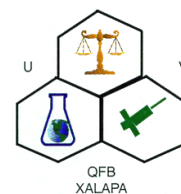




**UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA  
BIOLÓGICA**



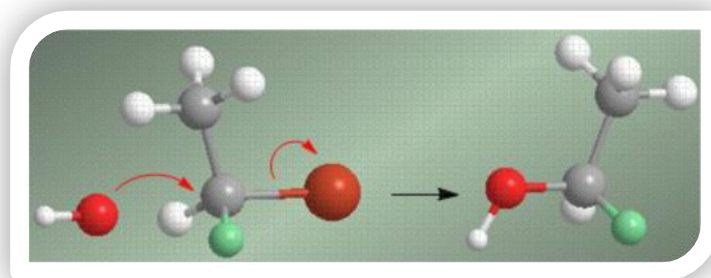
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE QUÍMICA  
ORGÁNICA II**



**MANUAL PARA EL DOCENTE**

**CATEDRÁTICOS:**

**DRA. DOLORES PINEDA CAMPOS  
DRA. MARIBEL VÁZQUEZ HERNÁNDEZ  
DR. FERNANDO RAFAEL RAMOS MORALES  
MC. VICENTE VELÁZQUEZ MELGREJO**



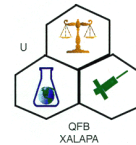
**PERIODO ESCOLAR:**

Agosto – Diciembre



## ÍNDICE

Presentación.....	3
Normas generales y reglamentación de laboratorio.....	4
Lista de materiales necesarios para trabajar en el laboratorio .....	7
Instrucciones para elaborar el reporte final.....	9
Mecanismo evaluación.....	10
<b>Tema I.- Reacciones de sustitución nucleofílica</b>	
Práctica # 1.- Obtención de Nerolina.....	11
<b>Tema II.- Reacciones de sustitución en moléculas aromáticas.</b>	
Práctica # 2.- Síntesis de p-nitroanilina en tres etapas:	
1a. etapa obtención de acetanilida.....	14
Práctica # 3.- 2a. etapa obtención de p-nitroacetanilida.....	17
Práctica # 4.- 3a. etapa obtención de p-nitroanilina.....	20
Práctica # 5.- Obtención de amarillo de Martius (2,4-dinitro- $\alpha$ -naftol).....	23
<b>Tema III.- Reacciones de radicales libres.</b>	
Práctica # 6.- Obtención de Benzopinacol.....	28
<b>Tema IV.- Reacciones de eliminación.</b>	
Práctica # 7.- Obtención de Ciclohexeno.....	30
<b>Tema V.- Reacciones de adición.</b>	
Práctica # 8.- Obtención de Acetileno.....	33
Práctica #9.- Adición Electrofílica al Antraceno (Síntesis de 9, 10 Dihidro Antraceno)....	36
<b>Rendimiento de una reacción.....</b>	<b>38</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>41</b>



## PRESENTACIÓN

En este manual para el curso de Laboratorio de Química Orgánica II de iniciación a la disciplina que tiene 3 créditos, 3 horas de práctica, pretende que el alumno lleve a la práctica los conocimientos adquiridos en el curso de Orgánica II (teoría), por lo que el orden de las prácticas propuestas aquí está relacionado con el orden en el que se presentan los temas en el curso de teoría. La intención del presente manual es que el alumno tome un papel más activo en el diseño de los experimentos que habrá de realizar durante el semestre, por lo que se sugiere que el alumno investigue cuáles son las mejores condiciones de reacción para efectuar cada una de las síntesis propuestas en este manual.

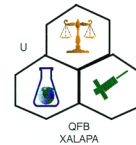
La teoría por completa y bien estructurada que esté requiere de la validación experimental para comprobar su exactitud.

El avance actual de la química orgánica ha sido posible gracias al método experimental, esto hace que la química orgánica siga siendo una ciencia netamente experimental.

Los objetivos del presente curso de laboratorio son:

- a) Familiarizar al alumno con las diversas técnicas de laboratorio.
- b) Identificar y clasificar las reacciones químicas más comunes en que participan las moléculas orgánicas.
- c) Utilizar adecuadamente la terminología empleada en las reacciones orgánicas.
- d) Representar gráficamente los mecanismos de reacción y productos de transformación de las moléculas orgánicas.
- e) Identificar y clasificar la reactividad de los grupos funcionales presentes en las moléculas orgánicas.
- f) Preparar en el laboratorio compuestos conocidos y sencillos de cierta utilidad o que demuestren un principio teórico.
- g) Correlacionar la estructura con las propiedades químicas en compuestos orgánicos.
- h) Elaborar hipótesis acerca del comportamiento y reactividad de las moléculas orgánicas, sobre la base de los conocimientos adquiridos.

Se sugiere que los estudiantes realicen reportes de cada una de sus prácticas privilegiando la sección dedicada a los resultados, discusión y conclusiones, ya que es justamente en estas donde se fomentará el espíritu observador y crítico, esencial en la formación científica.



## **NORMAS GENERALES DE LABORATORIO ANTES DE INICIAR SU PRÁCTICA:**

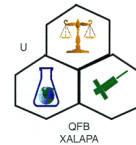
- ❖ La asistencia a la práctica es obligatoria.
- ❖ La tolerancia para entrar al laboratorio será la que rige el reglamento escolar.
- ❖ Acatar las instrucciones indicadas en el Reglamento de Laboratorios
- ❖ No dejar abrigos, carpetas u otros objetos sobre las mesas de trabajo. Cuando más despejado este el lugar de trabajo mejor se desarrollará las prácticas y menos peligro existirá para nosotros y para nuestras cosas.
- ❖ Es obligatorio llevar bata para evitar manchas y quemaduras, mascarilla y lentes de seguridad. También es aconsejable traer un trapo de algodón para poder agarrar los recipientes calientes o limpiarlos y secarlos.
- ❖ Se deben seguir a todo momento las indicaciones del profesor. No se comenzara a trabajar hasta haber recibido las instrucciones necesarias. Consultar las dudas y dificultades.
- ❖ Es imprescindible leer por lo menos una vez la práctica antes de comenzar.
- ❖ Comprobar que esta todo el material necesario y en las condiciones adecuadas de conservación y limpieza. Comunicar cualquier anomalía al profesor. Cada grupo será responsable de material asignado.
- ❖ Por seguridad está terminantemente prohibido fumar dentro del laboratorio, así como ingerir alimentos y bebidas.

## **DURANTE EL TRABAJO:**

- ❖ No debe probarse ninguna sustancia y debe evitarse el contacto con la piel. En caso de que algún producto corrosivo caiga en la piel, se eliminará con abundante agua fría.
- ❖ Extremar los cuidados al trabajar con sustancias inflamables, tóxicas o corrosivas.
- ❖ Comunicar cualquier accidente, quemadura o corte, a tu profesor de laboratorio.



UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA  
LABORATORIO DE QUÍMICA ORGANICA II



- ❖ La manipulación de productos sólidos se hará con ayuda de una espátula o cucharilla y para transvasar líquidos se utilizara una varilla de vidrio en los casos que sean necesarios.
- ❖ Nunca viertas agua al ácido sulfúrico concentrado, sino el ácido al agua teniendo precaución.
- ❖ Tener cuidado al manejar ácidos y bases principalmente concentrados.
- ❖ Para oler algún producto no debe acercarse la cara al recipiente, si no que se arrastrará el vaso hacia la nariz pasando la mano por encima de él.
- ❖ Con el fin de evitar contaminaciones, nunca se devolverá al frasco los restos de productos no utilizados.
- ❖ El material de vidrio es muy frágil, por lo que se evitara los golpes y cambios bruscos de temperatura. Se deberá anotar en una hoja o cuaderno el material que se rompa y comunicarlo al profesor de laboratorio.
- ❖ Cualquier práctica en la que se desprenda gas tóxico o inflamables y se utilicen reactivos potencialmente nocivos deberá llevarse a cabo en las campanas extractoras del laboratorio.
- ❖ Los restos sólidos no metálicos deben tirarse en cestos de basura, nunca en las fregaderas. Los residuos metálicos se almacenarán en un recipiente especial. Los residuos acuosos se verterán en los fregaderos grandes, con abundante agua antes, durante y después del vertido. En cuanto a los líquidos y disolventes orgánicos, se depositaran en un recipiente de plástico, para su posterior eliminación.

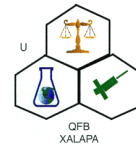
**AL TERMINAR:**

- ❖ El lugar y el material de trabajo debe quedar limpio y ordenado, también se deben apagar y desenchufar los aparatos.
- ❖ Lavarse las manos perfectamente para evitar intoxicaciones con algunos reactivos.
- ❖ Entregar para su revisión el reporte de la práctica elaborada. Hasta que el profesor no de su autorización no se considerara finalizada la práctica y por lo tanto, no podrás salir de laboratorio.
- ❖ Al utilizar las basculas para pesar los reactivos, no olvidar limpiar en caso de derrames. Después de utilizar los reactivos favor de tapar y cerrarlos.





UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA  
LABORATORIO DE QUÍMICA ORGANICA II



REGLAMENTO GENERAL DEL LABORATORIO DE LA FAC. DE Q.F.B.

