



**BENÉMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**  
**VICERRECTORÍA DE DOCENCIA**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**



**LICENCIATURA EN FARMACIA**

**ÁREA: FISICOQUÍMICA**

**ASIGNATURA: LABORATORIO DE**

**FISICOQUÍMICA II**  
**(EQUILIBRIO TERMODINÁMICO Y CINÉTICA QUÍMICA)**

**CÓDIGO: FARM-010 L**

**ELABORADO POR:**

Q. Jaime González Carmona  
Dr. Ramón Gudiño Fernández  
Q. Andrés Camacho Iyañez  
Q. Carlos Kaneo Noda y Domínguez  
Dra. Patricia Amador Ramírez  
M.C. Libertad Márquez Fernández  
Dr. Francisco Meléndez Bustamante  
Dr. Marino Dávila Jiménez  
Dra. Delia López Velásquez

Q. Pedro Soto Estrada  
Dr. Roberto Portillo Reyes  
Q. Eugenio López Gaspar  
L. en C. Héctor Mendoza Hernández  
M.C. Hilda Lima Lima  
Dr. Henoc Flores Segura  
Dr. Juan Carlos Ramírez García  
Dra. Verónica Hernández Huesca  
Dr. Mario González Perea  
Dr. Arnulfo Rosas Juárez

**FEBRERO 2009**

## **MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO**

El presente documento tiene como finalidad contribuir a la instrumentación de una tarea eficiente y segura en los ámbitos de los laboratorios de trabajos prácticos, mediante procedimientos que prevengan, protejan y/o eliminen los riesgos físicos y químicos.

El trabajo en el laboratorio exige conocer una serie de medidas básicas de seguridad que son las que intenta recoger esta guía.

### **Elementos de seguridad y vías de evacuación del laboratorio**

Antes de empezar el trabajo en el laboratorio tienes que familiarizarte con los elementos de seguridad disponibles. Es necesario localizar las salidas principales y de emergencia por si se diese el caso de una evacuación por fuego o por cualquier otro incidente, así como conocer la localización exacta de extintores, mantas antifuego, regaderas de seguridad y duchas de ojos. y nunca debe trabajar en el laboratorio una persona sola.

### **Cómo ir vestido en el laboratorio**

Es obligatorio el uso de bata de algodón, ya que por mucho cuidado que se tenga al trabajar, las salpicaduras de productos químicos son inevitables. Por este mismo motivo es aconsejable no llevar ropa corta, ni tampoco medias, ya que son fibras sintéticas y en contacto con determinados productos químicos se adhieren a la piel. Así mismo se recomienda llevar zapatos cerrados y no sandalias.

El cabello largo supone un riesgo que puede evitarse fácilmente recogiendo en una cola.

Es recomendable usar guantes, sobre todo cuando se utilizan sustancias corrosivas o tóxicas. En ocasiones, pueden ser recomendables los guantes de un sólo uso.

### **Protección de los ojos**

Los ojos son particularmente susceptibles de daño permanente por productos corrosivos así como por salpicaduras de partículas.

Es obligatorio usar gafas de seguridad siempre que se esté en el laboratorio. No lleves lentes de contacto en el laboratorio, ya que en caso de accidente las salpicaduras de productos químicos o sus vapores pueden pasar detrás de las lentes y provocar lesiones en los ojos antes de poder retirar las lentes. En estos casos es recomendable el uso de gafas graduadas o de gafas de seguridad cerradas. Si un producto químico te salpica los ojos, utiliza inmediatamente una ducha de ojos y lava completamente el ojo afectado durante 15 minutos sin interrupción. Actúa siempre con urgencia, en menos de 10 segundos. No dirijas una corriente de alta presión de agua de un grifo directamente al ojo porque podrías lesionarlo. Informa al profesor encargado de lo que ha sucedido y si es necesario pide asistencia médica.

## **Normas higiénicas**

No comas ni bebas en el laboratorio, ya que existe la posibilidad de que los alimentos o bebidas se hayan contaminado con productos químicos.

Los recipientes del laboratorio nunca deben utilizarse para el consumo y conservación de alimentos y bebidas; tampoco en los refrigeradores u otras instalaciones destinadas al empleo en los laboratorios.

Lávate siempre las manos después de hacer un experimento y antes de salir del laboratorio.

Quítate la bata al salir del laboratorio.

Fumar está prohibido en el laboratorio por razones higiénicas y de seguridad

No inhales, pruebes o huelas productos químicos si no estás debidamente informado

Cerrar herméticamente los frascos de productos químicos después de utilizarlos

## **Pipeteo de líquidos**

Utiliza siempre un dispositivo especial para pipetear líquidos. No lo hagas directamente con la boca.

## **Calentamiento de tubos de ensayo**

Se realizará siempre por la parte superior del líquido y con suave agitación ; nunca por el fondo del tubo. Deberán estar inclinados y no apuntar hacia ninguna persona.

## **Transporte de reactivos**

No deben transportarse innecesariamente los reactivos de un sitio para otro del laboratorio. Si tuviese que hacerlo, tenga cuidado con las botellas, las cuales deben ser siempre transportadas cogiéndolas por el fondo, nunca por la boca.

No desordene los reactivos.

## **Condiciones del área de trabajo**

El área de trabajo tiene que mantenerse siempre limpia y ordenada, sin libros, abrigos, bolsas, productos químicos vertidos, exceso de botes de productos químicos, equipos innecesarios y cosas inútiles. Todos los productos químicos derramados tienen que ser limpiados inmediatamente.

## **Conducta en el laboratorio**

Para cada experimento a realizar el alumno, deberá informarse de las medidas de seguridad, sobre el manejo y toxicidad de los reactivos, así como las recomendaciones específicas para su realización.

Debes ser cortés y haciendo siempre uso del sentido común y el buen juicio. No se tienen que gastar bromas, correr, jugar, empujar, gritar, etc. en el laboratorio.

Queda estrictamente prohibida la visita de personas ajenas a la práctica que se realiza.

Recuerda que el orden es fundamental para evitar accidentes.

Mantén las mesas y vitrinas extractoras siempre limpias.

Se tienen que limpiar inmediatamente todos los productos químicos derramados.

Limpia siempre perfectamente el material y aparatos después de su uso.

### **Actúa responsablemente.**

Trabaja sin prisas, pensando en cada momento lo que estás haciendo, y con el material y reactivos ordenados.

Un comportamiento irresponsable puede ser motivo de expulsión inmediata del laboratorio y de sanción académica.

### **Experimentos no autorizados**

No se puede nunca hacer un experimento no autorizado por el profesor.

### **Utilización de equipos y aparatos**

No utilices nunca un equipo o aparato sin conocer perfectamente su funcionamiento. En caso de duda, pregunta siempre al profesor. Antes de empezar un experimento, asegúrate de que los montajes y los aparatos estén en perfectas condiciones de uso. Sujetar fuertemente pero sin tensión, las piezas de vidrio que se van a usar en cualquier operación o reacción.

No utilices material de cristal en mal estado (aumenta el riesgo de accidentes).

El material y los aparatos utilizados tienen que dejarse siempre limpios y en perfecto estado de uso.

### **Utilización de productos químicos**

Los productos químicos pueden ser peligrosos por sus propiedades tóxicas, corrosivas, inflamables o explosivas; por eso es imprescindible antes de utilizar un producto químico consultar la etiqueta. Los pictogramas que acompañan a las etiquetas serán los siguientes.

Todos los productos químicos tienen que ser manipulados con mucho cuidado. El mayor peligro en el laboratorio es el fuego. La mayoría de productos químicos orgánicos arden en presencia de una llama, particularmente los disolventes, que son altamente inflamables. Es necesario evitar la presencia de llamas abiertas en el laboratorio siempre que sea posible, por ejemplo el uso de mechero Bunsen. En su lugar se recomienda utilizar baños de vapor o silicona, mantas calefactoras o placas calefactoras. Si no existiera un mechero

Bunsen es inevitable, asegúrate de la no existencia de disolventes o productos inflamables a su alrededor.

No inhales los vapores de productos químicos y trabaja siempre en campanas extractoras, especialmente cuando manipules productos tóxicos, irritantes, corrosivos o lacrimógenos.

Si aún así se produjera una concentración excesiva de vapores en el laboratorio, abre inmediatamente las ventanas. Si en alguna ocasión tienes que oler una sustancia, la forma apropiada de hacerlo es dirigir un poco del vapor hacia la nariz. No acerques la nariz para inhalar directamente del tubo de ensayo.

