

OBJETIVOS

- Realizar medidas cuantitativas de la adsorción por medio del carbón activado y

expresar los datos obtenidos en el laboratorio a través de una ecuación.

- Conocer los postulados teóricos de Langmuir sobre la adsorción de un adsorbato en la superficie de un adsorbente.
- Reconocer los diferentes usos de la adsorción de un soluto líquido o gaseoso sobre un adsorbente, tanto en la industria como en los laboratorios de investigación.
- Establecer las diferencias que existen entre la adsorción física y la adsorción química.
- Determinar que tipo de adsorción fue la que se realizó durante la práctica de laboratorio.
- A partir de las concentraciones iniciales y de las concentraciones en el equilibrio observadas en el laboratorio, calcular la cantidad de ácido adsorbido por el carbón activado.
- Concluir a partir de las dos gráficas, bajo que ecuación (la de Freudlich o la de Langmuir), quedan mejor representados los datos obtenidos en el laboratorio.

DATOS Y OBSERVACIONES

Rotulamos 6 erlenmeyers de 250 mls. del número 1 al 6. Pesamos cada uno de los erlenmeyers vacíos y adicionamos a cada 0.03 gr de carbón activado pesado en la balanza analítica.

Se tomó como base una solución 0.1M de azul de metileno, la cual por medio de diluciones sucesivas se iba a convertir en soluciones de diferentes concentraciones (0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06).

Para hallar las concentraciones se utilizó la fórmula de: $V1 \cdot C1 = V2 \cdot C2$

V1: Volumen del balón volumétrico (500ml)

V2: Volumen a hallar (El que debíamos tomar de la solución original 0.1M)

C1: Concentración deseada.

C2: Concentración originalmente utilizada (0.1M)

Cuando se hallaba el volumen buscado (V2) se echaba en un balón volumétrico y se le agregaba lo suficiente para que el volumen final fuera de 500ml.

Luego se llenaron erlenmeyers de 250ml con las soluciones de concentraciones diferentes y se les agregó el carbón activado para luego por espacio de aproximadamente media hora (30 minutos) se agitara continuamente para alcanzar el equilibrio entre la solución de azul de metileno y el carbón activado. Cuando el tiempo de agitación fue suficiente, se procedió a pasar al laboratorio y filtrar las soluciones para saber la concentración final de cada una.

CALCULOS

$$V_1C_1 = V_2C_2$$

$$(0.01 \text{ N})(500 \text{ mls.}) = V_1 (0.1)$$

$$V_1 = 50 \text{ ml}$$

Para realizar los cálculos debimos trabajar con una concentración de azul de metileno 0.1M para tratar de calcular las demás concentraciones. Eso se puede tomar como una posible causa de error.

- Con la concentración inicial real, C_0 , y la concentración final de equilibrio, C_{eq} , calcular la cantidad, en gramos de azul de metileno adsorbido referidos a los 150 ml de solución.

$$\text{Concentración real inicial del azul de metileno} = 0.01M$$

$$\text{Concentración en el equilibrio del azul de metileno} = 0.0012 \text{ gr/lit}$$

$$\text{Concentración} = 0.0088M$$

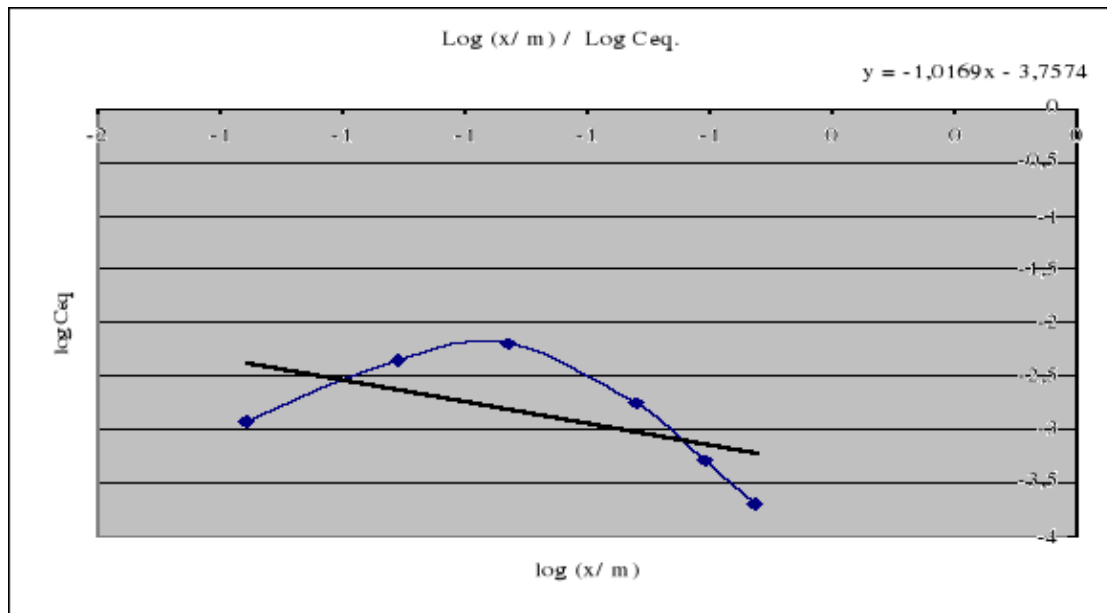
Como todo es referido a un litro de azul, sabemos entonces que la masa adsorbida es igual a 0.00132g pues el cambio de concentración debe ser multiplicado por 0.15lt para poder cancelar los litros que presentan en las unidades de la concentración.