**Artículo 49.** Los usuarios del Laboratorio deberán observar lo siguiente:

- I. Utilizar bata blanca abotonada de manga larga;
- II. Utilizar el material de seguridad personal necesario como mascarilla, lentes de seguridad, guantes, cubre bocas, gorra, entre otros;
- III. En caso de que se realicen pruebas o experimentos de larga duración y cuando sea necesario dejar encendido el equipo e instrumentos como estufas u hornos durante largos periodos de tiempo, el usuario deberá comunicarlo al Técnico Académico o personal académico de tiempo completo con carga académica diversificada y asignada al laboratorio y colocar las etiquetas correspondientes a los equipos en uso;
- IV. Hacerse responsable del buen uso y manejo de los instrumentos y equipos del laboratorio y disponiendo para tal fin de los manuales correspondientes;
- V. Notificar al personal del laboratorio cualquier desperfecto observado en los equipos e instrumentos que se le otorgaron;
- VI. Devolver el equipo e instrumentos con todos los accesorios que recibió al solicitarlos;
- VII. Al término de la práctica, deben dejar limpias y libres de desechos las mesas de trabajo;
- VIII. Queda estrictamente prohibido arrojar desechos sólidos a coladeras de las mesas de trabajo y áreas destinadas al lavado de material dentro del laboratorio;
- IX. Se prohíbe fumar y jugar en los laboratorios;
- X. Las actividades como correr e ingerir alimentos o bebidas serán permitidas única y exclusivamente si lo justifica la práctica a realizar;
- XI. Para el préstamo de equipo, instrumentos o material, el usuario deberá llenar el vale correspondiente y dejar al responsable del laboratorio, su credencial vigente que lo acredita como miembro de la Facultad o una identificación oficial vigente con fotografía; para el caso de personas ajenas a la Facultad, además de los requisitos anteriores deberá tener el visto bueno del Director de la Facultad;
- XII. Reparar o reponer los materiales y equipos de laboratorio concedidos en préstamo que hayan sido dañados o extraviados, de acuerdo con las características que indique el técnico académico o personal de tiempo completo con carga académica diversificada y asignada al laboratorio, quedando retenida la credencial del usuario involucrado hasta que se cubra el adeudo, observando lo siguiente:
  - a) El adeudo deberá cubrirse a más tardar en la última semana del periodo de clases. En tanto no se cubra este adeudo no se podrá disponer de otros préstamos; y
  - b) En caso de incumplimiento de la reposición del bien dañado, el adeudo correspondiente se turnará al encargado del almacén general de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Químicas, quien informará al Director de la Facultad para la aplicación de la sanción que corresponda en términos de la legislación universitaria.



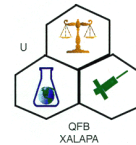
UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA  
LABORATORIO DE QUÍMICA ORGANICA II



**Lista de materiales necesarios para trabajar en el laboratorio.**

*El alumno deberá solicitarlos en el almacén de la Facultad (por equipo).*

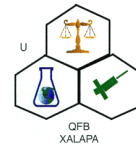
- Pipetas pasteur
- 1 Embudo de separación de 50 ml
- 2 vasos de precipitado 250 ml, 500 ml
- 1 cristizador
- 2 agitadores con punta redonda
- Tapones horadados de las medidas de los matraces
- Vidrio de reloj
- Matraz Erlenmeyer de 50 ml
- Termómetro -100 a 400 °C
- 6 tubos de ensaye con tapón medianos
- Embudo de Büchner chico
- 1 matraz bola de 10 ml
- Embudo de filtración rápida
- 1 Pizeta para agua destilada
- Baño maría de acero inoxidable
- 2 vaso de precipitados de 50 ml
- 2 vaso de precipitados de 100 ml
- Pinzas para tubo de ensaye
- 2 Pinzas para soporte
- 2 Soportes universal
- 1 Matraz de 3 bocas de 50 ml
- 1 matraz de fondo plano de 50 ml
- Alargadera
- Matraz kitazato de 500ml
- Nido
- 1 Matraz de destilación de 50 ml



**Lista de materiales que el alumno debe de comprar y utilizar en cada sesión de laboratorio (por equipo).**

- Rollo de papel aluminio
- 2 Escobillones chico y mediano
- Guantes solvex
- Lentes protectores
- Mascarilla con filtro para solventes orgánicos
- Tijeras inoxidables
- Jeringas adaptadas a perillas
- Recipiente para baño maría de acero inoxidable
- 3 metros de manguera de látex
- 1 tina de plástico mediana (comprarlo con Ahued)
- 1 Rollo cinta masking
- Etiquetas adheribles pequeñas
- Plastilina
- Detergente
- Jabón para las manos
- Esponja
- Franela
- Papel absorbente (servitoallas)
- Plumón para acetato
- Hielo para las prácticas
- Sal una bolsita
- Agua destilada
- 1 tubo de vidrio (60cm)
- 1 pañuelo
- 1 bolsa de Algodón
- 1 Jerga





## INSTRUCCIONES PARA ELABORAR EL REPORTE FINAL.

Al iniciar el curso cada alumno ocupará una libreta especial para laboratorio, donde llevará el control de sus prácticas realizadas y anotará sus observaciones, cálculos, dibujos, etc.

### REPORTE FINAL.

Reporte final. El Alumno seguirá el siguiente orden, para que al final en la fecha indicada en la programación del curso, lo envíe en pdf al correo electrónico a su catedrático.

- 1.- Índice de prácticas realizadas por temática
- 2.- Introducción de cada temática contemplada en el programa.

Cada práctica realizada debe contemplar los siguientes puntos:

- 1.- Generalidades (propiedades físicas, químicas, usos en la industria y otros métodos de obtención)
- 2.- Diagrama del procedimiento
- 3.- Observaciones
- 4.- Dibujos y fotografías
- 5.- Resultados (cálculos y rendimiento)
- 6.- Conclusiones (personales)
- 7.- Bibliografía

### ***EJEMPLO:***

PORTADA

ÍNDICE

TEMA I.- REACCIONES DE SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA

INTRODUCCIÓN

PRACTICA # 1.- Obtención de Nerolina.

- 1.- Generalidades (propiedades físicas, químicas, usos en la industria y otros métodos de obtención)
- 2.- Diagrama del procedimiento
- 3.- Observaciones
- 4.- Dibujos y fotografías
- 5.- Resultados (cálculos y rendimiento)
- 6.- Conclusiones (personales)
- 7.- Bibliografía

TEMA II.- REACCIONES DE SUSTITUCIÓN EN MOLÉCULAS AROMATICAS.

INTRODUCCIÓN

PRACTICA # 2.- Síntesis de p-nitroanilina en tres etapas:

1a. etapa obtención de acetanilida.

PRACTICA # 3.- 2a. etapa obtención de p-nitroacetanilida

PRACTICA # 4.- 3a. etapa obtención de p-nitroanilina

ETC.



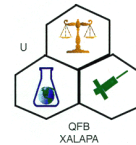
UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA  
LABORATORIO DE QUIMICA ORGANICA II



**Mecanismo evaluación:**

La evaluación se llevará a cabo como se muestra a continuación:

	<b>Criterio de desempeño</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Participación</b>	Participar activamente en las actividades del laboratorio, exposiciones, examen parcial de cada práctica.	30
<b>Bitácora</b>	Registra diagrama de la práctica, observaciones, cálculos, y la entrega en tiempo y forma con limpieza, identificación visible limpieza y orden.	15
<b>Reporte</b>	Entregar todas las prácticas en tiempo y forma, bajo el formato establecido con limpieza y orden.	25
<b>Examen</b>	Responder acertadamente	30
	<b>Total</b>	<b>100</b>



## PRÁCTICA # 1

### OBTENCIÓN DE NEROLINA SINTESIS DE ÉTERES (POR DESHIDRATACIÓN DE ALCOHOLES)

Tiempo de duración: 3 h

#### OBJETIVO

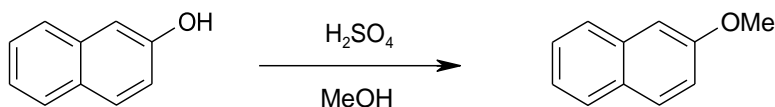
- Sintetizar y aprender la técnica de deshidratación de alcoholes para la obtención de éteres, en este caso, nerolina.

#### FUNDAMENTO

Los éteres pueden obtenerse por deshidratación de alcoholes, por la acción de un halogenuro de alquilo sobre un alcóxido metálico (síntesis de Williamson). Los éteres metálicos y etílicos se pueden sintetizar por reacción de alcóxidos alcalinos o fenoles con sulfato de metilo o sulfato de etilo. El primer método sólo es útil para obtener éteres simples, teniendo el inconveniente de que los alcoholes con más de cuatro átomos de carbono se deshidratan a temperaturas elevadas, favoreciéndose la formación de productos secundarios y principalmente la oxidación del alcohol. El segundo método da buenos rendimientos y se puede emplear para preparar éteres mixtos. El grupo alcoxi desplaza y substituye al halógeno, pudiendo por su mecanismo ser una  $SN_1$  ó  $SN_2$ . En el caso del beta-naftol, se esterifica con sulfato de metilo formado en el seno de la reacción. Los ésteres aromáticos son sustancias de aromas agradables, muchos de ellos se encuentran en la naturaleza formando parte de los llamados aceites esenciales, v. gr.: el anetol, safrol, etc. Siendo empleados en la fabricación de esencias artificiales.

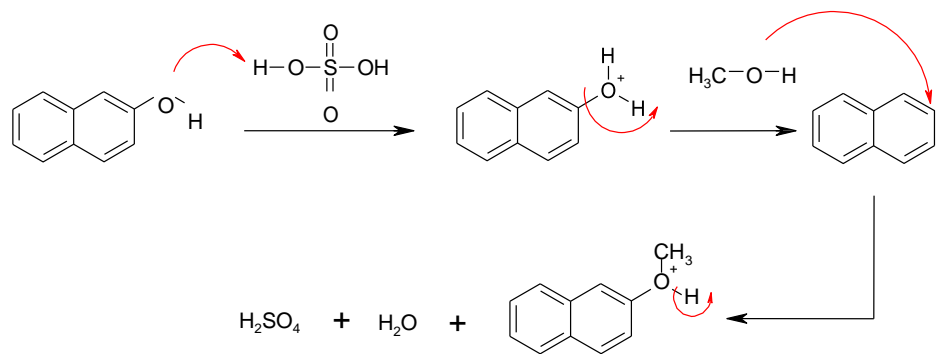
En la deshidratación de alcoholes proporciona ejemplos de los tres mecanismos de eliminación. La eliminación de agua (deshidratación) de alcoholes sencillos requiere condiciones ácidas para el grupo hidroxilo, un grupo saliente relativamente pobre, se transforma en  $H_2O$  de cualidades moderadas como grupo saliente.