Un posible peligro de envenenamiento, frecuentemente olvidado, es a través de la piel. Evita el contacto de productos químicos con la piel, especialmente de los que sean tóxicos o corrosivos, usando guantes de un sólo uso. Lávate las manos a menudo.

No cojas nunca un producto químico por otro en un experimento, si no es que lo aconseja el profesor.

Los remanentes de reactivos utilizados no deben regresarse a los envases originales, y deben manejarse con pipetas y espátulas limpias y secas.

Como norma general, lee siempre detenidamente la etiqueta de seguridad de los reactivos que vayas a usar

### **Manipulación del vidrio.**

Muchos de los accidentes de laboratorio se producen por cortes y quemaduras con vidrio, que se pueden prevenir siguiendo unas reglas simples:

Nunca fuerces un tubo de vidrio, ya que, en caso de ruptura, los cortes pueden ser graves. Para insertar tubos de vidrio en tapones humedece el tubo y el agujero con agua o silicona y protégete las manos con trapos.

El vidrio caliente debe dejarse apartado encima de una plancha o similar hasta que se enfríe. Desafortunadamente, el vidrio caliente no se distingue del frío; si tienes duda, usa unas pinzas o tenazas.

No uses nunca equipo de vidrio que esté agrietado o roto. Deposita el material de vidrio roto en un contenedor para vidrio, no en una papelera

### **Atención a lo desconocido.**

No utilices ni limpies ningún frasco de reactivos que haya perdido su etiqueta. Entrégalo inmediatamente a tu profesor. No substituyas nunca, sin autorización previa del profesor, un producto químico por otro en un experimento. No utilices nunca un equipo o aparato sin conocer perfectamente su funcionamiento. En caso de duda, pregunta siempre al profesor.

### **Riesgo eléctrico.**

Para evitar descargas eléctricas accidentales, siga exactamente las instrucciones de funcionamiento y manipulación de los equipos.

No enchufe nunca un equipo sin toma de tierra o con los cables o conexiones en mal estado. Al manipular en el interior de un aparato, compruebe siempre que se encuentra desconectado de la fuente de alimentación.

Las medidas de seguridad no terminan al finalizar el experimento. La eliminación inadecuada o la ausencia de identificación son causa frecuente de contaminación ambiental y de accidentes. El depósito indiscriminado de residuos peligrosos, cristal roto, etc. en la papelería provoca frecuentes accidentes entre el personal de limpieza.

### **Eliminación de residuos.**

#### **Residuos químicos.**

Los productos químicos tóxicos se tirarán en contenedores especiales para este fin. No tires directamente al fregadero productos que reaccionen con el agua (sodio, hidruros, amidos, halogenuros de ácido), o que sean inflamables (disolventes), o que huelan mal (derivados de azufre), o que sean lacrimógenos (halogenuros de bencilo, halocetonas), o productos que sean difícilmente biodegradables (polihalogenados: cloroformo). Las sustancias líquidas o las disoluciones que puedan verterse al fregadero, se diluirán previamente, sobretodo si se trata de ácidos y de bases. No tires al fregadero productos o residuos sólidos que puedan atascarlos. En estos casos deposita los residuos en recipientes adecuados. Se ha determinado que varios reactivos químicos que se utilizan habitualmente en el laboratorio (benceno, cloroformo, tetracloruro de carbono,...) producen cáncer en animales cuando se administra en grandes dosis. En los pocos casos en los que se usan los reactivos que se sospecha que puedan ser cancerígenos, extremar las precauciones y seguir estrictamente las notas que al respecto incluye el guión o del profesor.

Un caso particular es la peligrosidad del cromo en estado de oxidación VI, el polvo de las sales de Cr (VI) es cancerígeno.

#### **Vidrio roto.**

El material de cristal roto se tirará en los recipientes destinados especialmente a este fin. Los papeles y otros desperdicios se tirarán en la papelería.

### **Qué hay que hacer en caso de accidente: primeros auxilios**

**En caso de accidente, avisa inmediatamente al profesor.**



#### **Fuego en el laboratorio.**

Evacuad el laboratorio, por pequeño que sea el fuego, por la salida principal o por la salida de emergencia si no es posible por la principal. Avisad a todos los compañeros de trabajo sin que se extienda el pánico y conservando siempre la calma.

**Fuegos pequeños:** Si el fuego es pequeño y localizado, apágalo utilizando un extintor adecuado, arena, o cubriendo el fuego con un recipiente de tamaño adecuado que lo ahogue. Retirad los productos químicos inflamables que estén cerca del fuego. No utilizéis nunca agua para extinguir un fuego provocado por la inflamación de un disolvente.

**Fuegos grandes:** Aislad el fuego. Utilizad los extintores adecuados. Si el fuego no se puede controlar rápidamente, accionad la alarma de fuego, avisad al servicio de extinción de incendios y evacuad el edificio.

### **Fuego en el cuerpo.**

Si se te incendia la ropa, grita inmediatamente para pedir ayuda. Estírate en el suelo y rueda sobre ti mismo para apagar las llamas.

No corras ni intentes llegar a la ducha de seguridad si no está muy cerca de ti. Es tu responsabilidad ayudar a alguien que se esté quemando. Cúbrele con una manta antifuego, condúcele hasta la ducha de seguridad, si está cerca, o hazle rodar por el suelo. No utilices nunca un extintor sobre una persona. Una vez apagado el fuego, mantén a la persona tendida, procurando que no coja frío, nunca intentaremos despegar trozos de ropa adheridos a la piel abrasada. Si el accidentado no ha perdido el conocimiento, es muy conveniente darle a beber un vaso de agua con un poco de bicarbonato sódico y una pizca de sal; esta medida intenta compensar la pérdida de líquidos a través de la quemadura. y proporciónale asistencia médica.

### **Quemaduras.**

Las pequeñas quemaduras de primer grado, producidas por material caliente, baños, placas o mantas calefactoras, etc., se tratan lavando la zona afectada con chorro de agua fría o incluso en un cubo con agua y hielo durante 10-15 minutos. Se puede aplicar compresa y crema para aliviar el ardor y la tirantez de la piel.

Las quemaduras más graves requieren atención médica inmediata. No utilices pomada grasa y espesa en las quemaduras graves. Nos limitaremos a colocar una gasa gruesa por encima, que le aisle del aire.

### **Cortes.**

Los cortes producidos por la rotura de material de cristal son un riesgo común en el laboratorio. Estos cortes se tienen que lavar bien, con abundante agua corriente, durante 10 minutos como mínimo. Observar y eliminar la existencia de fragmentos de cristal, en este caso se retira con gasa y pinzas. Si son pequeños y dejan de sangrar en poco tiempo, lávalos con agua y jabón y tápalos con una venda o apósito adecuados. Si son grandes y no paran de sangrar,

colocar una apósito en la herida, aplicando una presión firme, enviando lo más urgente posible a una asistencia médica inmediata.

### **Derrame de productos químicos sobre la piel.**

Los productos químicos que se hayan vertido sobre la piel han de ser lavados inmediatamente con agua corriente abundante, como mínimo durante 15 minutos. Las duchas de seguridad instaladas en los laboratorios serán utilizadas en aquellos casos en que la zona afectada del cuerpo sea grande y no sea suficiente el lavado en un fregadero. Es necesario sacar toda la ropa contaminada a la persona afectada lo antes posible mientras esté bajo la ducha. Recuerda que la rapidez en el lavado es muy importante para reducir la gravedad y la extensión de la herida. Proporciona asistencia médica a la persona afectada.

### **Actuación en caso de producirse corrosiones en la piel.**

Por ácidos. Corta lo más rápidamente posible la ropa. Lava con agua corriente abundante la zona afectada. Neutraliza la acidez con bicarbonato de sodio durante 15-20 minutos. Saca el exceso de pasta formada, seca y cubre la parte afectada con linimento óleo-calcareo o parecido.

Por álcalis. Lava la zona afectada con agua corriente abundante y aclárala con una disolución saturada de ácido bórico o con una disolución de ácido acético al 1%. Seca y cubre la zona afectada con una pomada de ácido tánico.

