

Práctica de Laboratorio N° 2

ESTEREOQUÍMICA

- 1) Antes de venir a la práctica de laboratorio debe leer cuidadosamente la presente guía, revisar los principios teóricos que se mencionan y responder el cuestionario de preguntas **previas al laboratorio**.
- 2) La presente práctica de laboratorio requiere la presentación de un reporte de prácticas N° 2 y la hoja de notas de la presente guía.

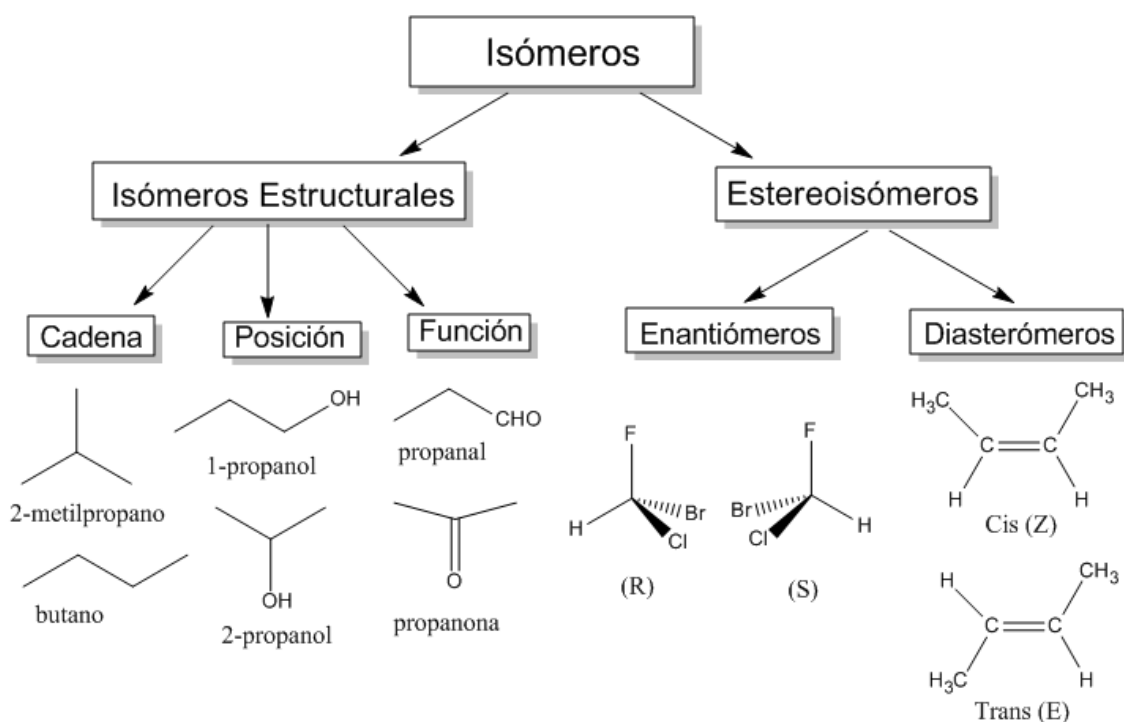
OBJETIVOS

- Preparación del ácido cis-butenodioico (ácido maleico) a partir del anhídrido maleico.
- Transformación de un isómero *cis* en *trans*.

