

TRABAJO PRÁCTICO N° 8

CINÉTICA QUÍMICA

Objetivos de las experiencias:

- Determinar el orden de reacción de una sustancia en una reacción química.
- Observar y determinar la variación de la velocidad de reacción con la concentración.
- Observar e inferir la variación de la velocidad de reacción con la temperatura.

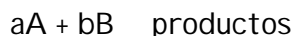
Introducción general:

Es frecuentemente importante conocer todo lo rápida que es una reacción química. Las reacciones pueden ser tan lentas como para que se requieran varios días para ser completadas o tan rápidas que resultará en una explosión.

El estudio de velocidades de reacción es abordado por la **cinética química**. Por lo tanto el conocerla será de gran importancia. Para ello el problema se resuelve de una única manera: **experimentalmente**.

La velocidad no puede ser determinada por la **ecuación balanceada**.

Para la reacción



Mientras que la forma general de la velocidad de reacción puede ser escrita como:

$$\text{Velocidad de reacción (v)} = k \cdot [A]^m \cdot [B]^n$$

Donde [A] y [B] son las concentraciones molares o presiones de A y B.

Los exponentes **m** y **n**, por su parte son usualmente pequeños números que, sumados, constituyen el **orden de la reacción**.

Por ejemplo, la reacción puede tener un coeficiente **m=1 y por lo tanto** ser de **primer orden** con respecto a A y de **n=2 y** ser de **segundo orden** para B. El orden total será la suma de ambos, luego en este caso 3.

Estos ordenes sólo se pueden conocer **experimentalmente**, no hay otra manera de hallarlos y no tienen nada que ver con los coeficientes de las ecuaciones balanceadas.

k es la constante de velocidad y su valor también se calcula **experimentalmente**.

Las velocidades de reacción varían significativamente con la temperatura.

Por nuestra propia experiencia podemos decir que en general, las reacciones proceden más rápidamente a más alta temperatura, y lo contrario a más baja. En un rango de temperaturas razonable, la ley de velocidad ($v=k \cdot [A]^m [B]^n$) no variará, por

lo que *deducimos que sí lo debe hacer "k". Esto nos dice que los valores de "m" y "n" se mantienen.*

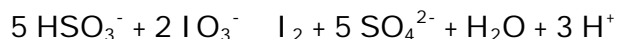
Resumiendo:

*k depende de la temperatura
m y n son independientes de la temperatura*

Una buena aproximación es que cada diez grados de aumento se duplica la velocidad.

Introducción al Trabajo de laboratorio

En este TP Ud. estudiará la siguiente reacción de óxido-reducción:



El HSO_3^- se puede producir por la reacción entre el H_2SO_4 con SO_3^{-2} .

En la reacción que se plantea, el yodo (V) es reducido (gana electrones) a yodo (0) y azufre (IV) es oxidado (pierde electrones) a azufre (VI). Una manera de estudiar la velocidad es midiendo la aparición de alguna de las especies que se escribieron en los productos. La elegida por supuesto es el I_2 ya que su reacción con el almidón produce un color característico (azul - oscuro) y fácilmente identificable.

La reacción tiene la siguiente forma general:

$$\text{Velocidad de reacción (v)} = k \cdot [\text{HSO}_3^-]^m \cdot [\text{IO}_3^-]^n$$

Muchas reacciones, incluida la que está en estudio, se realizan por etapas. La velocidad de toda la reacción será determinada por la etapa más lenta.

En el experimento Ud. determinará el orden de la reacción n con respecto a la concentración de IO_3^- .

Esta determinación será realizada haciendo algunos experimentos en los cuales la concentración de HSO_3^- se mantendrá constante y la de IO_3^- se variará en cantidades prefijadas de experimento a experimento.

Midiendo cuanto varía la velocidad, se podrá deducir el orden de la reacción con respecto a la concentración de IO_3^- .

Considere los siguientes datos:

Experimento	[A]	[B]	Velocidad (M/s)
#1	1,0	1,0	0,001
#2	2,0	1,0	0,002
#3	1,0	2,0	0,004

Comparando los experimentos #1 y #2, se observa que la concentración de A es el doble y la de B se mantiene constante. La velocidad de la reacción se duplicó.

Luego el valor del exponente m debe ser igual a **uno**. Si m fuera otro valor, es obvio que duplicando la concentración de A y manteniendo B constante la velocidad no podría haberse duplicado.

Comparando ahora el experimento #1 y #3 la concentración de A es constante, y la de B se duplicó. La velocidad se **cuadruplicó** por lo que matemáticamente sólo es posible que $n=2$.