### **Actuación en caso de producirse corrosiones en los ojos.**

En este caso el tiempo es esencial (menos de 10 segundos). Cuanto antes se lave el ojo, menos grave será el daño producido. Lava los dos ojos con agua corriente abundante durante 15 minutos como mínimo en una ducha de ojos, y, si no hay, con un frasco para lavar los ojos. Es necesario mantener los ojos abiertos con la ayuda de los dedos para facilitar el lavado debajo de los párpados. No frotar nunca los ojos. Es necesario recibir asistencia médica, por leve e insignificante que parezca la lesión.

### **Actuación en caso de ingestión de productos químicos.**

Ante un posible envenenamiento de cualquier tipo, comunicarlo inmediatamente al profesor. Antes de cualquier actuación concreta pide asistencia médica. Si el paciente está inconsciente, ponlo en posición inclinada, con la cabeza de lado, y échale la lengua hacia fuera. Si está consciente, mantenlo apoyado. Tápallo con una manta para que no tenga frío.

Prepárate para practicarle la respiración boca a boca. No le dejéis sólo. No le deis bebidas alcohólicas precipitadamente sin conocer la identidad del producto

ingerido. El alcohol en la mayoría de los casos aumenta la absorción de los productos tóxicos. No provoques el vómito si el producto ingerido es corrosivo.

Cualquiera que sea el producto ingerido, daremos a beber un litro de agua para que así la concentración del tóxico sea menor. Provocar el vómito para expulsar el tóxico dándole a beber un vaso de agua tibia con bicarbonato o sal. A excepción de cuando el tóxico sea de tipo de ácidos fuertes, de álcalis fuertes o de derivados del petróleo, la acción corrosiva sobre el esófago hace que las lesiones que provocan se produzcan durante el vómito.

Dar el antídoto. Suministrar otra sustancia que hace desaparecer su acción nociva, entonces podemos suministrar cualquiera de los llamados antídotos universales. El más práctico es el de administrar claras de huevo en un litro de agua, creando una película protectora de la mucosa gástrica. Una vez tomadas estas medidas, el intoxicado permanecerá echado y bien abrigado ,tratamiento anti-shock.

### **Actuación en caso de inhalación de productos químicos.**

Conduce inmediatamente la persona afectada a un sitio con aire fresco. Requiere asistencia médica lo antes posible. Al primer síntoma de dificultad respiratoria, inicia la respiración artificial boca a boca. El oxígeno se ha de administrar únicamente por personal entrenado. Continúa la respiración artificial hasta que el medico lo aconseje.

Trata de identificar el vapor tóxico. Si se trata de un gas, utiliza el tipo adecuado de máscara para gases durante el tiempo que dure el rescate del accidentado. Si la máscara disponible no es la adecuada, será necesario aguantarse la respiración el máximo posible mientras se esté en contacto con los vapores tóxicos.

## **Normas de seguridad e higiene en el laboratorio de química**

### **Normas referentes a la instalación**

1. Las ventanas y puertas han de abrir adecuadamente, ya que en caso de humos excesivos es necesaria la máxima ventilación y en caso de incendio, la mínima.
2. Las mesas, sillas taburetes, suelos, etc., y el mobiliario en general deben estar en buen estado para evitar accidentes.

3. Los grifos de agua y los desagües no deben tener escapes que hagan resbaladizo el suelo y pudran la madera. Los desagües deben permitir bien el paso de agua.
4. Los enchufes o cables eléctricos no deben estar rotos o pelados; en caso de que sea así deben sustituirse inmediatamente o protegerse para que no puedan tocarse. Nunca deben ir por el suelo de forma que se puedan pisar.
5. Los armarios y estanterías deben ofrecer un almacenamiento para aparatos y productos químicos y estar siempre en perfecto orden.

## **Normas personales**

1. Cada grupo se responsabilizará de su zona de trabajo y de su material.
2. La utilización de bata es muy conveniente, ya que evita que posibles proyecciones de sustancias químicas lleguen a la piel.
3. Es muy aconsejable, si se tiene el pelo largo, llevarlo recogido o metido en la ropa, así como no llevar colgantes.
4. En el laboratorio no se podrá fumar, ni tomar bebidas ni comidas.

## **Normas referentes al orden**

1. Las sustancias tóxicas permanecerán en armario con llave.
2. Es imprescindible la limpieza del laboratorio, de su instrumental y utensilios, así como que esté ordenado.
3. En las mesas de laboratorio o en el suelo, no pueden depositarse prendas de vestir, apuntes, etc., que pueden entorpecer el trabajo.

## **Normas referentes a la utilización de productos químicos**

1. Antes de utilizar un determinado compuesto, asegurarse bien de que es el que se necesita; para ello leeremos, si es preciso un par de veces, el rótulo que lleva el frasco.
2. Como regla general, no coger ningún producto químico. El profesor los proporcionará.
- 3.

- No devolver nunca a los frascos de origen los sobrantes de los productos utilizados sin consultar al profesor.
4. Es de suma importancia que cuando los productos químicos de desecho se viertan en las pilas de desagüe, aunque estén debidamente neutralizados, enseguida circule por el mismo abundante agua.
  5. No tocar con las manos, y menos con la boca, los productos químicos.
  6. No pipetear con la boca los productos abrasivos. Utilizar la bomba manual o una jeringuilla.
  7. Los ácidos requieren un cuidado especial. Cuando queramos diluirlos, nunca echaremos agua sobre ellos; siempre al contrario, es decir, ácido sobre el agua.
  8. Los productos inflamables no deben estar cerca de fuentes de calor, como estufas, hornillos, radiadores, etc.
  9. Cuando se vierta cualquier producto químico debe actuarse con rapidez, pero sin precipitación.
  10. Si se vierte sobre tí cualquier ácido o producto corrosivo, lávate inmediatamente con mucha agua y avisa al profesor.
  11. Al preparar cualquier disolución, se colocará en un frasco limpio y rotulado convenientemente.

## **Normas referentes a la utilización del material de vidrio**

1. Cuidado con los bordes y puntas cortantes de tubos u objetos de vidrio. Alisarlos al fuego. Mantenerlos siempre lejos de los ojos y de la boca.
2. El vidrio caliente no se diferencia a simple vista del vidrio frío. Para evitar quemaduras, dejarlo enfriar antes de tocarlo (sobre ladrillo, arena, planchas de material aislante,...).
3. Las manos se protegerán con guantes o trapos cuando se introduzca un tapón en un tubo de vidrio.

## **Normas referentes a la utilización de balanzas**

1. Cuando se determinen masas de productos químicos con balanzas, se colocará papel de filtro sobre los platos de la misma y, en ocasiones, será necesario el uso de un

"vidrio de reloj" para evitar el ataque de los platos por parte de sustancias corrosivas.

2.

Se debe evitar cualquier perturbación que conduzca a un error, como vibraciones debidas a golpes, aparatos en funcionamiento, soplar sobre los platos de la balanza, etc.

## **Normas referentes a la utilización de gas**

1.

El uso del gas butano requiere un cuidado especial: si se advierte su olor, cerrar la llave y avisar al profesor.

2.

Si se vierte un producto inflamable, córtese inmediatamente la llave general de gas y ventilar muy bien el local.

## **Sustancias químicas peligrosas**

Las sustancias químicas se clasifican, en función de su peligrosidad, en:

### **Explosivos.**

Sustancias y preparados que pueden explosionar bajo el efecto de una llama.

### **Comburentes.**

Sustancias y preparados que, en contacto con otros, particularmente con los inflamables, originan una reacción fuertemente exotérmica.

### **Extremadamente inflamables.**

Sustancias y productos químicos cuyo punto de ignición sea inferior a 0°C, y su punto de ebullición inferior o igual a 35°C.

### **Fácilmente inflamables.**

Se definen como tales:

- Sustancias y preparados que, a la temperatura ambiente, en el aire y sin aporte de energía, puedan calentarse e incluso inflamarse.
- Sustancias y preparados en estado líquido con un punto de ignición igual o superior a 0°C e inferior a 21°C.
- Sustancias y preparados sólidos que puedan inflamarse fácilmente por la acción breve de una fuente de ignición y que continúen quemándose o consumiéndose después del alejamiento de la misma.
- Sustancias y preparados gaseosos que sean inflamables en el aire a presión normal.
- Sustancias y preparados que, en contacto con el agua y el aire húmedo, desprendan gases inflamables en cantidades peligrosas.

### **Inflamables.**

Sustancias y preparados cuyo punto de ignición sea igual o superior a 21°C e inferior a 55°C.

**Muy tóxicos.**

Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.

**Nocivos.**

Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada.

**Corrosivos.**

Sustancias y preparados que en contacto con los tejidos vivos puedan ejercer sobre ellos una acción destructiva.