TEORÍA

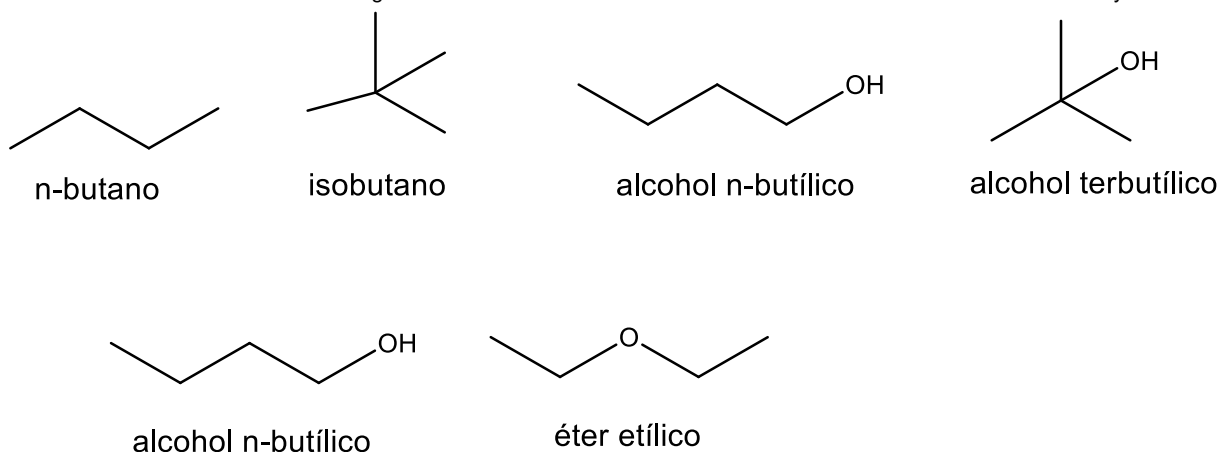
Cuando dos compuestos, que presentan diferencias en sus propiedades físicas y / o químicas y corresponden a la misma fórmula molecular, se dice que son isómeros.

Estos pueden ser estructurales o espaciales (estereoisómeros).

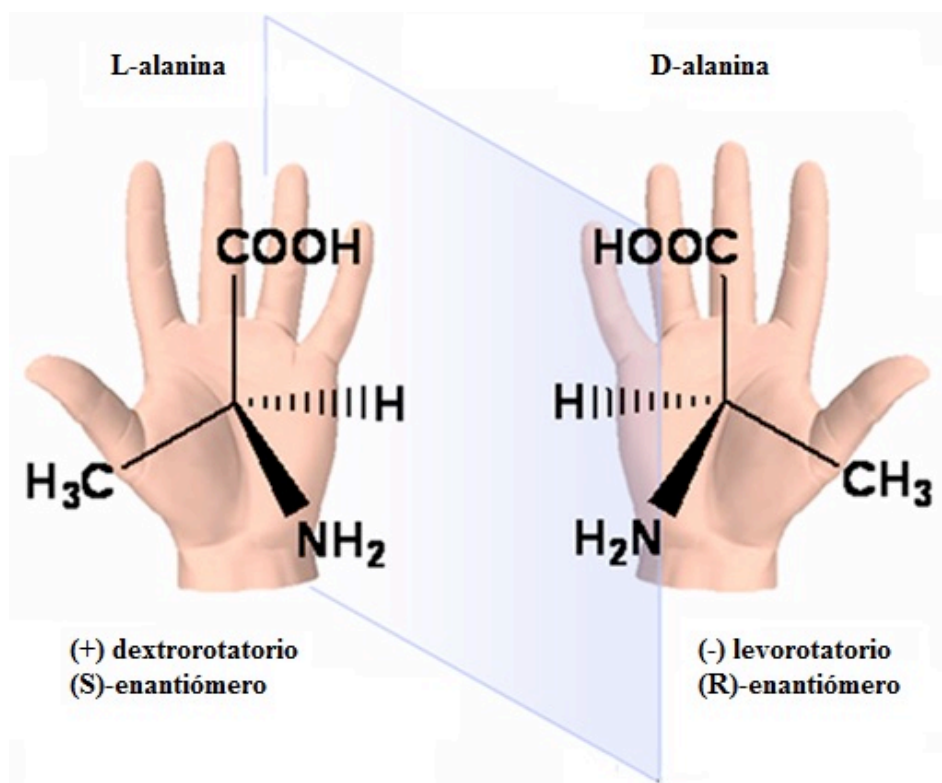


La diferencia en sus propiedades puede deberse a:

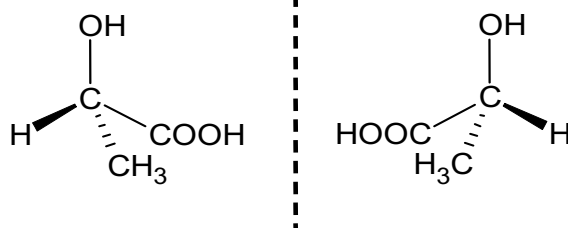
- El **diferente ordenamiento** de los átomos dentro de la molécula, es decir, una diferente estructura molecular, en cuyo caso se dice que los isómeros son constitucionales (estructurales); por ejemplo:



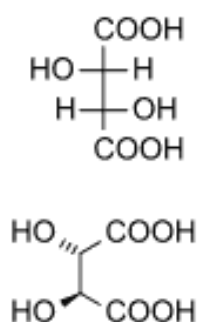
- La **diferente disposición espacial o tridimensional** de los átomos dentro de la molécula, es decir, una diferente configuración, siendo las estructuras moleculares idénticas; en este caso los isómeros se denominan **estereoisómeros**. Si un par de estereoisómeros guardan una relación de imágenes especulares no superponibles, se denominan **enantiómeros**; si no guardan tal relación, se denominan **diastereoisómeros**.



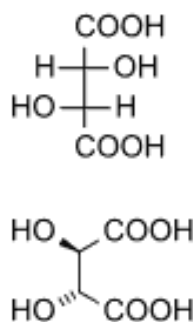
Son **enantiómeros**, por ejemplo, los ácidos (+) láctico y (-) láctico; la (+) eritrosa y la (-) eritrosa; la (+) treosa y la (-) treosa; los ácidos (+) tartárico y (-) tartárico.



**Los ácidos lácticos enantiómeros
(relación objeto-imagen especular)**

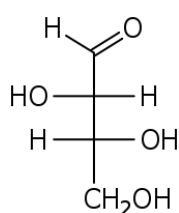


**ácido levotartárico
(ácido D-(-)-tartárico)**

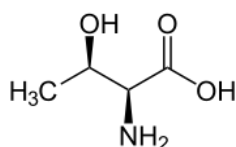


**ácido dextro tartárico
(ácido L-(+)-tartárico)**

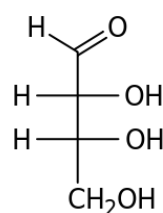
- Los estereoisómeros que no guardan relación entre sí (no imágenes especulares) se denominan **diastereoisómeros**. Como ejemplo de diastereoisómeros podemos citar a los siguientes pares: cualquiera de las eritrosas con otra de las treosas; cualquiera de los ácidos (+) o (-)- tartárico, con el ácido mesotartárico, el ácido cis - butenodioico (ác. maléico) y el ácido trans - butenodioico (ác. fumárico).



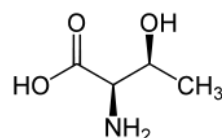
D-Treosa



L-Treonina (2*S*,3*R*)