$$0.0088 \text{ gr/lit} \cdot 0.15 \text{ lt} = 0.00132 \text{ gr}$$

$$\text{Masa adsorbida de azul de metileno} = 0.00132 \text{ grs.}$$

- Conocidos x , m , C_{eq} , elaborar el siguiente cuadro.

[AZUL] inicial nominal (M)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
[AZUL] inicial real. C_0 (M)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
[AZUL] final, C_{eq} (M)	0.0012	0.0044	0.0063	0.0017	0.0005	0.0002
X = masa adsorbida (grs.)	0.00132	0.00234	0.00355	0.00574	0.00742	0.00897
X/m = $m_{\text{azul}} / m_{\text{carbón}}$	0.044	0.78	0.1185	0.1915	0.2475	0.299
$\text{Log} (x/m)$	-1.356	-1.107	-0.926	-0.717	-0.606	-0.524
$\text{Log } C_{eq}$.	-2.92	-2.35	-2.20	-2.76	-3.30	-3.69
$C_{eq} / (x/m)$	0.0272	0.00564	0.0531	0.00887	0.00202	0.00066



Realizar un gráfico de Log (x/m) vs. Log Ceq.

- Realizar un gráfico de Ceq. / (x/m) vs. Ceq.
- De las dos gráficas anteriores en la que más se aproxime a un comportamiento lineal, calcular la pendiente y el intercepto.

Como puede observarse en las gráficas, la que tiene un comportamiento que se asemeja más a una línea recta es la primera.

El programa Excel proporciona una ecuación para la línea de tendencia de los puntos de la gráfica. La ecuación es la siguiente:

$$Y = - 1.0169X - 3.7574$$

Donde - 1.0169 es la pendiente y - 3.7574 es el intercepto.

ANÁLISIS DE CÁLCULOS Y RESULTADOS

Al observar las gráficas, observamos que la gráfica de Log (x/m) vs. Log Ceq. presentaba una mayor tendencia a la línea recta que la gráfica de Ceq. / (x/m) vs. Ceq.

Según esto, podemos afirmar que los datos obtenidos durante la práctica quedan mejor expresados mediante la ecuación de Freundlich, de la siguiente manera:

$$\text{Log (x/m)} = \text{Log (- 1.0169)} + 3.7574\text{Log Ceq.}$$

Como era lógico, cuando disminuyen las concentraciones del azul de metileno, también disminuían las masas adsorbidas, por la adsorbancia del carbón activado; pero en nuestra práctica nos dimos cuenta que nuestros resultados experimentales no concordaban con ésta teoría.

SOLUCIÓN AL CUESTIONARIO

Cuáles son los postulados teóricos de Langmuir sobre la adsorción de un adsorbato en la superficie de un adsorbente?

La deducción de la isoterma de adsorción de Langmuir, implica cinco suposiciones:

- 1) El gas adsorbido se comporta idealmente en la fase vapor.
- 2) El gas adsorbido queda restringido a una capa monomolecular.
- 3) La superficie es homogénea, es decir, en las moléculas gaseosas la afinidad es la misma en cada punto de adhesión.
- 4) No hay interacción lateral entre las moléculas del adsorbente.
- 5) Las moléculas del gas adsorbido están localizadas, es decir, no se mueven alrededor de la superficie.

La mayoría de las suposiciones que Langmuir usó en su deducción son falsas. Las superficies de la mayoría de los sólidos no son uniformes y la velocidad de adsorción depende de la posición de la molécula adsorbida. La fuerza entre moléculas adsorbidas adyacentes es con frecuencia apreciable.

Hay bastantes pruebas teóricas y experimentales de que las moléculas adsorbidas pueden moverse sobre la superficie; esta movilidad es mucho mayor para las moléculas adsorbidas físicamente que para las moléculas adsorbidas químicamente y aumenta a medida que lo hace la temperatura.

Qué tipo de adsorción se presenta en esta experiencia? Explicar.

Durante la práctica realizada en el laboratorio, se presentó una adsorción de tipo físico debido a que no hubo reacción química entre el ácido acético y el carbón activado.

Explicar tres usos prácticos de la adsorción de un soluto líquido o gaseoso sobre un adsorbente.