**Irritantes.**

Sustancias y preparados no corrosivos que por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria.

**Peligrosos para el medio ambiente.**

Sustancias y preparados cuya utilización presente o pueda presentar riesgos inmediatos o diferidos para el medio ambiente.

**Carcinógenos.**

Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir cáncer o aumento de su frecuencia.

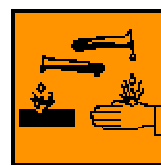
**Teratogénicos.**

Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan inducir lesiones en el feto durante su desarrollo intrauterino.

**Mutagénicos.**

Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir alteraciones en el material genético de las células.

Algunas de estas sustancias se reflejan en el etiquetado de los productos químicos mediante un símbolo o pictograma, de manera que se capte la atención de la persona que va a utilizar la sustancia.

**EXPLOSIVO****COMBURENTE****TÓXICO****IRRITANTE****INFLAMABLE****CORROSIVO**

*Cole-Parmer 1999-2000.* Cole-Parmer Instrument Company, Vernon Hills, IL. **1998.**

Hackett, W.J. y Robbins, G.P. **1982.** *Manual Técnico de Seguridad.* Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., México.

*The Merk Catalogue.* Merk KgaA, Darmstadt, BRD. **1996.**

*The Merk Index.* 12<sup>th</sup> ed. Merk KgaA, Darmstadt, BRD. **1996.**

## **EFFECTO SALINO PRIMARIO EN LA VELOCIDAD DE REACCIÓN.**

### **OBJETIVOS.**

- a).- Observar el efecto salino primario positivo.
- b).- Calcular  $Z_A$   $Z_B$  y proponer interpretación.

### **INTRODUCCIÓN.**

### **HIPÓTESIS.\***

### **MÉTODO EXPERIMENTAL.**

**Análisis Químico Volumétrico.**

### **ETAPAS EXPERIMENTALES.**

**La concentración inicial de reactivos a=b**

**Concentración y gramos utilizados para los reactivos :**

|                                                 |                |                  |                                  |
|-------------------------------------------------|----------------|------------------|----------------------------------|
| <b>K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub></b>  | <b>0.04M</b>   | <b>—————&gt;</b> | <b>para 50 ml. 0.5406g</b>       |
| <b>KI</b>                                       | <b>0.04M</b>   | <b>—————&gt;</b> | <b>para 50 ml. 0.3420g</b>       |
| <b>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>0.0017M</b> | <b>—————&gt;</b> | <b>para 2 litros de solución</b> |
| <b>0.8438g</b>                                  |                |                  |                                  |

**La sal que se utilizará es el NaCl      P.M. = 58.44 g/mol**

**En soluciones de las siguientes concentraciones :**

|                     |              |                |
|---------------------|--------------|----------------|
| <b>Para 100 ml.</b> | <b>0.01M</b> | <b>0.0584g</b> |
|                     | <b>0.05M</b> | <b>0.2922g</b> |
|                     | <b>0.1M</b>  | <b>0.5844g</b> |
|                     | <b>0.2M</b>  | <b>1.1688g</b> |
|                     | <b>0.3M</b>  | <b>1.7532g</b> |
|                     | <b>0.4M</b>  | <b>2.3376g</b> |

**Ecuación :**

$$\log K_r = \log K_0 + 1.02 Z_A Z_B \sqrt{I}$$

**Para electrolitos monovalentes**

**I = M**

### ***MATERIAL***

### ***REACTIVOS***

|                                          |                                                                    |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>1 Matraz erlenmeyer de 250 ml.</b>    | <b>50 ml. de KI 0.04M</b>                                          |
| <b>4 Matraces erlenmeyer de 125 ml.</b>  | <b>50 ml. de K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 0.04M</b>     |
| <b>2 Vasos de precipitado de 100 ml.</b> | <b>150 ml. de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.0017M</b> |
| <b>1 Bureta de 25 o 50 ml.</b>           | <b>Indicador de almidón</b>                                        |
| <b>1 Pinza para bureta</b>               | <b>NaCl</b>                                                        |
| <b>1 Agitador</b>                        |                                                                    |
| <b>2 Pipetas de 10 ml.</b>               |                                                                    |
| <b>1 Termómetro</b>                      |                                                                    |

**En un matraz erlenmeyer de 125 ml. agregar 50 ml. de la solución de KI 0.04M y la cantidad correspondiente de NaCl, La cual se disolverá en los 50 ml. de solución, ya que se haya disuelto agregar con agitación 50 ml. de la solución de K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 0.04M, iniciando de esta manera la reacción ( en el momento en que se mezcla hay que iniciar la toma del tiempo de reacción). Tomar alícuotas de 10 ml. cada 6 minutos y titularlas con Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.0017M agregando indicador de almidón cerca del punto final. Realizar la misma operación hasta completar 7 titulaciones. Anotar la temperatura de trabajo. Realizar la misma operación anterior para las subsiguientes concentraciones de N<sub>A</sub>Cl.**

### **RESULTADOS Y CÁLCULOS.**

### **CONCLUSIONES.\***

**BIBLIOGRAFIA.\***

**COMENTARIOS.\***

**\* Por los alumnos**

## CINÉTICA FOTOQUÍMICA

### OBJETIVOS.

- **Determinar experimentalmente el orden de la reacción de la fotodegradación del verde brillante.**
- **Calcular la constante de descomposición de la reacción a temperatura ambiente.**

### INTRODUCCIÓN.

#### RADIACION ELECTROMAGNETICA.

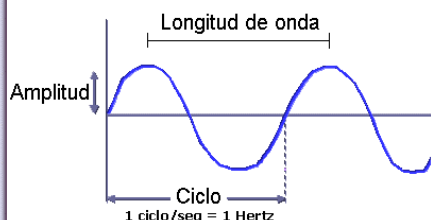
**Prácticamente todos los días hacemos uso de las ondas de radio. El microondas lo utilizamos para calentar comida. Existen lámparas de infrarrojos que se emplean para la rehabilitación de ciertas lesiones musculares. Los rayos X para hacer radiografías y la radiación gamma, característica de los materiales radioactivos, encuentra utilidad en el tratamiento de tejidos cancerosos.**

**Si bien tienen aplicaciones muy diferentes, todas las radiaciones mencionadas tienen características comunes relacionadas con una naturaleza que es, al mismo tiempo, eléctrica y magnética. Por ello, a todas ellas se las denomina de forma genérica, radiaciones electromagnéticas.**

**Una onda electromagnética se puede representar mediante la ilustración esquemática de la figura 1, en la que se observa un trazado repetitivo, que presenta crestas que se distribuyen en el plano, manteniendo una distancia constante.**

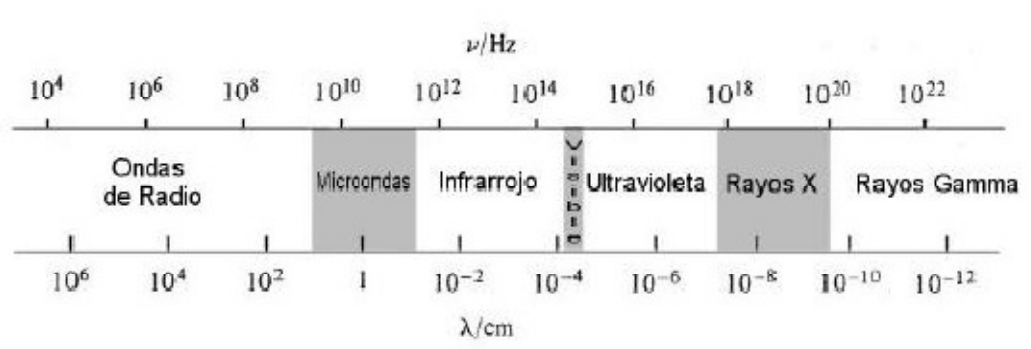
**La longitud que existe entre cresta y cresta se denomina longitud de onda. En términos generales, una radiación electromagnética viene caracterizada por dos aspectos fundamentales: la amplitud de la onda (relacionada con la altura de la**

**Características de una onda electromagnética**



cresta) y la longitud de onda (figura 1). Las radiaciones electromagnéticas se clasifican atendiendo a esta última magnitud como se ilustra en la figura 2.

Esta figura representa el espectro de la radiación electromagnética. Abarca desde las ondas de radio (longitud de onda larga) hasta los rayos gamma (longitud de onda corta).