#### REACCIÓN GENERAL





## MECANISMO DE REACCIÓN



## MATERIAL

Matraz de Erlenmeyer de 100 ml  
Equipo de reflujo  
Embudo Buchner  
Matraz Kitazato de 250 ml  
1 nido (mantilla)  
1 riostato  
Hielo

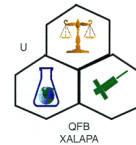
## REACTIVOS

2.5 g 2-Naftol (Beta-Naftol)  
17.5 ml Metanol  
10 ml Hidróxido de sodio al 10%  
50 ml Agua destilada helada  
2.5 ml Ácido sulfúrico

## TÉCNICA

### a) Nerolina(metoxinaftaleno)

En un matraz erlenmeyer de 100 ml. provisto de un refrigerante a reflujo en un nido (ver fig. 1), se colocan 2.5 g., de  $\beta$ -Naftol, 17.5 ml., de metanol y 2.5 ml., de ácido sulfúrico. La mezcla se refluja por 45min, luego se vierte sobre 50 ml., de agua helada. El éter precipitado se recoge por succión a vacío sobre un embudo de Büchner, el precipitado se lava 2 veces con agua helada, una vez con 10 ml de hidróxido de sodio al 10% y otra vez con agua helada. Se recristaliza en etanol caliente decolorándose con carbón activado. Los cristales se secan, se pesan y se les determina el punto fusión (P. f. teórico  $71^\circ\text{C}$ ) entregue la  $\beta$ -nerolina obtenida y anote el rendimiento.



### b) Pruebas de identificación

A 0.5 ml del producto se añade 0.5 ml de ácido sulfúrico y se calienta a 50°C por 3 minutos. Los éteres son sustancias poco reactivas a esta temperatura, por lo que no debe apreciarse un cambio drástico en el color de la solución. Reiterando, es importante controlar la temperatura para que no se den condiciones de hidrólisis, en cuyo caso sí se observarían cambios.

#### ***PRECAUCIÓN:***

- Use lentes de seguridad

Desecho de residuos:

- Los filtrados de la reacción se diluyen en agua y se vierten al drenaje o a un frasco de residuos.

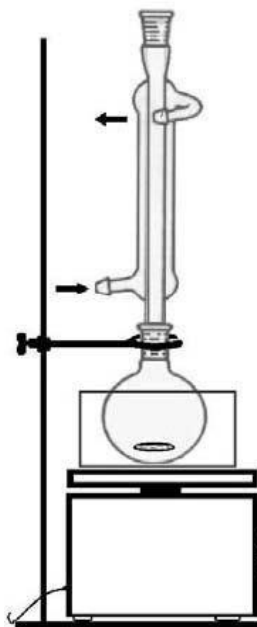
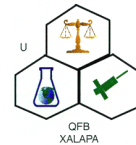


Fig. 1



## PRÁCTICA # 2

### SÍNTESIS DE P-NITROANILINA EN TRES ETAPAS: 1A. ETAPA OBTENCIÓN DE ACETANILIDA.

Tiempo de duración: 3 h

#### OBJETIVOS

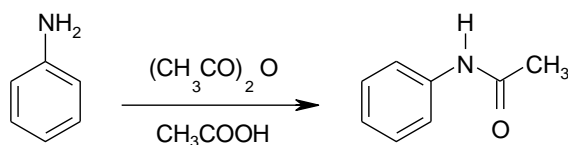
- Realizar la primera parte de la síntesis de nitración de la anilina para producir la p-nitroanilina, la cual es un intermediario en síntesis e intermediario en la obtención de colorantes.
- Efectuar la acetilación de la anilina para obtener la acetanilida, con el fin de obtener un derivado que no sea susceptible de oxidación en la nitración con ácidos fuertes (ácido nítrico y ácido sulfúrico).

#### FUNDAMENTO

La formación de cationes por reacción de un electrófilo con un anillo aromático trae consigo la pérdida de la estabilización aromática. Por consiguiente, los electrófilos capaces de llevar a cabo la sustitución aromática del benceno deben ser más reactivos que los que efectúan la adición electrofílica a alquenos.

En la nitración del benceno con ácido nítrico participa el ión nitronio, como electrófilo activo. Este ión se genera a partir de ácido nítrico por tratamiento con ácido sulfúrico: la protonación va seguida de pérdida de agua. El ión nitronio, que es un muy reactivo, ataca un hidrocarburo aromático para formar un enlace  $\sigma$  con carbono en el paso determinante de la velocidad de la sustitución electrofílica aromática. La desprotonación del carbono estabilizado por resonancia restaura la aromaticidad del anillo y produce nitrobeneno.

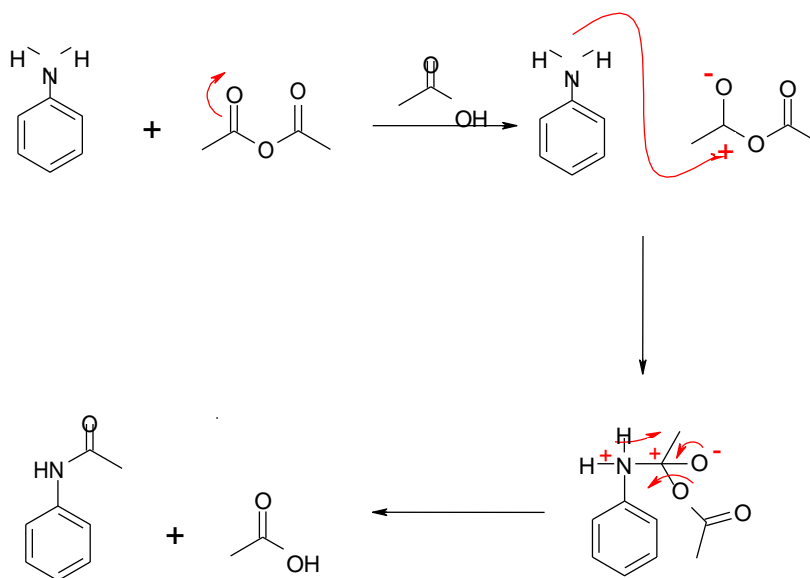
#### REACCIÓN GENERAL







### MECANISMO DE REACCIÓN



### MATERIAL

3 Pipetas graduadas de 5 ml  
1 Equipo Microkit  
1 Pizeta con agua destilada  
1 Parrilla eléctrica  
1 Soporte universal.  
1 Pinza para refrigerante  
1 Trampa de vacío  
1 Vidrio de Reloj

1 Pinza para matraz bola  
2 vasos de precipitados de 100 y 50 ml  
Papel filtro  
1 nido (mantilla)  
1 riostato  
1 Pipeta Pasteur  
3 Perlas de ebullición

### REACTIVOS

1.5 Ácido Acético Glacial  
12.5 ml Agua destilada helada  
1 g Anilina

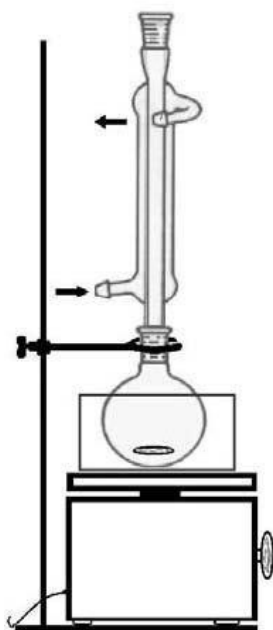
1 ml Anhídrido Acético  
Hielo



### TÉCNICA

Paso 1. Reflujo. En un matraz bola de 10 ml coloque 1 ml de anilina, 1 ml de anhídrido acético [precaución: el anhídrido acético es muy irritante] y 1.5 ml de ácido acético glacial. Agregue de 1 a 2 perlas de ebullición o un agitador magnético. Adapte un refrigerante al matraz en posición vertical y caliente durante 15 min (tiempo del reflujo) sobre un nido a temperatura media (ver fig. 2).

Paso 2. Filtración. Enseguida, verter el líquido caliente lentamente sobre 12.5 ml de agua helada contenida en un vaso de precipitados de 50 ml. Enfriar el contenido del vaso en un cristizador con hielo, separar por filtración el sólido y lavar el precipitado con pequeñas porciones de agua helada, hasta obtener un pH neutro en el agua de filtración. Dejar secar la acetanilida\* sobre papel filtro al aire. Una vez que el producto esté seco, pesar para calcular el rendimiento y determinar el punto de fusión (punto de fusión 113-115°C).



**Nota:** Puede usar nido en lugar de baño para el reflujo

Fig. 2



### PRÁCTICA # 3

#### 2A. ETAPA OBTENCIÓN DE P-NITROACETANILIDA

Tiempo de duración: 3 h

#### OBJETIVOS

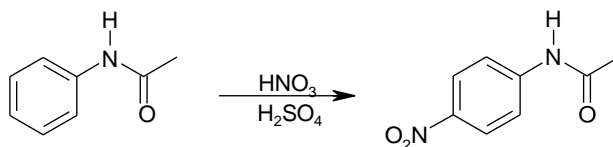
- Realizar la segunda parte de la síntesis de nitración de la anilina para producir la p-nitroanilina, la cual es un intermediario en síntesis e intermediario en la obtención de colorantes.
- Efectuar la nitración de la acetanilida para obtener la p-nitroacetanilida, intermediario en la síntesis de p-nitroanilina

#### FUNDAMENTO

La formación de cationes por reacción de un electrófilo con un anillo aromático trae consigo la pérdida de la estabilización aromática. Por consiguiente, los electrófilos capaces de llevar a cabo la sustitución aromática del benceno deben ser más reactivos que los que efectúan la adición electrofílica a alquenos.

