cual se obtendrán los datos y valores correspondientes para la realización de las graficas de  $c/x$  vs.  $c$ ,  $\log v$  vs.  $\log c$  y  $1/v$  vs.  $1/c$ .

## OBJETIVOS

- **Estudiar la adsorción sobre carbón vegetal (activado) de un soluto en disolución acuosa.** La adsorción en la fase líquida es el resultado de dos fenómenos uno es la adsorción física y la otra la química. La ecuación de Freundlich es útil para predecir el comportamiento del carbón activado en la mayoría de las aplicaciones en la fase líquida, por ello, su gran importancia; cabe aclarar que la isoterma será solo aplicable a las condiciones bajo las cuales se realizó la adsorción.
- **Determinar la relación existente de ácido acético adsorbido por carbón activado y la concentración de equilibrio del ácido en la fase acuosa.**
- **Determinar el área superficial del carbón vegetal (activado) aplicando las Isotermas de Freundlich, Langmuir y B.E.T..** Ya que si se desea obtener un esquema definido de lo que acontece en la superficie de un adsorbente, estimas de alguna manera el valor de la extensión de su superficie. Dado que la mayor parte de los sólidos que se utilizan en los estudios de adsorción son porosos, no será posible medir directamente esta área y por ello se recurre a la Isoterma B.E.T.

## MATERIALES Y REACTIVOS

DETERMINACIÓN de la isoterma de adsorción	
Materiales	Reactivos
3 Buretas	Agua Destilada  Ácido Acético Glacial, $\text{CH}_3\text{COOH}$  Carbón Activado pulverizado  Hidróxido de Sodio, $\text{NaOH}$ 0.4 M  Fenoltaleína
9 Erlenmeyers de 250 ml	
6 Embudos	
6 Tapones de vidrio	
Agitador de vidrio	
Termómetro	
Espátula	
Vasos precipitados	
Papel filtro	
Pipetas aforadas de 5 y 10 ml	

## DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

### Balanza analítica:

La balanza ha sido un instrumento utilizado tradicionalmente por los cultivadores de la química a lo largo del tiempo. Algunos autores suelen considerar la obra de Antoine Lavoisier como el punto de partida del empleo sistemático de las balanzas en química, gracias al uso del principio de conservación de la masa. En cualquier caso, podemos afirmar que el establecimiento de las leyes químicas cuantitativas a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX supuso un mayor protagonismo de la balanza dentro de la química. El desarrollo de los métodos gravimétricos de análisis durante el siglo XIX obligó a la búsqueda de balanzas más cómodas y precisas para el trabajo cotidiano de los químicos.

Esta tiene una precisión que supera a muchas balanzas mecánicas y además permite el libre acceso al platillo. Es necesario evitar las corrientes de aire para poder apreciar las pequeñas diferencias de masa, por ello una balanza analítica consta siempre de un estuche agrupado con puertas que permiten la remoción de objetos.

## CALCULOS PREVIOS

### Obtención de solución de Hidróxido de sodio 0.4 M:

$$[\text{NaOH}] = n \text{ NaOH} / V_{\text{sln}}$$

donde  $V_{\text{sln}} = 1 \text{ L}$ , despejando  $n\text{NaOH}$

$$n\text{NaOH} = [\text{NaOH}] * V_{\text{sln}} = 0.4 \text{ mol/L} * 1 \text{ L} = 0.4 \text{ mol}$$

entonces,

$$m\text{NaOH} = n\text{NaOH} * PM\text{NaOH} = 0.4 \text{ mol} * 39.996 \text{ gr/mol} = 15.9984 \sim 16 \text{ gr}$$

Esto significa que para obtener una solución de hidróxido de sodio al 4 % es necesario diluir 16 gr del mismo en un litro de agua destilada.

## METODO EXPERIMENTAL

**Experimento:** Determinación de la Isoterma de Adsorción

## DATOS EXPERIMENTALES

### Parte Experimental: Determinación de la Isoterma de Adsorción

Erlenmeyers	Gramos de carbón	ml NaOH
1	2.00	142.25
2	1.99	95.2
3	1.99	93.25
4	2.00	82.1
5	1.99	59
6	2.01	12.5

## RESULTADOS

Erlenmeyers	[sln](mol/l)	moles iniciales	moles finales	[Ch3COOH]M
1	17.4	1.740	0.057	22.760
2	13.92	1.392	0.038	15.232
3	10.44	1.044	0.037	7.460
4	6.96	0.696	0.033	6.568
5	3.48	0.348	0.024	2.360
6	1.74	0.174	0.005	0.500

Para las graficas #1 y #2, se utilizaron los siguientes valores:

c/x	1/ v	1/ c	log v	log c
0.841	0.007	0.044	2.153	1.357
0.680	0.010	0.066	1.979	1.183
0.506	0.011	0.134	1.969	0.873
0.332	0.012	0.152	1.914	0.817
0.163	0.017	0.424	1.771	0.373
0.084	0.080	2	1.097	-0.301

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La relación entre la cantidad de sustancia adsorbida por un adsorbente y la presión o concentración de equilibrio a una temperatura constante se denomina isoterma de adsorción.

Al graficar  $\log v$  vs.  $\log c$ , dio como resultado una línea recta cuya pendiente positiva es igual a  $1/n$  que es una constante. Esta isoterma es útil para predecir el comportamiento del carbón activado en la mayoría de las aplicaciones en fase líquido, evidenciando que a medida que aumenta la concentración del ácido acético en la solución aumenta la cantidad o el volumen de la base titulante, retardando la llegada al equilibrio.