El eje horizontal inferior representa longitudes de onda. El eje superior representa frecuencias. La frecuencia de una onda corresponde con el número de crestas que pasan por un punto dado en la unidad de tiempo y se mide en número de ciclos (o crestas) por unidad de tiempo. Se expresa en s<sup>-1</sup>, o lo que es lo mismo, en hertzios (Hz).

Por lo tanto, las ondas electromagnéticas pueden nombrarse indicando la longitud de onda o a la frecuencia. Ambas magnitudes están íntimamente relacionadas de tal manera que cuanto menor es la longitud de onda, mayor es la frecuencia y viceversa.

Todas las radiaciones electromagnéticas son portadoras de energía. La cantidad que aportan depende de la frecuencia de la onda y puede calcularse de forma sencilla utilizando la expresión de Planck :

$$E = h \cdot \nu$$

donde, “*E*” es la energía de la onda, “*h*” representa la constante de Planck y “*ν*” es la frecuencia de la radiación.

**El amplio margen de radiaciones que abarca desde la región ultravioleta hasta los rayos gamma, corresponde con el extremo más energético y por lo tanto, con el conjunto de radiaciones más peligrosas para el hombre. Su empleo requiere grandes medidas de seguridad, entre otras cosas porque además, su presencia no puede ser detectada por el ojo humano.**

**Por el contrario, las radiaciones incluidas en el intervalo que comprende desde la región del infrarrojo hasta las ondas de radio, siendo también invisibles al ojo humano, son menos energéticas y por lo tanto menos peligrosas, encontrando aplicabilidad en tareas cotidianas que no requieren altos niveles de seguridad.**

**En la zona central del espectro se encuentra una estrecha franja limitada aproximadamente entre 300nm y 700 nm. Las longitudes de onda incluidas en este intervalo son las que puede detectar el ojo humano y por ello integran la región del visible. En la zona de 300 nm, lindando con la región del ultravioleta encontramos el color violeta, mientras que en la zona de 700 nm, junto a la región del infrarrojo, se encuentra el color rojo. En términos cotidianos, las radiaciones incluidas en ese intervalo se denominan luz.**

#### **Reacciones fotoquímicas.**

**La fotoquímica es el estudio de las reacciones químicas producidas por la luz. La absorción de un fotón de luz de suficiente energía, puede promocionar una molécula a un estado electrónico excitado, donde será más probable originar una reacción química que en el estado electrónico fundamental.**

**En esta práctica evaluaremos la reacción de fotodegradación de un colorante denominado *verde brillante*. Su composición es muy parecida a la de compuestos orgánicos que constituyen vertidos tóxicos sobre los ríos y océanos de nuestro planeta. El estudio de fotodegradación de este compuesto nos puede aportar información sobre la posibilidad de desarrollo de una vía barata de eliminación de residuos.**

**Esta sustancia se fotodegrada por absorción de radiación en el ultravioleta cercano, por ello se irradiará una disolución preparada con esta especie con una lámpara que emite en esa región del espectro.**

**El color de las cosas.**

**Si un rayo de luz llega a un objeto pueden ocurrir tres cosas:**

- a. La luz atraviesa el material**
- b. La luz es absorbida por el material**
- c. La luz rebota en la superficie del material**

**La apariencia de una sustancia y el hecho de que sea visible, dependen de la proporción en que se den cada uno de estos tres procesos. Supongamos que nuestra fuente de luz es una bombilla de filamento incandescente y que colocamos un objeto sólido entre ésta y el observador. Los materiales opacos como la madera no transmiten la luz, de modo que no es posible percibir a su través la que irradia la bombilla. La luz que les llega o bien es absorbida o bien es reflejada, aunque por lo general, ocurren ambas cosas al mismo tiempo. Si al menos una parte de la luz que llega al material lo atraviesa, el objeto es transparente o traslúcido.**

**Los materiales transparentes que transmiten casi toda la luz que reciben, independientemente de su longitud de onda, aparecen como incoloros, pero si las sustancias transmiten algunas longitudes de onda, pero absorben otras, se ven coloreadas. Un trozo de vidrio estañado puede, por ejemplo, absorber todas las luces verdes y azules que reciba. Sólo la luz restante, de color rojo, se transmite hasta la vista, y el cristal se ve rojo.**

### **¿QUÉ ES LA ESPECTROMETRÍA?**

**La espectrofotometría es el método de análisis óptico más utilizado en las investigaciones químicas. Este es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.**

**Todas las sustancias pueden absorber energía radiante, la absorción de las radiaciones ultravioletas, visibles e infrarrojas depende de la estructura de las moléculas, la cual es característica de cada sustancia química.**

**Cuando la luz atraviesa una sustancia, parte de la energía es absorbida; la energía radiante no puede producir ningún efecto sin ser absorbida, el color de las sustancias se debe a que éstas absorben ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre ellas y solo dejan pasar a nuestros ojos aquellas longitudes de onda no absorbidas.**

**Además, no esta de menos mencionar el hecho de que la absorción y trasmittancia de luz depende tanto de la cantidad de la concentración y de la distancia recorrida.**

#### **Ley de Beer.**

**La Ley de Beer declara que la cantidad de luz absorbida por un cuerpo depende de la concentración en la solución.**

**Por ejemplo, en un vaso de vidrio tenemos agua con azúcar diluida y en otro tenemos un vaso con la misma cantidad de agua pero con más azúcar diluida. El vaso es una celda fotoeléctrica, y la solución de azúcar es la que se mide su concentración.**

**Según la ley de Beer, si hiciéramos que un rayo de luz atravesara el primer vaso, la cantidad de luz que saldría del otro lado seria mayor que si repitiéramos esto en el segundo; ya que en el segundo, las ondas electromagnéticas chocan contra un mayor número de átomos o/y moléculas y son absorbidos por estos.**

#### **Ley de Lambert.**

**En la Ley de Lambert se dice que la cantidad de luz absorbida por un objeto depende de la distancia recorrida por la luz.**

**Por ejemplo, retomando el ejemplo de los vasos, pero ahora, pensemos que ambos tiene la misma cantidad de agua y la misma**

**concentración de azúcar, pero, el segundo tiene un diámetro mayor que el otro.**

**Según la ley de Lambert, si hiciéramos que un rayo de luz atravesara el primer vaso, la cantidad de luz que saldría del otro lado sería mayor que si repitiéramos esto en el segundo; ya que en el segundo, de la misma forma que se explico en la ley de Beer .**

**Transmitancia y absorción de las radiaciones.**

**Al hacer pasar una cantidad de fotones o de radiaciones, por las leyes mencionadas anteriormente, hay una perdida que se expresa con la ecuación:**

$$I_T/I_0 = T^{kdc}$$

**Donde  $I_T$  , es la intensidad de luz que sale de la cubeta y que va a llegar a la celda fotoeléctrica (llamada radiación o intensidad transmitida); y  $I_0$  que es la que intensidad con la que sale al atravesar la celda (radiación intensidad incidente) y la relación entre ambas (T) es la transmitancia.**

**En el exponente, el signo negativo se debe a que la energía radiante decrece a medida que el recorrido aumenta. Donde k es la capacidad de la muestra para la captación del haz del campo electromagnético, d es la longitud de la cubeta de espectrofotometría que recorre la radiación, y c es la concentración del soluto en la muestra ya ubicada en la cubeta.**

**La ecuación simplificada de la ley de Beer-Lambers**

$$A = \epsilon \cdot d \cdot c$$

**Comprende a la *mínima* ecuación que relaciona la concentración (c), la absorbancia de la muestra (A), el espesor recorrido por la radiación (d) y el factor de calibración ( $\epsilon$ ). El factor de calibración relaciona la concentración y la absorbancia de los estándares.**

**La absorción (o absorbancia) es igual a A, la es el logaritmo del recíproco de la transmitancia:<sup>1</sup>**

$$A = \log 1/T$$

**lo que es igual a:**

$$A = -\log T$$

**Las ecuaciones mencionadas de las leyes son válidas solo y solo si<sup>1</sup> :**

- **La radiación incidente es monocromática.**
- **Las especies actúan independientemente unas de otras durante la absorción.**
- **La absorción ocurre en un volumen de sección transversal uniforme**

**La espectrofotometría es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones químicas y biológicas. El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.**