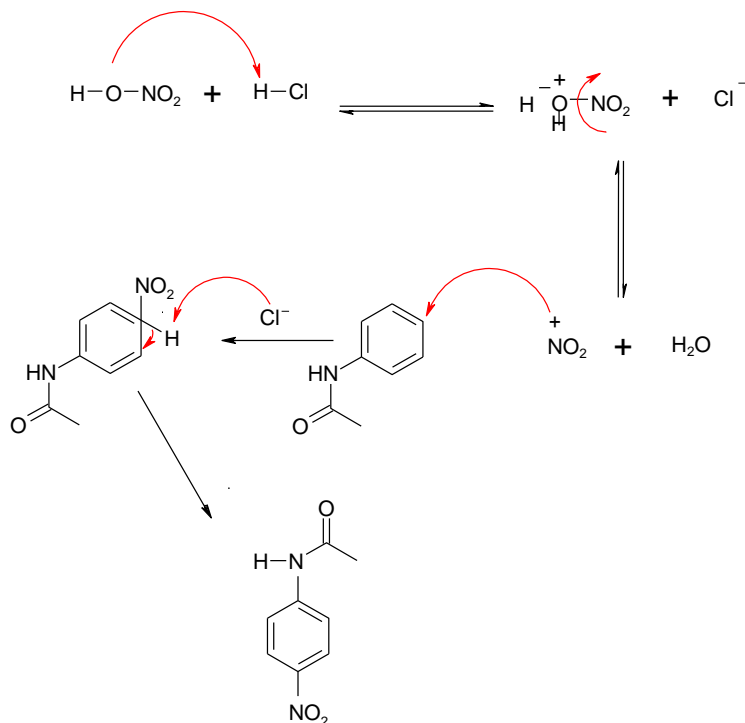
En la nitración del benceno con ácido nítrico participa el ión nitronio, como electrófilo activo. Este ión se genera a partir de ácido nítrico por tratamiento con ácido sulfúrico: la protonación va seguida de pérdida de agua. El ión nitronio, que es un muy reactivo, ataca un hidrocarburo aromático para formar un enlace  $\sigma$  con carbono en el paso determinante de la velocidad de la sustitución electrofílica aromática. La desprotonación del carbono estabilizado por resonancia restaura la aromaticidad del anillo y produce nitrobenzeno.

#### REACCIÓN GENERAL





## MECANISMO DE REACCIÓN



## MATERIAL

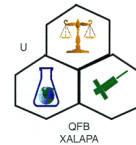
1 Vidrio de reloj  
1 Termómetro-20 a400°C  
1 Mortero con pistilo  
1 Vaso de precipitados de 100 ml  
1 Vaso de precipitados de 50 ml  
1 Propipeta  
1 Soporte universal

2 Pipeta graduada de 5 ml  
1 Pipeta Pasteur  
1 Pizeta con agua destilada  
1 Espátula  
1 Trampa de vacío  
Papel pH y papel filtro

## REACTIVOS

Acetanilida 0.5 gr.  
Ácido nítrico 0.55 ml  
Agua destilada  
Hielo

1.13 ml de ácido sulfúrico concentrado



## TÉCNICA

Paso 1. *Adición de ácido sulfúrico.* En un vaso de precipitados de 50 ml colocar 1.13 ml de ácido sulfúrico concentrado, disolver ahí poco a poco 0.5 g de acetanilida finamente pulverizada.

Paso 2. *Adición de ácido nítrico.* Una vez que todo el sólido se halla disuelto, poner el vaso a enfriar en un baño de hielo hasta que la temperatura de la mezcla llegue a 0° C y entonces agregar lentamente (gota a gota) 0.55 ml de ácido nítrico por medio de un embudo de adición o separación (ver fig.3) cuidando que la temperatura de la mezcla no pase de 20° C porque si la temperatura excede los 20° C el producto de reacción se oxida y se pierde, terminada la adición continuar la agitación por 15 min más.

Paso 3. *Filtración.* Verter la mezcla de reacción en un vaso de precipitados de 50 ml conteniendo 15 ml de agua destilada fría y separar el material sólido por filtración, lavando con agua para eliminar el ácido, hasta pH neutro del agua del filtrado. La p-nitroacetanilida\*\* obtenida deberá presentar un punto de fusión de 214-216° C, dejar secar y medir su P.F., pesar para calcular el rendimiento.

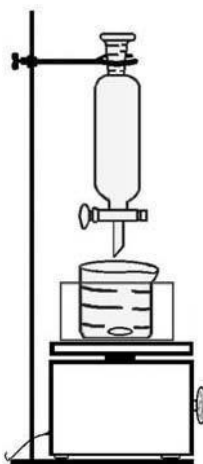
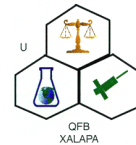


Fig. 3

### NOTA:

La \*acetanilida sobrante que no haya sido utilizada deberá colectarse en un recipiente proporcionado por el laboratorio. **NO DESECHARLA.** \*\*Conserve el producto para la siguiente etapa.



## PRÁCTICA # 4

### 3A. ETAPA OBTENCIÓN DE P-NITROANILINA

Tiempo de duración: 3 h

#### OBJETIVOS

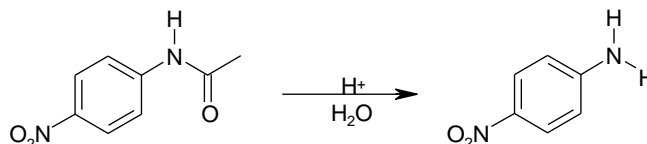
- El alumno efectuará la tercera parte de la síntesis de nitración de la anilina para producir la p-nitroanilina, la cual es un intermediario en síntesis e intermediario en la obtención de colorantes.
- Efectuar la hidrólisis en medio ácido de la p-nitroacetanilida para obtener la p-nitroanilina.

#### FUNDAMENTO

La formación de cationes por reacción de un electrófilo con un anillo aromático trae consigo la pérdida de la estabilización aromática. Por consiguiente, los electrófilos capaces de llevar a cabo la sustitución aromática del benceno deben ser más reactivos que los que efectúan la adición electrofílica a alquenos.

En la nitración del benceno con ácido nítrico participa el ión nitronio, como electrófilo activo. Este ión se genera a partir de ácido nítrico por tratamiento con ácido sulfúrico: la protonación va seguida de pérdida de agua. El ión nitronio, que es un muy reactivo, ataca un hidrocarburo aromático para formar un enlace  $\sigma$  con carbono en el paso determinante de la velocidad de la sustitución electrofílica aromática. La desprotonación del carbono estabilizado por resonancia restaura la aromaticidad del anillo y produce nitrobeneno.

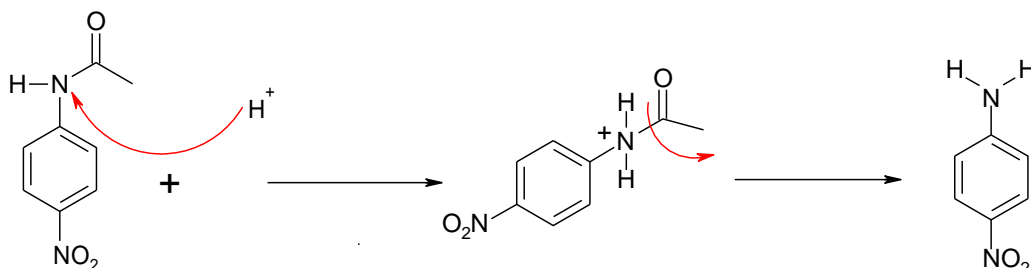
#### REACCIÓN GENERAL







## MECANISMO DE REACIÓ



## MATERIAL

1 Equipo Microkit  
1 Parrilla eléctrica  
2 Pipetas Graduadas de 5 ml.  
1 Pinza para matraz bola  
1 Vaso de precipitado de 50 ml.  
1 Pizeta con agua destilada

1 Probeta graduada de 50 ml.  
1 nido (mantilla)  
1 riostato  
1 Soporte universal  
1 Trampa de vacío  
Papel pH y papel filtro

## REACTIVOS

3.5 ml Ácido clorhídrico  
3 ml Hidróxido de sodio al 40%  
1.75 g p-Nitroacetanilida  
Agua destilada  
Hielo

## TÉCNICA

Paso 1. *Reflujo*. En un matraz bola de 10 ml, colocar 0.75 g de p-nitroacetanilida\* añadir una solución de 1.75 ml de ácido clorhídrico concentrado disuelto en 1.75 ml de agua, agregar la barra magnética y colocar un refrigerante en posición vertical (ver fig. 4), calentar el reflujo en un nido con agitación constante.

Paso 2. *Calentamiento*. Una vez que toda la p-nitroacetanilida se ha disuelto (5 a 10 min), continuar calentando 8 min más. Si transcurrido el tiempo no se ha disuelto la p-nitroacetanilida entonces agregar 1.75 ml de ácido clorhídrico concentrado por el refrigerante y esperar a que se disuelva y calentar por 5 min más.

**Observación:** si la solución queda turbia, se debe filtrar en un embudo Büchner y el filtrado transparente se utiliza para continuar la práctica.

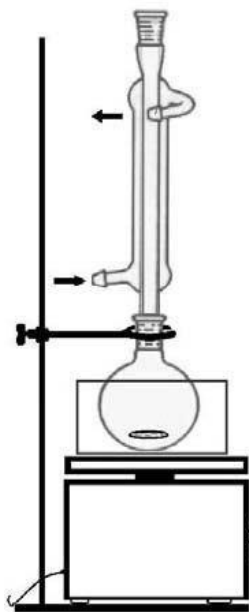


UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA  
LABORATORIO DE QUÍMICA ORGANICA II



Paso 3. *Cambio de pH*. La mezcla de reacción transparente se coloca en un vaso de precipitados de 50 ml sumergido en hielo y se le agrega una solución de hidróxido de sodio al 40% enfriada en hielo hasta obtener una reacción alcalina (verificar con papel pH), se usan aproximadamente de 3 ml de la solución básica.

Paso 4. *Filtración*. Enfriar, filtrar a vacío y lavar con agua destilada fría hasta pH neutro del filtrado acuoso. Punto de fusión teórico de la p-nitroanilina\*\* 146°-148° C, pesar para calcular el rendimiento.