Luego podemos escribir: $v = k [A]^1 [B]^2$

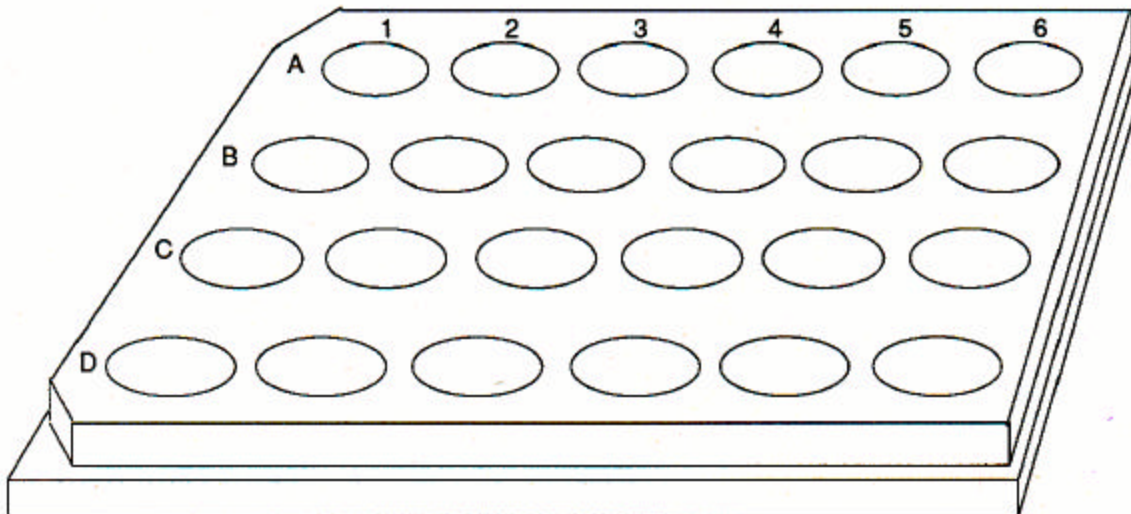
Con los datos de la tabla también se puede hallar el valor de k .

Para una concentración de $[A] = 1,0 \text{ M}$ y $[B] = 1,0 \text{ M}$ y $v = 0,001 \text{ M/s}$ se encuentra que $k = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}\text{M}^{-2}$

Materiales necesarios por grupo de alumnos

- Policubeta de 26 pocillos o similar
- Pipetas Pasteur descartables o no descartables

Policubeta de 26 pocillos



Pipeta Pasteur



Materiales necesarios para todo el curso

- Solución stock de iodato
- Solución stock de hidrógeno sulfato (IV) + almidón
- Agua bidestilada

- Solución incógnita de iodato
- Baño María

Procedimiento

EXPERIENCIA DE LABORATORIO 8.1

Variación de la velocidad con la concentración de iodato

En esta primera parte Ud. preparará cinco soluciones que diferirán en la concentración de iodato. Cada una de estas cinco soluciones será mezclada con una cantidad constante de hidrógeno sulfato (IV). Los tiempos requeridos para que la reacción ocurra (**aparición del color característico del I_2 con almidón**) serán medidos y con ello la velocidad de la reacción.

Para lograr la más alta calidad en los resultados, es muy importante usar las mejores técnicas de laboratorio. Las concentraciones deben ser medidas lo más precisas posibles, y todos los materiales deben ser escrupulosamente limpiados.

A veces diferentes especies químicas (contaminantes en este caso) pueden aumentar la velocidad de la reacción. El agua debe ser muy pura.

Precaución en el manipuleo de las soluciones: si caen sobre la piel, rápidamente deben ser removidas con abundante agua, en un principio y luego consultar al docente.

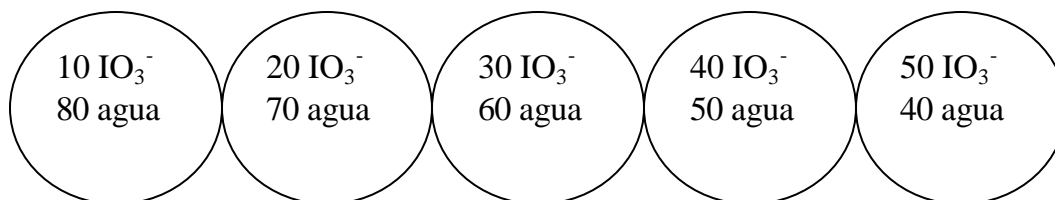
Experiencia Nº 8.1.1. - Usando una cubeta de reacción de 24 pocillos, fondo plano o en "u", llene un pocillo con la solución stock de iodato.

En otro pocillo coloque la mezcla de hidrógeno sulfato (IV) - almidón, hasta la mitad. Llene ahora otros dos o tres pocillos con agua pura.

En su informe debe consignar claramente donde coloca cada solución.

Experiencia Nº 8.1.2. - Usando una pipeta descartable (tipo Pasteur o similar) coloque diez gotas de la solución stock de iodato en el primer pocillo vacío de una fila (anote desde adonde entiende Ud. que es el primero). En el próximo pocillo agregue 20 gotas, en el que sigue 30 gotas, en el otro 40 y finalmente en el último de la fila 50 gotas. Lave la pipeta varias veces con agua pura.