**HIPÒTESIS.\***

## **MATERIAL Y SUSTANCIAS**

|                                        |                                                                                                                |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1 espectrofotómetro</b>             | <b>100 ml. de solución de verde de malaquita <math>2.5 \times 10^{-5}</math> M (posteriormente diluir 1:2)</b> |
| <b>1 cronómetro</b>                    |                                                                                                                |
| <b>Guantes de látex</b>                |                                                                                                                |
| <b>Pañuelos desechables</b>            |                                                                                                                |
| <b>1 termómetro</b>                    |                                                                                                                |
| <b>2 matraces aforados de 25ml</b>     |                                                                                                                |
| <b>2 vasos de precipitado de 50 ml</b> |                                                                                                                |
| <b>2 pipetas graduadas de 5 ml</b>     |                                                                                                                |
| <b>1 pipeta graduada de 10 ml</b>      |                                                                                                                |

## **MÉTODO EXPERIMENTAL.**

**Espectrofotometría en región visible a 625 nm.**

## **ETAPAS EXPERIMENTALES.**

- 1. Se conectó el espectrofotómetro y se dejó calentar durante 30 min. para que se auto verificara y estabilizara apuntando a 625nm; dejando la tapa del porta celdas cerrada todo el tiempo.**
- 2. Se tomó una alícuota de 5 ml de agua destilada y se agregó en la primera celda hasta la marca indicada, la cual sirvió de blanco.**
- 3. Se introdujo la celda en la dirección correcta indicada en el porta celda, se cerró la tapa y se calibro a 0% de absorbancia y 100% de transmitancia.**

4. La solución del Verde Brillante se pone en agitación y se toma la temperatura.
5. Se colocan las lámparas de luz U.V. según indicaciones del profesor.
6. Se encienden las lámparas y simultáneamente se inicia el tiempo de reacción con el cronómetro.
7. A los 5 mín. de iniciada la reacción se toma una alícuota de la solución y se transfiere a otra celda del espectrofotómetro, la cual se sustituye por el blanco y se toma la primera lectura de Absorbancia.
8. Sucesivamente cada 5 mín. se toman alícuotas para tomar sus lecturas correspondientes hasta completar 10 lecturas.
9. Una vez tomadas las lecturas las muestras se desechan en un contenedor de desechos que les dará su profesor.

## **RESULTADOS Y CÁLCULOS.**

**DATOS EXPERIMENTALES:**

**TEMPERATURA:**

| <b>Tiempo</b> | <b>Absorbancia</b> |
|---------------|--------------------|
| <b>5</b>      |                    |
| <b>10</b>     |                    |
| <b>20</b>     |                    |
| <b>25</b>     |                    |
| <b>30</b>     |                    |
| <b>40</b>     |                    |
| <b>45</b>     |                    |
| <b>50</b>     |                    |

**CONCLUSIONES.\***

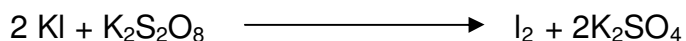
**BIBLIOGRAFÍA.\***

## **COMENTARIOS.\***

**\* Por los alumnos**

# REACCIÓN DE PSEUDO ORDEN CERO

## Reacción de estudio



## OBJETIVOS

- ☐ Determinar el orden parcial de la reacción con relación al persulfato de potasio.
- ☐ Determinar la constante de velocidad de la reacción a temperatura constante, ambiente.

## MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Espectrofotetría en región visible a 465 nm.

## HIPÓTESIS

La reacción se comporta como pseudo orden cero aplicando el método del aislamiento.

## MATERIAL Y SUSTANCIAS

1 Espectrofotómetro  
1 Cronómetro  
Guantes de polietileno o látex  
Pañuelos desechables de bolsillo (no perfumados)  
1 Termómetro  
2 Matraces aforados de 25 ml.  
2 Vasos de precipitados de 50 ml.  
2 Pipetas graduadas de 5ml.  
1 Pipeta graduada de 10 ml.

- ☐ Solución de Yoduro de potasio 0.075M
- ☐ Solución de persulfato de potasio 0.015M

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

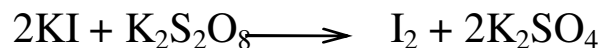
### (MÉTODO DE AISLAMIENTO)

1. Conectar el espectrofotómetro y dejar calentar durante 30 min. Para que se auto verifique, regule y estabilice apuntando a 465 nm.
2. La tapa del porta celdas debe estar siempre cerrada.
3. Tomar una alícuota de 5 ml de solución de yoduro de potasio y agregarla en una primera celda hasta la marca indicada, la cual servirá de blanco.
4. Introducir la celda en la dirección correcta indicada en el porta celda y cerrar y calibrar el aparato a cero de absorbancia.
5. Mezclar 5 ml de la solución de yoduro de potasio con 5 ml de solución de persulfato de potasio, agitar e iniciar simultáneamente el tiempo de reacción, tomar la temperatura de la mezcla de reacción.
6. Tomar una alícuota de la mezcla de la reacción y agregarla en una segunda celda hasta la marca.
7. Cambiar la celda del blanco por la de reacción, cerrar y tomar valores de absorbancia cada 3 minutos hasta completar 10 lecturas.
8. Sacar la celda, limpiarla con agua y apagar el equipo.

**NOTA:** Las lecturas deberán ser cada 3 minutos después de haber metido la muestra ya que cambian muy rápido. Por lo tanto podemos decir que el tiempo total de reacción será de 30 minutos.

## REACCION DE SEGUNDO ORDEN Y EFECTO DE LA TEMPERATURA

Cinética de la reacción Persulfato-Ioduro



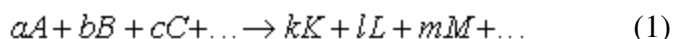
### OBJETIVOS:

- Reconocer que uno de los factores externos que determina la velocidad con que ocurre una reacción determinada es la temperatura,
- Asociar a una reacción una determinada energía de activación,

### INTRODUCCION:

Una **reacción química** es un ejemplo de proceso donde la materia se transforma. Esto puede ser visto a nivel macroscópico, como el proceso en que algunas especies químicas, que llamaremos reactantes, desaparecen y generan especies químicas diferentes, que llamaremos productos. A nivel microscópico, el proceso se traduce en un reordenamiento estructural de los átomos (y por cierto de los electrones que los forman) de las especies reactantes, formando las nuevas especies producto. No sólo es importante cuanto se crea o desaparece en una reacción, sino que también cuán rápido ocurre el proceso. La cinética química se ocupa de establecer cuantitativamente este aspecto y el del mecanismo de las reacciones químicas.

Considérese una reacción homogénea general, cuyo balance de especies es el siguiente:



aquí decimos que  $A, B, C, \dots$  son especies reactantes y  $K, L, M, \dots$  son especies producto; mientras que  $a, b, c, \dots, k, l, m, \dots$  son los coeficientes estequiométricos respectivos.

Si consideramos una reacción irreversible, la velocidad de reacción es:

$$r = k[A]^\alpha [B]^\beta [C]^\gamma \dots \quad (2)$$

donde,  $k$  es una constante de proporcionalidad, llamada constante cinética o constante de velocidad. Los exponentes  $\alpha, \beta, \gamma, \dots$  son los órdenes parciales de reacción con respecto a las especies  $A, B, C, \dots$ , respectivamente. La suma  $(\alpha + \beta + \gamma + \dots) = n$ , es el orden total de reacción. Recordemos, además que sólo para reacciones elementales (aquellas que ocurren

en una sola etapa) los órdenes parciales de reacción son idénticos a los coeficientes estequiométricos para cada especie.

Para la especie j (ya sea reactante o producto) además, se cumple:

$$r = \frac{1}{\nu_j} \frac{d[j]}{dt} \quad (3)$$

en que el coeficiente estequiométrico para la especie j es  $\nu_j$  ( $\nu_j < 0$  para reactantes y  $\nu_j > 0$  para productos) y  $[j]$  es la concentración de dicha especie. Esto permite conocer las velocidades específicas de reacción, para cada especie.