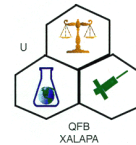


**Nota:** Puede usar nido en lugar de baño para el reflujo

Fig. 4

**NOTA:**

\*\*Por ser la tercer y última etapa de la síntesis de la p-nitroanilina, el producto de ésta práctica, después de registrarse los resultados de peso y punto de fusión, deberá colectarse en un recipiente proporcionado por el laboratorio. **NO DESECHARLA**. La \*p-nitroacetanilida sobrante que no haya sido utilizada deberá colectarse en un recipiente proporcionado por el laboratorio. **NO DESECHARLA**. En la bitácora elabore una lista de las propiedades fisicoquímicas, uso y precauciones que se deberá tener con los reactivos que se utilizan en la práctica. Incluya un diagrama de flujo.



## PRÁCTICA # 5

### OBTENCIÓN DE AMARILLO DE MARTIUS (2,4-DINITRO- $\alpha$ -NAFTOL)

Tiempo de duración: 3 h

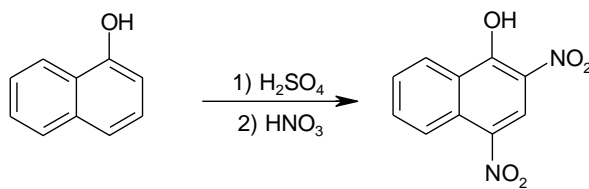
#### OBJETIVOS

- Preparar el 2,4-dinitro- $\alpha$ -naftol, a partir de  $\alpha$ -naftol por sustitución de grupos sulfónicos con grupos nitro.
- Obtener un colorante que se prepara cuando el  $\alpha$ -naftol se trata con ácido sulfúrico concentrado obteniéndose el ácido 1-hidroxi-2,4-naftalendisulfónico.

#### FUNDAMENTO

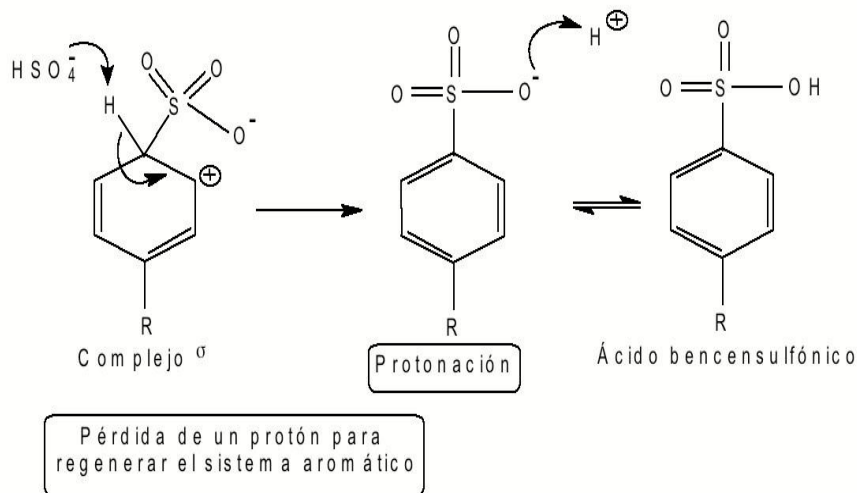
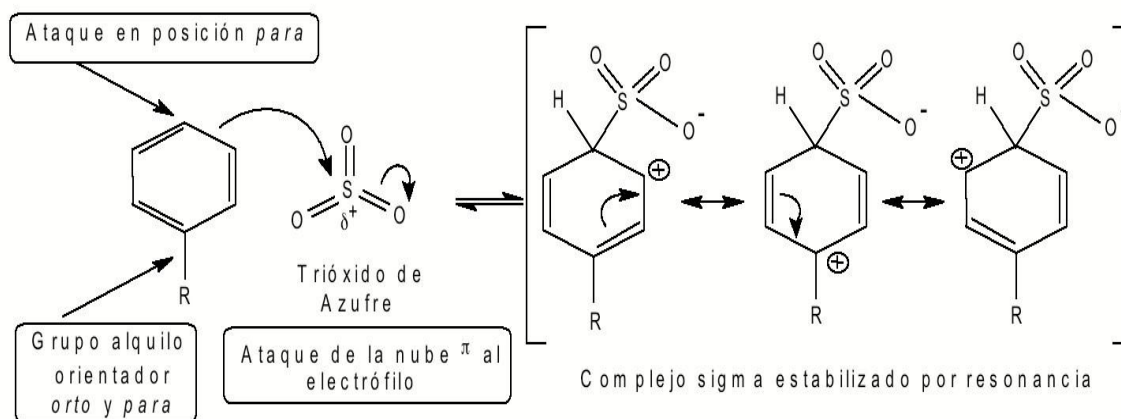
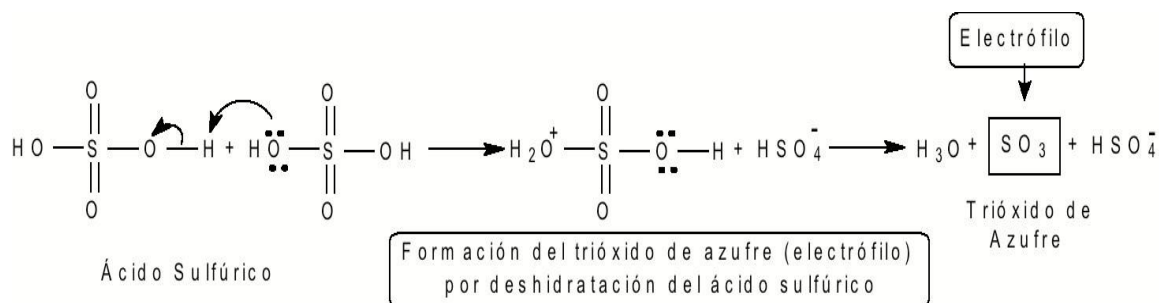
Esta sustitución es posible en virtud de que la reacción de sulfonación es un proceso reversible, de modo que el nitro catión en un momento dado puede sustituir al grupo sulfónico. El grupo hidroxilo, por mesomérico, aumenta la densidad electrónica del anillo aromático al cual se encuentra unido, de tal forma que esto incrementa su reactividad frente a un electrófilo, de ahí que la sustitución sea en el anillo aromático.

#### REACCIÓN GENERAL





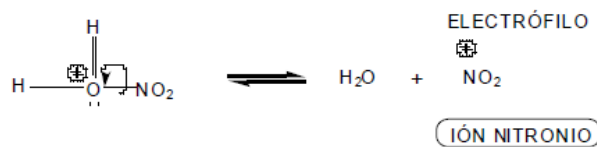
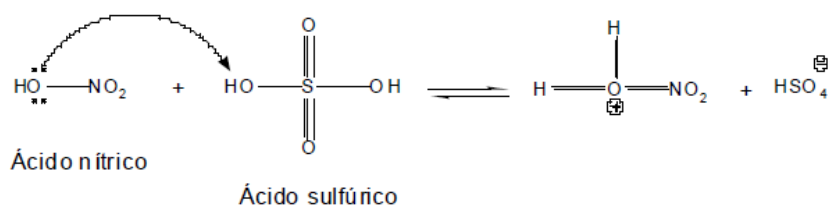
### MECANISMO DE REACCIÓN DE LA SULFONACIÓN



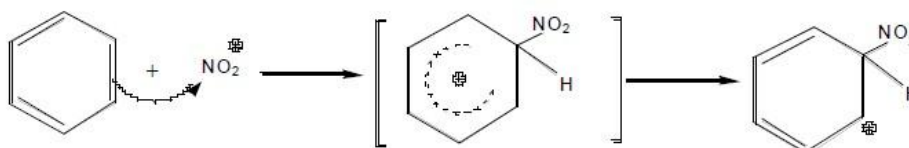


## MECANISMO DE REACCIÓN DE LA NITRACIÓN

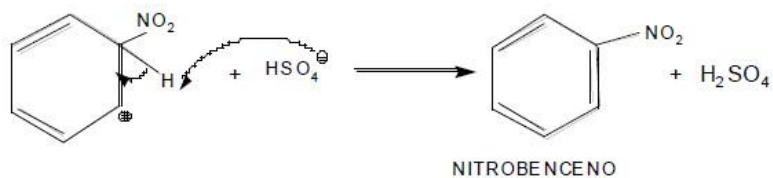
### Formación del ión nitronio

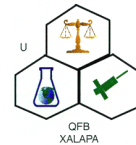


### Ataque del ión nitronio sobre el anillo aromático



### Pérdida del protón para producir nitrobenceno





## MATERIAL

1 Embudo de separación de 25 ml	1 Matraz Erlenmeyer de 25 ml
1 Trampa de vacío	Papel Filtro
1 Vidrio de reloj	1 Pinza para refrigerante
1 Soporte universal	1 Pinza para matraz bola
1 Equipo MicroKit	2 Pipetas graduadas de 3 y 5 ml
2 Propipetas	1 Pizeta con agua destilada
1 Parrilla eléctrica	1 Probeta graduada de 50 ml
Papel PH	1 Cristalizador

## REACTIVOS

1.5 g  $\alpha$ -naftol  
1.6 ml Ácido nítrico  
1 ml Ácido sulfúrico  
Agua destilada  
Hielo

## TÉCNICA

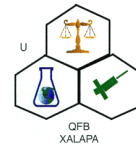
Paso 1. *Adición de ácido sulfúrico.* En un matraz Erlenmeyer de 50 ml o en el matraz esférico de 10 ml del equipo de microkit, coloque 0.5 g de  $\alpha$ -naftol y agregue lentamente 1 ml de ácido sulfúrico concentrado (agitar hasta disolución); calentar suavemente en baño de agua durante 10 min (sin reflujos) (ver fig. a), transcurrido este tiempo, retirarlo del baño de agua y dejarlo enfriar por algunos min y después terminar de enfriar el matraz a chorro de agua.

Paso 2. *Embudo de separación.* Disuelva el sólido formado en 2.5 ml de agua helada y vaciarlo en un embudo de separación, insertado en un anillo de fierro o una pinza unido a un soporte universal.