Experiencia Nº 8.1.3. - Agregue 80 gotas de agua al primer pocillo (el que tiene 10 gotas de solución de iodato); 70 gotas de agua al segundo pocillo (el que tiene 20 gotas de solución de iodato); 60 al tercero, 50 al cuarto, y 40 en el de 50 gotas de iodato. Cada uno de los cinco pocillos deberá tener ahora 90 gotas de solución.



Experiencia N° 8.1.4. - Ahora Ud. debe adicionar el equivalente a 10 gotas de la solución stock de hidrógeno sulfato (IV) a cada pocillo cuidando de hacerlo rápidamente a cada uno ya que de hacerlo lentamente no se podrá medir el tiempo de aparición del complejo I_2 - almidón adecuadamente. Debe entender que la reacción comienza tan rápidamente como el momento en que se adiciona la primer gota de la solución. Por lo tanto si se lo hace muy lentamente se estará incurriendo en un gran error en la medida. Es aconsejable, antes que nada, tratar de llenar la pipeta con 10 gotas exactas, marcando el lugar en el cual se verifica ese llenado. Esto hará mucho más rápido el trabajo (y exacto). Además, es muy conveniente limpiar la punta de la pipeta antes del agregado en los pocillos para evitar un exceso.

Comenzando por el primer pocillo, agregue como se dijo 10 gotas, y ponga en marcha el cronómetro, agitando con una varilla levemente la mezcla. La aparición del color azul - oscuro marcará el final de la reacción.

Proceda de igual forma con los pocillos 2, 3, 4 y 5.

Experiencia N° 8.1.5. - Repita todo lo realizado y anote los nuevos valores que obtenga como **experimento 2**.

TABLAS PARA COMPLETAR

Pocillo N°	Gotas de HSO_3^-	Gotas de IO_3^-	M de HSO_3^-	M de IO_3^-	Tiempo experimento N° 1	Tiempo experimento N° 2
1						
2						
3						
4						
5						

Calcule el promedio (experimento 1 y 2) del tiempo requerido para cada experimento.

Pocillo N°	Tiempo	M de IO_3^-
1		
2		
3		
4		
5		

Grafique con estos datos, y siguiendo las indicaciones del docente.
 Basado en sus resultados, indique **cuál es el orden de la reacción relativa a la concentración de IO_3^-**

EXPERIENCIA DE LABORATORIO 8.2

En esta parte del trabajo Ud. medirá la velocidad de la reacción de una solución de IO_3^- de concentración desconocida. Por comparación con los resultados ya obtenidos en la Experiencia de laboratorio 8.1, deducirá la concentración de la solución desconocida.

Experiencia Nº 8.2.1. - Enjuague la pipeta con la cual va a colocar la solución desconocida varias veces con pequeñas cantidades de la misma.

Cuidadosamente coloque 90 gotas de la solución en un pocillo limpio de la cubeta.

Adicione 10 gotas de hidrógeno sulfato (IV) con las indicaciones formuladas en la experiencia anterior. Mida el tiempo de aparición del color azul - oscuro.

Repita la experiencia para asegurar el valor obtenido.

TABLA PARA COMPLETAR

Solución desconocida	Gotas de HSO_3^-	Gotas de IO_3^-	M de HSO_3^-	Tiempo experiencia 1	Tiempo experiencia 2

Basado en la comparación de las velocidades de reacción de las soluciones conocidas (8.1) ¿cuál es la concentración de IO_3^- de la desconocida?M

EXPERIENCIA DE LABORATORIO 8.3

Dependencia con la temperatura

En esta parte, Ud. deberá usar las mismas concentraciones que usó en 8.1.

Sin embargo, las diluciones serán realizadas con agua fría o caliente con el fin de observar el efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción.

Experiencia Nº 8.3.1 Adicione 10 gotas de solución stock de iodato a un pocillo limpio usando una pipeta que fue previamente enjuagada con la misma. Diluya con 80 gotas de agua pura que Ud. usó en las anteriores experiencias. El agua será previamente enfriada a temperatura menor de la ambiente (no más de 10 °C). Rápidamente adicione la solución de hidrógeno sulfato (IV) - almidón usando una pipeta adecuada y en las cantidades ya indicadas. Mida el tiempo de aparición del color.

Repita la experiencia.

Experiencia N° 8.3.2 Repita lo realizado en 8.3.1 usando agua pura que ha sido calentada por encima de la temperatura ambiente (no debe aumentarse en más de 10°C).

TABLA PARA COMPLETAR

Agua	Gotas de HSO_3^-	Gotas de IO_3^-	M de HSO_3^-	M de IO_3^-	Tiempo experimento 1	Tiempo experimento 2
Fría						
Caliente						

Observando los resultados, las variaciones observadas ¿son las que Ud. esperaba? Discuta los mismos.

Disposición de los residuos: puede tirar a los desagües todas las soluciones, con abundante agua.

INFORME DE LABORATORIO

Basado en el esquema mínimo indicado en el TP N°1, realice un informe de su trabajo, con los gráficos, observaciones y conclusiones que correspondan.