La adsorción encuentra numerosas aplicaciones tanto en los laboratorios de investigación como en la industria:

- La adsorción de gases sobre los sólidos se emplea en el laboratorio para preservar el vacío entre las paredes de las vasijas de Dewar diseñadas para almacenar aire o hidrógeno líquidos. El carbón activado, al colocarse entre las paredes, tiende a adsorber todos los gases que aparecen como consecuencia de las imperfecciones del vidrio o por difusión a través del vidrio.
- También desempeña un importante papel en la catálisis de las reacciones de gas por las superficies sólidas.
- Las máscaras antigás son simplemente artefactos que contienen un adsorbente o conjunto de ellos que eliminan, por preferencia, los gases venenosos purificando así el aire de respiración.
- Como aplicación de la adsorción desde las soluciones, podemos mencionar la clasificación de los licores del azúcar por el negro de humo, la remoción de la materia colorante de diversas soluciones, y la recuperación de los tintes desde las soluciones diluidas en numerosos solventes.
- También la adsorción se ha utilizado para la recuperación y concentración de las vitaminas y otras sustancias biológicas; y ahora encuentra su utilidad en el método denominado *análisis cromatográfico*, que consiste en la evaluación de pequeñas cantidades de sustancia por al adsorción progresiva de numerosos constituyentes presentes de forma simultánea en una solución o gas.

Establecer las diferencias entre adsorción física y adsorción química, de acuerdo con los siguientes

parámetros:

Parámetro	Adsorción física	Adsorción química
Adsorbente	Sólido o Líquido	Sólido o Líquido
Adsorbato	Gas o Líquido	Gas o Líquido
Tipo de enlace	Fuerzas intermoleculares de van der Waals relativamente débiles.	Enlaces químicos relativamente fuertes.
Cambio de entalpía	$H_{A.F} > H_{A.Q}$	$H_{A.Q} < H_{A.F}$
Cubrimiento	Varias capas	Monocapa
Reversibilidad	Reversible	No reversible

Tipo de enlace:

En la adsorción física, las moléculas del gas se mantienen unidas a la superficie del sólido, por medio de fuerzas intermoleculares de van der Waals relativamente débiles. En la adsorción química, se produce una reacción química en la superficie del sólido y el gas se mantiene unido a la misma a través de enlaces químicos relativamente fuertes.

Cambio de entalpía:

Los incrementos de entalpía que aparecen en la adsorción química suelen tener una magnitud considerablemente mayor que los de la adsorción física. Normalmente, H en la adsorción química se encuentra en el intervalo de -40 KJ/mol a -800 KJ/mol; mientras que H para la adsorción física está entre -4 KJ/mol a -40 KJ/mol, semejantes a las entalpías de condensación de un gas.

CONCLUSIONES

- Para determinar a que ecuación se ajustan más los datos obtenidos durante la práctica se realizaron dos gráficos: una de Log (x/m) vs. Log C_{eq} y otra de $C_{eq}/(x/m)$ vs. C_{eq} . La gráfica que presente una mayor tendencia a la línea recta es la que se ajusta más a una ecuación determinada. La primera corresponde a la de Freundlich y la segunda a la de Langmuir.
- La adsorción física se caracteriza por: Adsorbente sólido o líquido, adsorbato gas o líquido, fuerzas de van der Waals débiles como tipo de enlace, un cambio de entalpía mayor que en la adsorción química, se forman varias capas y es reversible.
- Las características de la adsorción química son: adsorbente sólido o líquido, adsorbato gas o líquido, enlaces químicos fuertes, cambios en la entalpía menores que en la adsorción química, forma una monocapa y no es reversible.
- Muchos de los postulados en los que Langmuir se basó para deducir su ecuación eran falsos. Contrario a las suposiciones que el hizo se tienen los siguientes datos:
 - Las superficies de la mayoría de los sólidos no son uniformes.
 - La velocidad de adsorción depende de la posición de la molécula adsorbida.
 - Las moléculas adsorbidas pueden moverse sobre la superficie, esta movilidad es mucho mayor para las moléculas adsorbidas físicamente que para las adsorbidas químicamente y aumenta con la temperatura.
- El tipo de adsorción realizada durante la práctica fue de tipo físico, – debido a que no hubo reacción química entre los reactivos utilizados.
- La adsorción tiene usos prácticos en la industria y en el laboratorio

BIBLIOGRAFÍA

CASTELLAN, Gilbert W. Fisicoquímica. EEUU: Addison-Wesley

Iberoamericana S. A., 1987. Págs. 422 – 431.

FARRINGTON, Daniels. Fisicoquímica. México: Compañía editorial

Continental S.A. 1980. Págs. 292– 294.

MARON, Samuel H. Fundamentos de Fisicoquímica. México: Editorial

Limusa Wiley, S.A. 1972. Págs. 822– 834