Paso 3. *Adición sobre ácido nítrico.* Deje gotear lentamente (gota a gota) esta solución sobre 0.6 ml de ácido nítrico concentrado contenido en un matraz Erlenmeyer de 20 ml sumergido en un cristalizador con hielo (ver fig. b). Una vez terminada la adición, caliente suavemente durante 5 min en baño de agua (baño María).

Etapa 4. *Filtración.* Diluir la mezcla de reacción con 10 ml de agua helada, agitar vigorosamente y filtrar con vacío. Finalmente lavar con agua destilada hasta pH neutro del filtrado para eliminar el exceso de ácido. Punto de fusión teórico del amarillo de Martius\* 138°C. Pesar para calcular el rendimiento.





**NOTA:**

\* El amarillo de Martius sobrante que no haya sido utilizado deberá colectarse en un recipiente proporcionado por el laboratorio. **NO DESECHARLO.**

En la bitácora, elabore una lista de las propiedades fisicoquímicas, uso y precauciones que se deberá tener con los reactivos que se utilizan en la práctica. Incluya un diagrama de flujo.

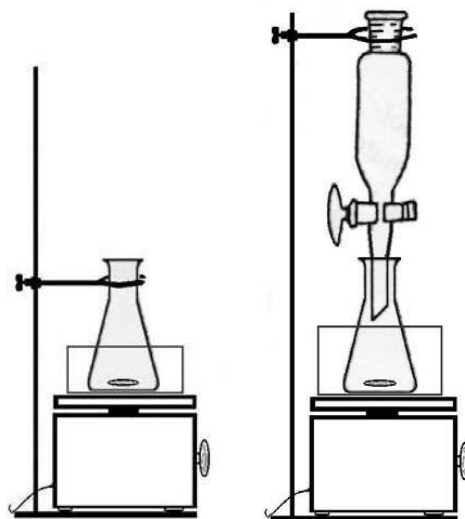


Figura a.

Figura b.



## PRÁCTICA # 6

### OBTENCIÓN DE BENZOPINACOL

Tiempo de duración: 3 h

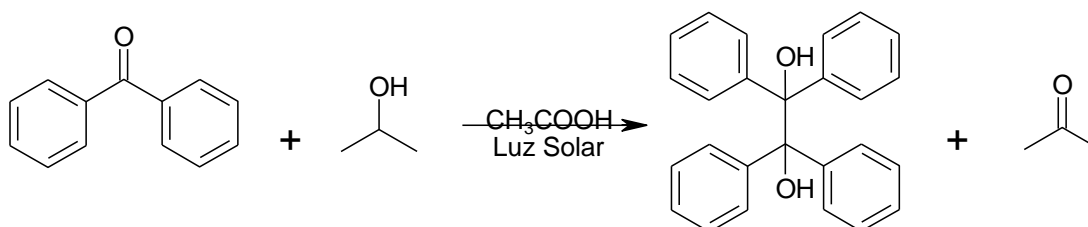
#### OBJETIVO

- Obtener el benzopinacol a través de la reacción de polimerización por radicales libres

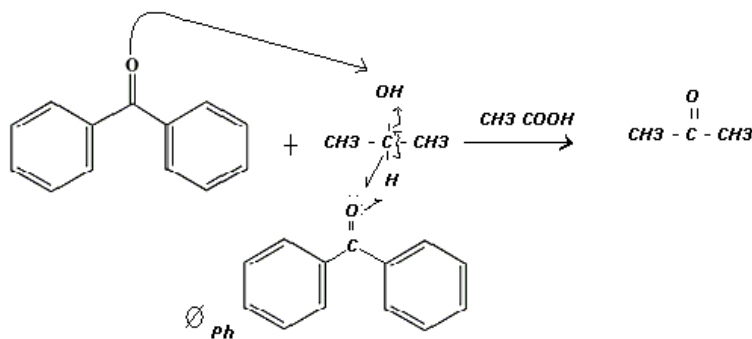
#### FUNDAMENTO

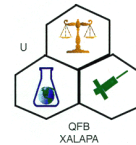
Es un proceso fotoquímico primario de la excitación n- $\pi^*$  de la benzofenona por cruce entre sistemas. El singulete excitado primeramente formado pasa al estado de triplete que puede considerarse como un diradical. La benzofenona en estado de triplete es un radical libre muy reactivo y puede sustraer un átomo de H del disolvente alcohol isopropílico para dar un radical benzhidrol más un radical hidroxisopropílico. El benzopinacol se forma por dimerización de dos radicales benzhidroles.

#### REACCIÓN GENERAL



#### MECANISMO DE REACCIÓN





## MATERIAL

- 1 Frasco de tapón esmerilado blanco de 25 ml
- 1 vaso de pp de 50 ml

## REACTIVOS

- 2.5 g. de benzofenona
- 15 ml de alcohol isopropílico
- Ácido acético glacial.

## TÉCNICA:

En un frasco de tapón esmerilado de 25 ml. de capacidad, se disuelven calentando en baño maría 2.5 g. de benzofenona en 15 ml. de alcohol isopropílico, después de disuelta la sustancia se termina de llenar el frasco con alcohol (adicionar 10 ml.) se añade una gota de ácido acético glacial (si no se añade el ácido, el vidrio puede liberar una cantidad de álcali suficiente para destruir el producto de la reacción). El frasco se tapa herméticamente con el tapón. El frasco se invierte sobre un vaso de pp. de 50 ml. y se expone a la luz brillante del sol. La benzopinacona es difícilmente soluble en agua, por lo que puede seguirse su formación por la aparición sobre las redes del frasco de pequeños cristales incoloros (la benzofenona forma gruesos prismas).

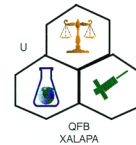
Si el frasco se expone a pleno sol, los primeros cristales aparecen en 5 horas aproximadamente y la reacción se completa aproximadamente en tres días. Cuando parece que la reacción ha concluido se enfría el frasco si es necesario, y se recoge el producto.

## PRECAUCIONES:

Al calentar la benzofenona con el alcohol se deberá hacer sobre baño maría ya que el alcohol es un solvente volátil e inflamable. Se debe de asegurar que el tapón quede justo. Si se quisiera acelerar la reacción podría usar una lámpara ultravioleta pero no se podrá calentar el recipiente. El producto deberá ser filtrado pero no se podrá secar a la estufa.

## CUESTIONARIO:

- 1.- ¿Qué estructura puede presentar los radicales libres?
- 2.- ¿Qué es una reacción de dimerización?
- 3.- La destrucción del ozono en la atmósfera se debe a la acción del flúor, cloro y metanos es una reacción de radicales libres explique como ocurre.
- 4.- En estas reacciones a que se llama iniciadores de reacción.



## PRÁCTICA # 7

### OBTENCION DEL CICLOHEXENO.

Tiempo de duración: 3 h

#### OBJETIVOS

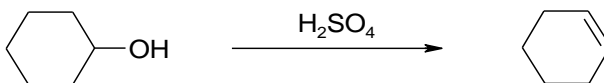
- Obtener ciclohexenoa partir de un ciclohexanol en medio acido.
- Comprobar la formación del doble enlace mediante disolución de permanganato de potasio  $\text{KMnO}_4$ .

#### FUNDAMENTO

En la deshidratación de alcoholes proporciona ejemplos de los tres mecanismos de eliminación. La eliminación de agua (deshidratación) de alcoholes sencillos requiere condiciones ácidas para el grupo hidroxilo, un grupo saliente relativamente pobre, se transforma en  $\text{H}_2\text{O}$  de cualidades moderadas como grupo saliente.

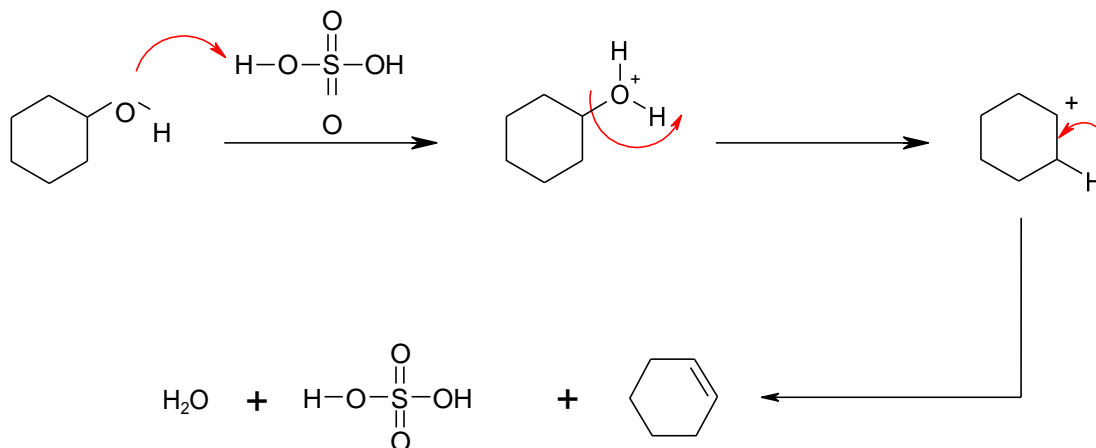
La deshidratación de alcoholes secundarios y terciarios en condiciones ácidas sigue la ruta E1. Los ácidos facilitan la deshidratación porque la protonación del grupo hidroxilo convierte en efecto este grupo saliente, de ión hidróxido en agua. Puesto que el ión hidroxilo es una ácido más fuerte que el  $\text{H}_2\text{O}$ , la base conjugada del primero es mejor grupo saliente que la de la segunda (ión hidróxido). Siempre que se produce un carbocatión relativamente estable por deshidratación de un alcohol protonado puede ocurrir una eliminación E1.

#### REACCIÓN GENERAL





### MECANISMO DE REACCIÓN



### MATERIAL

Un aparato para destilación fraccionada.  
Perlas para ebullición.  
Termómetro de -10 a 250° C.  
1 kitazato con su tapón de hule.  
Embudo de separación de 50 ml  
Matraz Erlenmeyer de 50 ml.