**Reacciones de segundo orden:** Pueden darse dos casos, dependiendo de que la ecuación de velocidad sea función de la concentración de un solo reactivo o de dos. El primer caso corresponde a una reacción elemental del tipo:



que podrá describirse mediante la ecuación de velocidad de segundo orden siguiente:

$$(21) \quad \frac{d[A]}{dt} = -k[A]^2$$

La integración de esta ley de velocidad conduce a:

$$(22) \quad 1/[A] = kt + 1/[A]_0$$

y por tanto, la representación de  $1/[A]$  frente al tiempo da lugar a una recta de pendiente k y ordenada en el origen  $1/[A]_0$ . La concentración de A experimenta una variación hiperbólica con el tiempo:

$$(23) \quad [A] = [A]_0 / (1 + [A]_0 k t)$$

El tiempo de vida media para este tipo de reacciones tiene la expresión:

$$(24) \quad t_{1/2} = 1 / ([A]_0 k)$$

El otro tipo de reacción de segundo orden viene representado por el proceso elemental:



que esta gobernado por la ecuación de velocidad:

$$(25) \quad \frac{d[A]}{dt} = -k [A] [R]$$

si llamamos x a la concentración de A que ha reaccionado en el tiempo t, la ley de velocidad integrada será:

$$(26) \quad \frac{1}{[R]_0 - [A]_0} \ln \frac{[R]_0 ([A]_0 - x)}{[A]_0 ([R]_0 - x)} = -k t$$

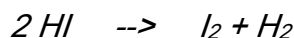
Un caso particular importante se encuentra cuando la concentración de uno de los reactivos es muy grande en comparación a la concentración del otro. En tal caso, la concentración del reactivo en exceso puede considerarse constante con el tiempo, por lo que la ley de velocidad quedará:

$$(27) \quad v = k' [A]$$

es decir, la ecuación de velocidad se transforma en una ecuación de pseudo-primer orden.

Algunos ejemplos de reacciones de segundo orden son:

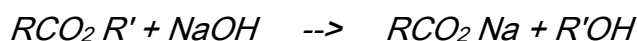
- Disociación del ácido iodhídrico:



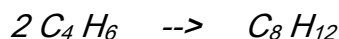
- Síntesis del ácido iodhídrico:



- Hidrólisis de un éster:



- Dimerización de hidrocarburos:



## Métodos de estudio de la cinética de una reacción.

Existen diversos métodos para estudiar la cinética de una reacción química. Podemos citar: el método de integración de las velocidades de reacción, el método del tiempo de vida media y métodos de tipo más experimentales. En todos ellos, lo que se persigue es conocer

el valor de los parámetros cinéticos específicos de la reacción; como, por ejemplo, los órdenes (parciales y globales), la constante de velocidad, energías de activación, etc.

### ***La temperatura como Factor que influye en la rapidez de reacción***

Por norma general, la rapidez de reacción aumenta con la temperatura porque al aumentarla incrementa la energía cinética de las moléculas. Con mayor energía cinética, las moléculas se mueven más rápido y chocan con más frecuencia y con más energía. El comportamiento de la constante de velocidad o coeficiente cinético frente a la temperatura puede ser descrito a través de la Ecuación de Arrhenius.

$$\text{Log } \frac{K_2}{K_1} = - \left( \frac{E_a}{2.303R} \right) \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Para un buen número de reacciones químicas la velocidad se duplica aproximadamente cada diez grados centígrados.

## **Energía de Activación**

En 1888, el químico sueco Svante Arrhenius sugirió que las moléculas deben poseer una cantidad mínima de energía para reaccionar. Esa energía proviene de la energía cinética de las moléculas que colisionan. La energía cinética sirve para originar las reacciones, pero si las moléculas se mueven muy lento, las moléculas solo rebotarán al chocar con otras moléculas y la reacción no sucede.

Para que reaccionen las moléculas, éstas deben tener una energía cinética total que sea igual o mayor que cierto valor mínimo de energía llamado **energía de activación** ( $E_a$ ). Una colisión con energía  $E_a$  o mayor, consigue que los átomos de las moléculas alcancen el estado de transición. Pero para que se lleve a cabo la reacción es necesario también que las moléculas estén orientadas correctamente.

La *constante de la velocidad de una reacción* ( $k$ ) depende también de la temperatura ya que la energía cinética depende de ella. La relación entre  $k$  y la temperatura está dada por la *ecuación de Arrhenius*:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

Donde  $A$  es el *factor de frecuencia*.

## HIPOTESIS \*

En esta cinética la concentración inicial de reactivos es igual  $a=b$

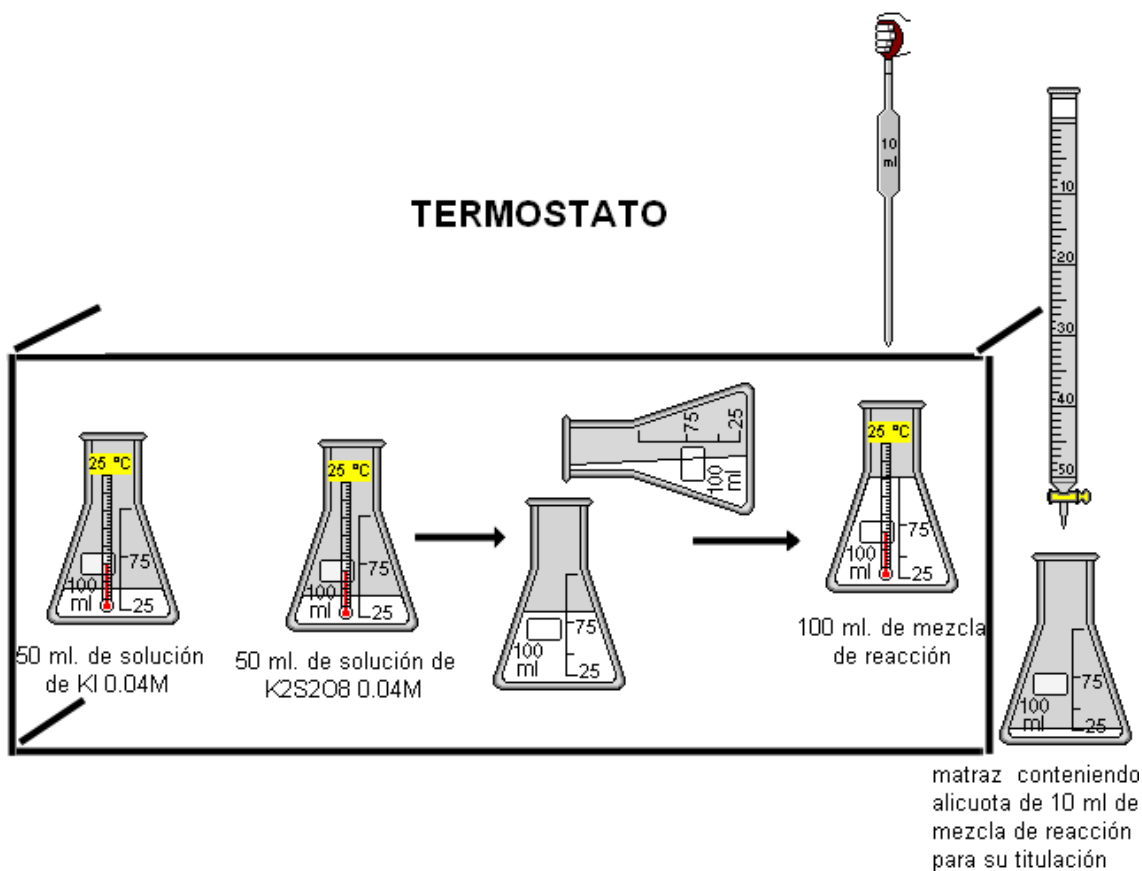
### MATERIAL Y SUSTANCIAS:

|                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1 Matraz erlenmeyer de 250 ml.    | 50 ml. de KI 0.04M              |
| 4 Matraces erlenmeyer de 125 ml.  | 50 ml. de $K_2S_2O_8$ 0.04M     |
| 2 Vasos de precipitado de 100 ml. | 150 ml. de $Na_2S_2O_3$ 0.0017M |
| 1 Bureta de 25 o 50 ml.           | Indicador de almidón            |
| 1 Pinza para bureta               |                                 |
| 1 Agitador                        |                                 |
| 2 Pipetas de 10 ml.               |                                 |
| 1 Termómetro                      |                                 |
| 1 Cronómetro                      |                                 |

Concentración y gramos utilizados para los reactivos:

|              |         |        |                                   |
|--------------|---------|--------|-----------------------------------|
| $K_2S_2O_8$  | 0.04M   | —————> | para 50 ml. 0.5406g               |
| KI           | 0.04M   | —————> | para 50 ml. 0.3420g               |
| $Na_2S_2O_3$ | 0.0017M | —————> | para 2 litros de solución 0.8438g |

### METODO EXPERIMENTAL



## ETAPAS EXPERIMENTALES:

### ETAPA II OBTENCION DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA CONSTANTE DE REACCION $K_1$ A LA TEMPERATURA DE 25°C $T_1$

1. Poner a trabajar el recirculador del baño fijando la perilla reguladora de temperatura a 25°C.
2. En un matraz erlenmeyer de 125 ml. (**matraz 1**) agregar 50 ml. de la solución de **KI 0.04M**.
3. En otro matraz erlenmeyer de 125 ml. (**matraz 2**) agregar 50 ml. de la solución de  **$K_2S_2O_8$  0.04M**.
4. Colocar los dos matraces anteriores en el termostato a 25° C y esperar a que se alcance el equilibrio térmico.
5. Al contenido del matraz 1 agregar con agitación el contenido del matraz 2, iniciando de esta manera la reacción (en el momento en que se mezcla hay que iniciar la toma del tiempo de reacción).