En esa misma hoja se puede observar la recta  $1/v$  vs.  $1/c$ , esta isoterma es un modelo sencillo del comportamiento del fenómeno de adsorción. Su magnitud depende de la temperatura. Esta línea recta obtenida confirma la ecuación de Langmuir e indica la superioridad de su validez frente a la isoterma de Freundlich.

La grafica que relaciona la cantidad de ácido adsorbido por gramo de carbón vs. la concentración del ácido, explica de forma mas completa el proceso que conduce a la formación de multicapas, ya que las isotermas correspondiente que tienen forma s no dan lugar en la representación de Langmuir a una línea recta, y por consiguiente la teoría expuesta del mismo no es aplicable en estos casos.

Esta isoterma B.E.T. sugiere por su conducta que la adsorción no solo una capa sino de varias. Cuando la isoterma es del tipo II, tiene un comportamiento como el que se observa en a grafica #1, y el punto B corresponde al volumen adsorbido necesario para dar una capa monomolecular del líquido en la superficie. De allí, que el área del sólido para u peso definido de carbón activado de 1,99g sea de 0.0412 m<sup>2</sup> (área del carbón).

Por lo tanto para que el ácido acético halla sido adsorbido por el carbón activado sus moléculas debieron de penetrar los poros del mismo, en consecuencia, los poros del carbón deben de tener un diámetro mayor que las moléculas de impurezas, y en este caso se da.

## CONCLUSIONES

- Se verifico la exactitud y linealidad de la Isoterma de langmuir y de Freundlich, como factor importante en los estudios de adsorción.
- A medida que aumenta la concentración del ácido acético (adsorbato) aumenta la relación entre la cantidad adsorbida por gramo de carbono.
- El carbón activado pulverizado proporciona datos de adsorción de manera eficiente y en un corto tiempo, debido a la velocidad por llegar al equilibrio.
- La isoterma B.E.T. es indispensable para medir el área del carbón vegetal, ya que los estudios de adsorción son muy irregulares y porosos y por ello no es posible obtener ese valor directamente.

## RECOMENDACIONES

- Aunque el tamaño de las partículas del carbón no influyen directamente en la adsorción, tal como lo reporta la bibliografía, resulta provechoso el empleo de carbón pulverizado para disminuir el tiempo de contacto necesario para que ocurra la adsorción de manera apreciable.
- Se puede realizar esta experiencia practica con carbón granular durante el mismo tiempo de agitación para establece comparaciones con los resultados obtenidos con el carbón pulverizado.
- Cuando se emplea carbón activado pulverizado en los procesos de adsorción es recomendable el empleo de filtros especiales para obtener una filtración más eficiente.
- Debido a las dificultades para determinar experimentalmente los calores d adsorción, se pueden determinar por medio de ecuaciones de Vant' Of. Y a partir de la determinación de las presiones necesarias para la adsorción a dos temperaturas diferentes.
- También se puede estudiar las películas superficiales empleando un equipo que se conoce como balanza superficial.

## BIBLIOGRAFIA

**DANIELS A.** Físico–química.

**BARROW.** Química física.

**MARROW.** Fisicoquímica.

## CALCULOS TIPICOS

Concentración (c) en moles /L de ácido acético que esta en equilibrio con el carbón vegetal:

En el punto de equivalencia:

$$n\text{CH}_3\text{COOH} = n \text{NaOH} = [\text{NaOH}] * V\text{NaOH}$$

Para  $[\text{NaOH}] = 0.4 \text{ M}$  y volumen gastado de la base igual a  $0.14225 \text{ L}$

$$n\text{CH}_3\text{COOH} = 0.4 \text{ mol/ L} * 0.14225 \text{ L} = 0.0569 \text{ mol}$$

La concentración de ácido acético en el Erlenmeyers #1 será:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] =$$

Cálculos de los moles iniciales:

$$M = \text{mol/ L}, \text{ si se despeja los moles quedaría, } \text{mol} = M * L$$

Calculo del numero de moles de ácido acético adsorbido por gramo de adsorbente:

Para el Erlenmeyers #1:

Cálculos de los valores para la grafica de  $1/v$  vs.  $1/c$ :

$$\text{Sí } V\text{NaOH} = 142.25 \text{ ml}$$

$$\text{si } c = 22.76 \text{ moles/ L}$$

Cálculos de los valores para la grafica de  $\log V$  vs.  $\log c$ :

Sí  $V = 142.25 \text{ ml}$

$\text{Log}(142.25) = 2.15305$

Si  $c = 22.76$

$\text{Log}(22.76) = 1.357$

Titular cada alícuota con NaOH al 40 %.

Fin

Anotar la temperatura ambiente

Filtrar cada solución en un Erlenmeyers seco

Tomar una alícuota de 2.5 ml del erlenmeyers #1 y #2, de 5ml para #3 y #4 y de 10 ml para el #5 y #6

Anotar la temperatura en la mezcla se torne transparente debido al cambio de sistema heterogéneo en homogéneo

Agitar los 6 matraces por una hora.

Adicionar a l erlenmeyers #1: 100ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , #2: 80ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , y 20 ml de  $\text{H}_2\text{O}$ , #3: 60ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , y 40 ml de  $\text{H}_2\text{O}$ , #4: 40ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , y 60 ml de  $\text{H}_2\text{O}$ , #5: 20ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , y 80 ml de  $\text{H}_2\text{O}$ , #6: 10ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , y 90 ml de  $\text{H}_2\text{O}$

Colocar dentro de cada erlenmeyers 2.00 g de carbón vegetal pulverizado

Pesar nuevamente los erlenmeyers con el carbón

Preparar las buretas, una con ácido acético glacial,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  la otra con agua destilada

Inicio

Pesar cada erlenmeyers con su respectivo tapón

Enumerar y etiquetar 6 erlenmeyers