Papel PH.  
Aparato de destilación simple.  
2 tubos de ensayo chicos  
1 riostato  
1 nido (mantilla)

### REACTIVOS

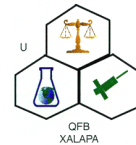
10 g Cloruro de sodio Q.P.  
1 g Sulfato de sodio anh.  
0.5 ml Sol. de Bromo en CCl4  
0.25 ml Ácido sulfúrico conc.

12.5 ml Sol. de KMnO4 al 0.2%  
7.5 ml Sol. de NaHCO3 al 5%  
5 ml Ciclohexanol

### TÉCNICA

Se instala un aparato de destilación fraccionada, adaptado con un embudo de adición en un matraz de tres bocas como se muestra en la imagen (ver fig. 5). En el matraz se colocan 2.5 ml de ciclohexanol y 2 perlas de ebullición. En el embudo de adición se vierten 5 ml de una mezcla de ácido sulfúrico y agua (al 50 % vol/vol). Se calienta lentamente mientras se adiciona, gota a gota, la mezcla ácida para que la reacción sea moderada. Se continúa calentando y se colecta la fracción que destila entre 65 y 85°C. El destilado se seca con 0.25 g de sulfato de sodio anhidro, se deja reposar 5 min y se decanta el líquido. Se pesa el destilado y se calcula el rendimiento. Usando gotas de destilado efectué las pruebas siguientes:

1.- A 0.25 ml. del destilado en uno de los tubos de ensaye, añádale 0.25 ml de solución de bromo en tetracloruro de carbono al 5 %. Observe y anote lo que ocurre.



2.- A 0.1 ml. del destilado en otro de los tubos de ensaye, se adicionan 1 ml de agua y 0.5 ml gota a gota de una disolución acuosa de permanganato de potasio al 2 %. Anote lo que ocurra.

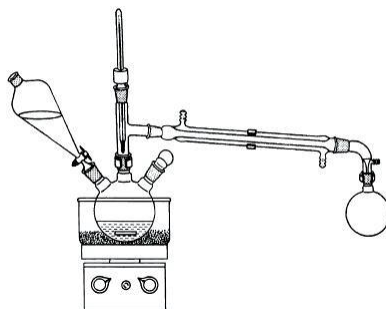


Fig. 5

**Nota:** *Puede usar nido en lugar de baño*

**PRECAUCIÓN:** Usar su equipo de seguridad el ciclohexeno es muy toxico.



## PRÁCTICA # 8

### OBTENCIÓN DE ACETILENO

Tiempo de duración: 3 h

#### OBJETIVO

- Sintetizar acetileno a partir de una reacción de protólisis en la que un ácido deprotónico débil se forma a partir de su base conjugada

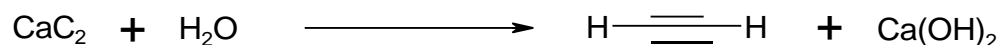
#### FUNDAMENTO

Es una adición electrofílica porque se produce un reactivo electrofílico sumamente fuerte como es el  $H^+$  que es un átomo deficiente en electrones.

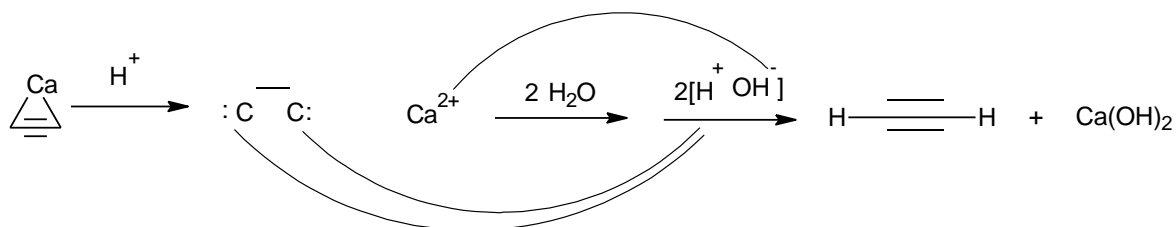
La hidrólisis se puede interpretar simplemente como una reacción de protólisis en la que un ácido diprótico débil (acetileno) se forma a partir de su base conjugada (iónacetiluro) la cuál acepta dos protones de un ácido más fuerte (agua). En este sentido el carburo cálcico es una sal del acetileno, que es un ácido muy débil, debe llamarse acetiluro de calcio.

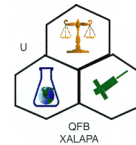
Cuando nosotros hacemos reaccionar dos moléculas para producir una sola se dice que es una reacción de adición.

#### REACCIÓN GENERAL



#### MECANISMO DE REACCIÓN





## MATERIAL

1 Soporte con pinzas universales  
1 Matraz de destilación de 50 ml  
1 Embudo de separación  
1 Anillo metálico  
1 Baño maría  
4 Tubos de ensayo  
1 Mechero

## REACTIVOS

2 gr. de carburo de calcio  
5 ml. de agua destilada  
1 ml. de sol. de  $\text{KMnO}_4$  al 1 %  
0.5 ml. de sol. de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 1%  
1 ml de sol. acuosa de Bromo.  
1 ml. de sol. alcohólica de Yodo

## TÉCNICA

Monte un aparato como el indicado en la figura 6. Donde se coloca un matraz de destilación que lleva un tapón monohoradado, en el cual se introduce el embudo de separación. El tubo del matraz de destilación se alarga con otro tubo de vidrio para que se coloque en un tubo de ensayo lleno de agua e invertido.

En el matraz de destilación se coloca 2 gr. de carburo de calcio y en el embudo de separación 5 ml. de agua destilada.

Deje caer lentamente el agua destilada y deje que el acetileno desprendido desaloje el aire. Si es necesario caliente y recoja el acetileno en 4 tubos de ensayo por desplazamiento de agua.

Utilice el acetileno obtenido para las siguientes pruebas:

1. Añada al primer tubo 1 ml de una solución de permanganato de potasio al 1% y 0.5 ml de sol. de carbonato de sodio al 1 %. Agite y observe.
2. A un segundo tubo añada 1 ml de sol. acuosa de bromo. Tape, agite y observe.
3. Al tercer tubo envuelve en un pañuelo y con cuidado y precaución se inflama.
4. Registre y observe los cambios observados.
5. Al cuarto tubo añada 1 ml. de sol. Alcohólica de Yodo. Tape, agite y observe.

***TRABAJE CON PRECAUCIÓN EN ESTA PRÁCTICA DEBIDO A LA  
EXPLOSIVIDAD DEL ACETILENO AL MEZCLARSE CON EL AIRE.***

### ***PRECAUCIONES:***

1.- Procure montar perfectamente el aparato evitando fugas por los tapones ya que el acetileno en contacto con  $\text{O}_2$  del aire explota.





UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA  
LABORATORIO DE QUÍMICA ORGANICA II



2.- Procure que el agua caiga a través del embudo gota a gota ya que el agua con el  $\text{CaC}_2$  produce una reacción exotérmica y si Ud. agrega el agua muy rápidamente el desprendimiento de energía es muy alto y puede explotar el aparato.

3.- Una vez que el acetileno haya desalojado el aire del tubo tape Ud. la boca del tubo con su mano y efectúe las pruebas que se indican.

4.- Si el acetileno no se desalojó y Ud. ya agregó toda el agua cierre la llave del embudo y caliente con un mechero muy suavemente (acercándolo y retirándolo al matraz) la sustancia del matraz no deberá de hervir. Una vez que Ud. observa que existe desprendimiento suspenda el calentamiento hasta que deje de salir el acetileno.

En caso de que al agregar los reactivos no suceda nada coja Ud. el tubo sumerja la manguera en él procurando que el acetileno burbujee dentro del reactivo, una vez que se produzca algún cambio espere que deje de salir acetileno o coja Ud. la manguera y sumérjala en el baño de agua para evitar contacto con el  $\text{O}_2$  del aire.

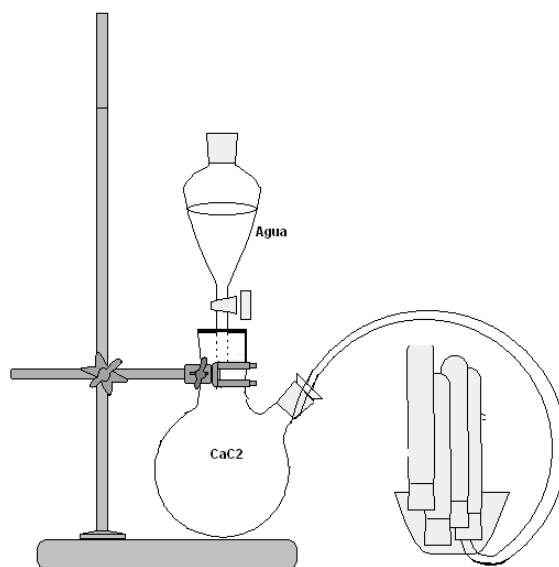


Fig. 6



## PRÁCTICA # 9

### ADICIÓN ELECTROFÍLICA AL ANTRACENO (SÍNTESIS DE 9, 10 DIHIDRO ANTRACENO)

Tiempo de duración: 3 h

#### OBJETIVOS

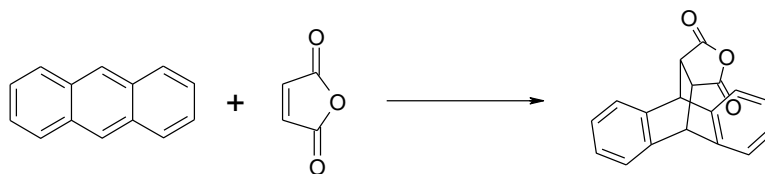
- Llevar a cabo la reacción para la obtención de 9,10-dihidroantraceno mediante la reacción de Diels-Alder

#### FUNDAMENTO

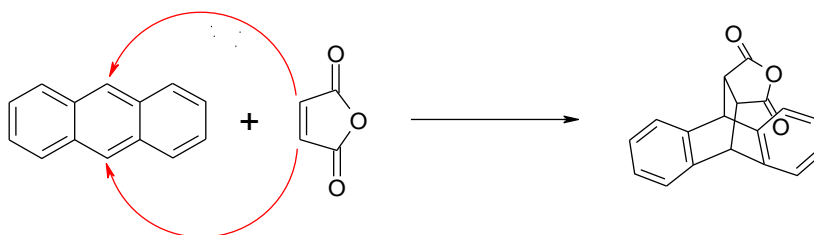
Los compuestos carbonílicos alfa-beta no saturados dan una reacción de adición 1,4 extraordinariamente útil con dienos conjugados, conocida como la reacción de Diels-Alder. En esta reacción el compuesto carbonílico alfa-beta no saturado, se adiciona a un dieno conjugado en 1,4. Se denomina cicloadición porque se obtiene un compuesto cíclico por combinación de dos moléculas en un proceso en el que dos enlaces  $\pi$  se convierten en dos enlaces sigma.