- Mantener la temperatura de la mezcla de reacción a temperatura constante de 25° C
- Tomar alícuotas de 10 ml. cada 6 minutos y titularlas con **Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.0017M** agregando **indicador de almidón** cerca del punto final.
- Realizar la misma operación hasta completar 7 titulaciones.

## ETAPA II OBTENCION DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA CONSTANTE DE REACCION K<sub>2</sub> A LA TEMPERATURA DE 35° C T<sub>2</sub>

- Poner a trabajar el recirculador del baño fijando la perilla reguladora de temperatura a 35°C.
- En un matraz erlenmeyer de 125 ml. (**matraz 1**) agregar 50 ml. de la solución de **KI 0.04M**.
- En otro matraz erlenmeyer de 125 ml. (**matraz 2**) agregar 50 ml. de la solución de **K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 0.04M**.
- Colocar los dos matraces anteriores en el termostato a 35° C y esperar a que se alcance el equilibrio térmico.
- Al contenido del matraz 1 agregar con agitación el contenido del matraz 2, iniciando de esta manera la reacción (en el momento en que se mezcla hay que iniciar la toma del tiempo de reacción).
- Mantener la temperatura de la mezcla de reacción a temperatura constante de 35° C
- Tomar alícuotas de 10 ml. cada 6 minutos y titularlas con **Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.0017M** agregando **indicador de almidón** cerca del punto final.
- Realizar la misma operación hasta completar 7 titulaciones.

## RESULTADOS Y CÁLCULOS.

- Anote los resultados experimentales de cada uno de los experimentos: en tablas como las siguientes:

| Temperatura de trabajo = 25°C |        |               | Temperatura de trabajo = 35°C |        |                |
|-------------------------------|--------|---------------|-------------------------------|--------|----------------|
| Titulación                    | Tiempo | Vol. de Titul | Titulación                    | Ttempo | Vol. de Titul. |
| 1                             |        |               | 1                             |        |                |
| 2                             |        |               | 2                             |        |                |
| 3                             |        |               | 3                             |        |                |
| 4                             |        |               | 4                             |        |                |
| 5                             |        |               | 5                             |        |                |
| 6                             |        |               | 6                             |        |                |
| 7                             |        |               | 7                             |        |                |

2. Determinar las constantes de reacción  $K_1$  y  $K_2$
3. Determinar la Energía de Activación..

**CONCLUSIONES\*.**

**BIBLIOGRAFÍA\*.**

**COMENTARIOS\*.**

\*Aspectos propuesto por los estudiantes

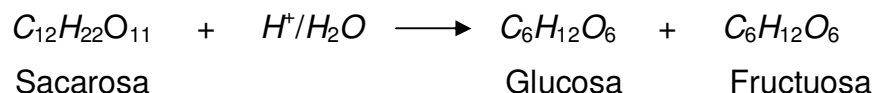
# CINÉTICA DE INVERSIÓN DE LA SACAROSA

## OBJETIVOS

- Describir la cinética de inversión de la sacarosa en medio ácido (catalizador) para formar glucosa y fructuosa, mediante la propiedad de actividad óptica. Así como, las características de dichas sustancias para que presenten ese fenómeno.
- Hacer uso de un polarímetro para determinar la actividad óptica y seguir la velocidad de la reacción.
- Determinar el orden de reacción.
- Determinar la constante de velocidad,  $K_r$ .

## INTRODUCCIÓN

La reacción de hidrólisis de la sacarosa catalizada por el ión hidrógeno  $H^+$ , nos permite estudiar el comportamiento cinético de este sistema.



Por el mecanismo que presenta esta reacción es considerada bimolecular y la ecuación para la velocidad de reacción es:

$$-\frac{dC}{dt} = k [\text{sacarosa}] [H_2O]$$

La reacción se verifica en medio acuoso en donde la concentración del agua es mucho más grande que la de la sacarosa, la ecuación anterior se transforma en:

$$-\frac{dC}{dt} = k' [\text{sacarosa}]$$

Como podemos ver la velocidad de la reacción sólo depende de la cantidad de sacarosa transformada. Esta reacción se puede seguir midiendo el ángulo de rotación de la luz polarizada que atraviesa a la solución, ya que tanto la sacarosa como los productos de la reacción presentan actividad óptica.

La sacarosa es dextrógira mientras que la mezcla glucosa/fructuosa es levógira, por estas propiedades que presentan las sustancias involucradas, con el uso de un polarímetro podemos detectar como al ir avanzando la reacción el ángulo de rotación de la luz polarizada cambia de dextrorrotativo a levorrotativo. En la determinación del estudio cinético estamos usando una propiedad física (ángulo de rotación óptica) el cual es proporcional a la concentración de la especie transformada. La ecuación cinética se expresa como sigue:

$$\ln \left( \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} \right)$$

Donde  $t$ =tiempo,  $\alpha_0 - \alpha_\infty$  es proporcional a la concentración inicial y será proporcional a  $-x$ , es decir, a la cantidad transformada.

### **HIPÓTESIS.\***

### **MÉTODO EXPERIMENTAL.**

Polarimetría

### **ETAPAS EXPERIMENTALES.**

En el estudio del presente sistema se utiliza un polarímetro el cual debe encenderse con media hora de anticipación. Con el disolvente que se va a usar se fija el cero del equipo, para esta práctica es agua. Una vez ajustado el aparato se procede a tomar las lecturas del sistema en estudio.

Se preparan 50 ml de solución de sacarosa al 5%. La celda del polarímetro se lava perfectamente con agua destilada y se enjuaga con solución de sacarosa, en seguida dicha celda se llena con la solución de sacarosa y se determina su ángulo de rotación  $\alpha_0^1$  en el polarímetro.

Se prepara una mezcla con 25 ml de sacarosa al 5% y 25 ml de HCl 0.25M, midiendo el tiempo de reacción. La celda previamente enjuagada con esta solución se llena, se lee su ángulo de rotación y el tiempo al cual corresponde la lectura (Nota: fijar primero el ángulo de rotación  $\alpha^\pm$  y ver en seguida el tiempo). Tomar lectura a diferentes intervalos de tiempo.

Hasta llegar a la inversión completa de la sacarosa mientras el resto de la solución se calienta a una temperatura de 60-70 °C durante 20-30 minutos, se

deja enfriar y con esta solución se llena la celda del polarímetro limpia y enjuagada; posteriormente se efectúa la lectura de  $\alpha_{\infty}$ .

### **MATERIAL Y REACTIVOS.**

1 polarímetro con su celda  
2 matraces erlenmeyer  
3 vasos de precipitados (50 o 100 ml)  
2 matraces aforados de 50 ml  
2 pipetas de 5 ml, 10 ml.  
1 probeta 25 o 50 ml.  
1 cronómetro  
1 propipeta  
Sacarosa al 5%, HCl 1M y H<sub>2</sub>O destilada

### **RESULTADOS Y CÁLCULOS.**

1. Anotar las condiciones experimentales: cantidad y concentración de cada una de las soluciones, temperatura, longitud de onda de la lámpara del polarímetro, rotación óptica inicial ( $\alpha_0$ ) y rotación óptica final ( $\alpha_{\infty}$ ).
2. Tabla de datos que incluya tiempo de reacción ( $t_r$ ) y rotación óptica a un determinado tiempo ( $\alpha_t$ ).
3. Aplicar el método gráfico para determinar el orden de reacción.
4. Determinar la constante de velocidad.

### **CONCLUSIONES.\***

### **BIBLIOGRAFÍA.\***

### **COMENTARIOS.\***

**\* Por los alumnos**