De manera general se denomina cicloadición 4 + 2 porque se requiere de un sistema de cuatro electrones  $\pi$  (el dieno 1,3) para que se combine con un sistema de dos electrones  $\pi$  (el compuesto carbonílico alfa-beta no saturado, denominado filodieno). Puesto que el producto es un alqueno cíclico tiene que ser cis con respecto al doble enlace; lo cual significa que el dieno tiene que estar en conformación cis para la reacción tenga lugar:

#### REACCIÓN GENERAL



#### MECANISMO DE REACCIÓN





## MATERIAL

1 Matraz de 250 ml.  
Aparato de reflujo.  
1 Termómetro.

## REACTIVOS

2 g. de Antraceno.  
1 g. de anhídrido maléico.  
25 ml. de xilol.

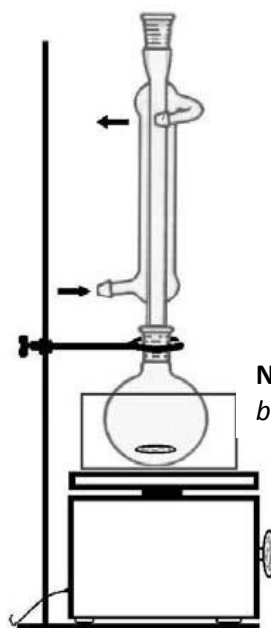
## TÉCNICA

En un matraz de fondo plano de 250 ml coloque 2 g. de antraceno técnicamente puro y 1 g de anhídrido maléico pulverizado junto con 25 ml de Xilol seco. Refluja (ver fig. 7) la mezcla en un baño de vapor alrededor de 2 hrs. agitando fuertemente durante los primeros 30 min.

Una vez terminado el reflujo decantar el sobrenadante sobre un recipiente sumergido en hielo, esperar a que cristalice y filtrar, secar y obtener el rendimiento. Si es necesario recrystalizar en acetato de etilo.

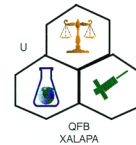
## PRECAUCIONES

El xilol es sumamente inflamable. Procure que el reflujo sea uniforme pero no trate de acelerar el calentamiento.



**Nota:** Puede usar nido en lugar de baño para el reflujo

Fig. 7



## RENDIMIENTO DE UNA REACCIÓN

La cantidad de producto que se obtiene si reacciona todo el reactivo limitante se denomina el **rendimiento teórico de la reacción**.

La cantidad de producto que se obtiene realmente en una reacción es el **rendimiento real**.

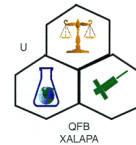
### Rendimiento real < Rendimiento teórico

Razones para explicar la diferencia entre el rendimiento real y el teórico:

- ❖ Muchas reacciones son reversibles, de manera que no proceden 100% de izquierda a derecha.
- ❖ Aun cuando una reacción se complete en un 100%, resulta difícil recuperar todo el producto del medio de la reacción ( como sacar *toda* la mermelada de un bote)
- ❖ Los productos formados pueden seguir reaccionando entre sí o con los reactivos, para formar todavía otros productos. Estas reacciones adicionales reducen el rendimiento de la primera reacción.

El rendimiento porcentual o porcentaje del rendimiento describe la relación del rendimiento real y el rendimiento teórico:

$$\text{porcentaje de rendimiento} = \frac{\text{rendimiento real}}{\text{rendimiento teórico}} \times 100\%$$



## EJEMPLO

Considere la siguiente reacción:



Suponga que se mezclan 637.2 g de  $\text{NH}_3$  con 1142g de  $\text{CO}_2$ . ¿Cuántos gramos de urea  $[(\text{NH}_2)_2\text{CO}]$  se obtendrán?

1°. Tendremos que convertir los gramos de reactivos en **moles**:

$$637.2 \text{ gramos } (\text{NH}_3) \times \frac{1 \text{ mol}}{17.03\text{g}} = 37.42 \text{ moles } (\text{NH}_3)$$

$$1142 \text{ gramos } (\text{CO}_2) \times \frac{1 \text{ mol}}{44.01\text{g}} = 25.95 \text{ moles } (\text{CO}_2)$$

2°. Ahora definimos la proporción estequiométrica entre reactivos y productos:

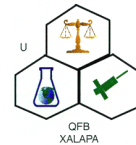
A partir de 2 moles de  $\text{NH}_3$  se obtiene 1 mol de  $(\text{NH}_3)_2\text{CO}$

3°. Calculamos el número de moles de producto que se obtendrían si cada reactivo se consumiese en su totalidad:

$$37.42 \text{ moles } (\text{NH}_3) \times \frac{1 \text{ mol } (\text{NH}_2)_2\text{CO}}{2 \text{ moles } (\text{NH}_3)} = 18.71 \text{ moles } (\text{NH}_2)_2\text{CO}$$



UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA  
LABORATORIO DE QUIMICA ORGANICA II



$$25.95 \text{ moles } (\text{CO}_2) \times \frac{1 \text{ mol } (\text{NH}_2)_2\text{CO}}{1 \text{ mol } (\text{CO}_2)} = 25.95 \text{ moles } (\text{NH}_2)_2\text{CO}$$

4°. El reactivo limitante es el  $(\text{NH}_3)$  y podremos obtener como máximo 18.71 moles de urea.

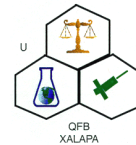
5°. Y ahora hacemos la conversión a gramos:

$$18.71 \text{ mol } (\text{NH}_2)_2\text{CO} \times \frac{60.06 \text{ g } (\text{NH}_2)_2\text{CO}}{1 \text{ mol } (\text{NH}_2)_2\text{CO}} = 1124 \text{ g } (\text{NH}_2)_2\text{CO}$$

Si calculamos que se formarían 1124 g de urea  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ . Este es el rendimiento teórico. Si en el resultado de la práctica se obtuvimos 953.6 g el porcentaje de rendimiento sería:

$$\left[ \frac{953.6 \text{ g}}{1124 \text{ g}} \right] \times 100 = 84.84\%$$

El intervalo del porcentaje del rendimiento puede fluctuar desde 1 hasta 100%. Los químicos siempre buscan aumentar el porcentaje del rendimiento de las reacciones. Entre los factores que pueden afectar el porcentaje del rendimiento se encuentran la temperatura y la presión.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aponte, María. Rivera, Zwindá. Guntín María. (2000). Química Orgánica: Manual de Laboratorio Escala Micro I. Editorial: Librería Universal, INC. ISBN: 1881375293
2. Aponte, María. Rivera, Zwindá. Guntín María. (2000). Química Orgánica: Manual de Laboratorio Escala Micro II. Editorial: Librería Universal, INC. ISBN: 1881375323
3. Ault A. (1979) Techniques and Experiments for Organic Chemistry. Third Edition Allyn and Bacon, Inc. Boston.
4. Cremlyn, R.J.W. and Still R.H. (1967) Named and Miscellaneous Reactions in Practical Organic Chemistry. Heinemann Educational Books Lt. London.
5. Dobado Jiménez, José Antonio; García Calvo-Flores, Francisco; Isac García, Joaquín. (2013). Tratado de Química Orgánica Experimental. Garceta Grupo Editorial. ISBN: 9788415452577
6. Fernández, Jack E., Solomons, T. W. Graham. (1999). Química Orgánica: guía de estudio y respuestas. Editorial: LIMUSA. ISBN: 9789681845605
7. Fessenden , R. J. y Fessenden, J.S. (1983) Techniques and Experiments for Organic Chemistry. Willard Grant Press. Boston.
8. Gallego, María del Mar, Vargas Fernández, Carolina. (2006) Laboratorio de Química Orgánica. Editorial Universitaria Ramón Areces. ISBN: 9788480047692
9. Gómez Aspe, Rafael. (2014). Teoría y problemas resueltos de Química Orgánica. Editorial: SINTESIS. ISBN: 9788499588841
10. Lehman, J.W. (1999) Operational Organic Chemistry. 3rd edition. Prentice Hall. New Jersey (USA).
11. Martínez Grau, María Ángeles. (2014). Técnicas Experimentales en Síntesis Orgánica. Editorial: SINTESIS. ISBN: 9788477386056
12. Merck & Co., Inc. (1980) The Merck Index. Ninth Edition. Rahway, N.J. USA.



UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA  
LABORATORIO DE QUIMICA ORGANICA II



13. Mohring, J.R., Hammond, C.N., Morrill, T.C., Neckers, D.C. (1997). Experimental Organic Chemistry. W.H. Freeman and Company. New York (USA).
14. Orellana Moraleda, Guillermo. (2008). Laboratorio de Química Orgánica II. Editorial Complutense, S.A. ISBN: 8474918766
15. Pasto, D.J. and Johnson, C.R. (1969) Organic Structure Determination. Prentice-Hall Inc. USA
16. Pavia, D., Lampman, G.M. y Kriz G. S. Jr. (1988) Introduction to Organic Laboratory Techniques. 3rd Edition. W.B. Saunders Co. Philadelphia USA.
17. Shriner, R.L., Fuson, R.C., Curtin, D. Y. (1974) Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos. Editorial Limusa. México.
18. Vogel, A.I. (1989) A textbook of Practical Organic Chemistry. 5a. Edición. Longmans Scientific and Technical, NY.