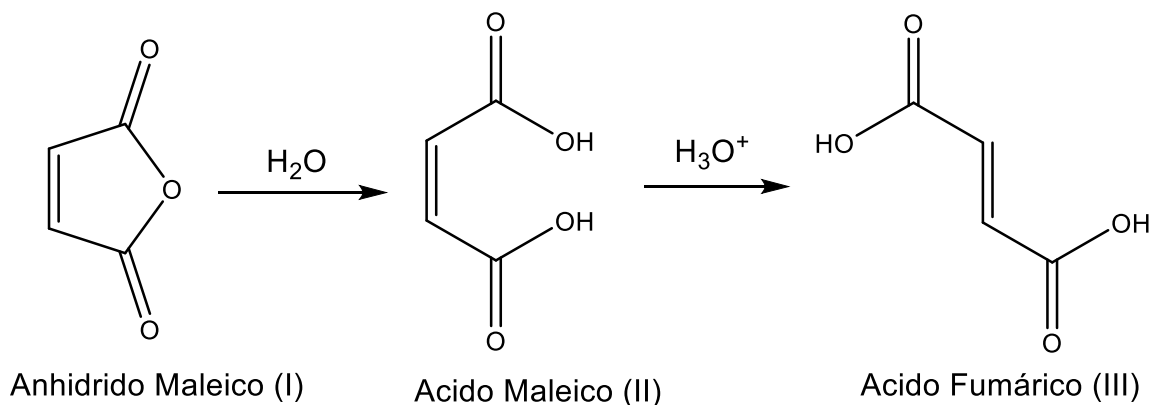


D-Eritrosa



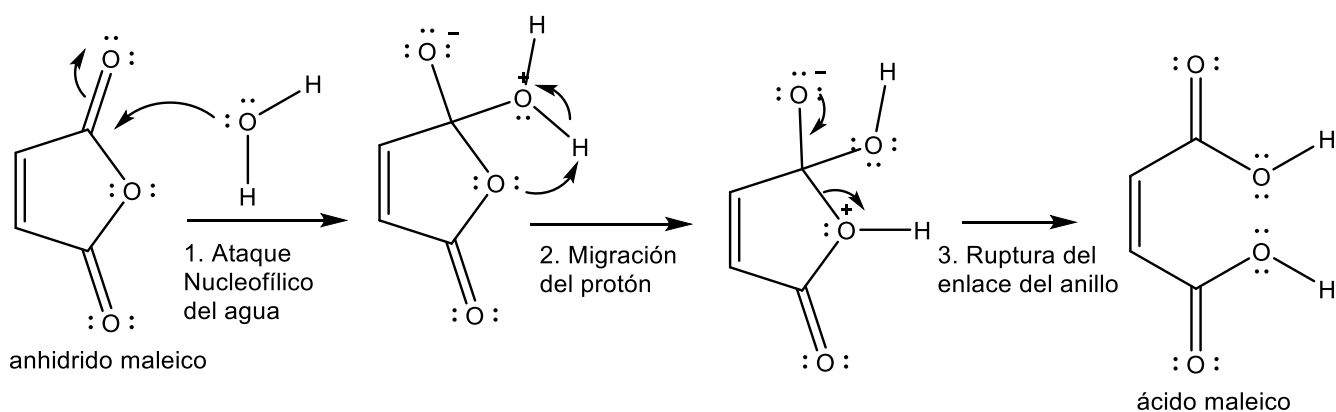
D-Treonina (2*R*,3*S*)

Los ácidos maléico y fumárico se obtienen por una reacción de hidrólisis a partir del anhídrido maléico. Primero se forma el ácido maléico y por una conversión en medio ácido de éste se forma el ácido fumárico, según la reacción:

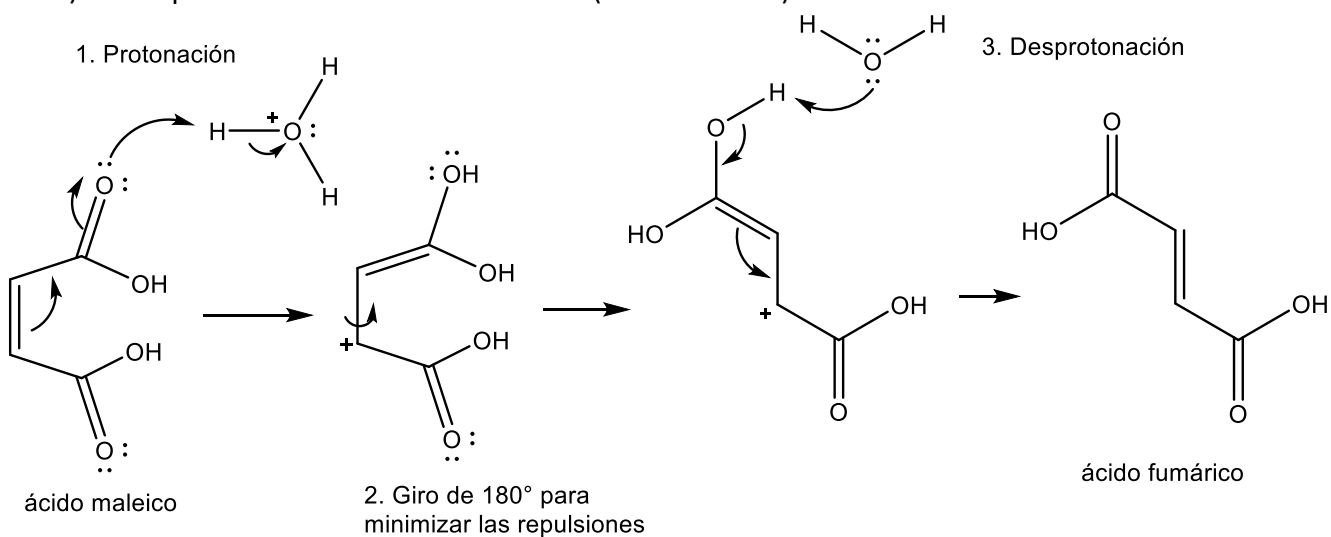


Mecanismo de reacción

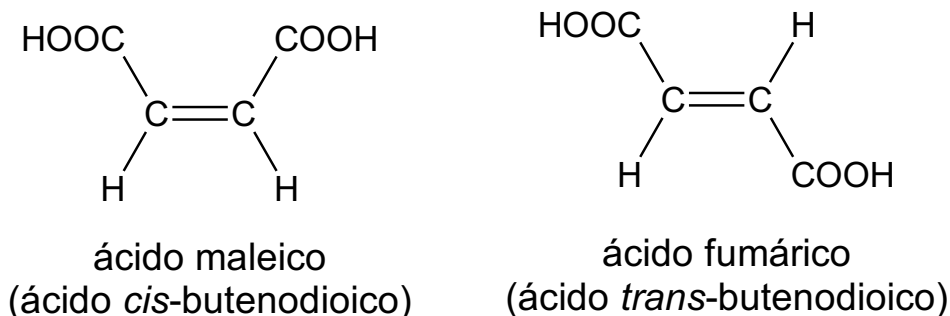
a) Hidrolisis del anhídrido maleico.



b) Transposición del isómero cis al trans (isomerización)

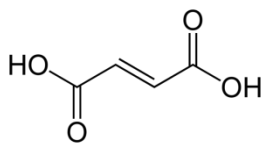
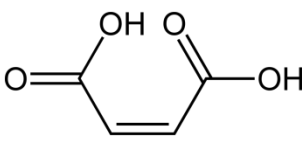


El ácido maleico y el ácido fumárico son diastereómeros *cis-trans*:



Las dos moléculas son idénticas tienen formulas idénticas, ambas son $C_4H_4O_4$. La diferencia está en la manera en que los átomos y los grupos están ordenados alrededor del doble enlace. En el caso del ácido maleico, el isómero *cis*, los dos grupos de ácido carboxílico, $-COOH$, están en el mismo lado del doble enlace. En el caso del ácido fumárico, el isómero *trans*, los grupos de ácido carboxílicos están en lados opuestos con respecto al doble enlace y conectados a átomos de carbono diferentes.

A pesar de tener una estructura química similar, los ácidos fumárico y maleico son compuestos diferentes con diferentes propiedades químicas y físicas. Algunas propiedades físicas están resumidas en la tabla siguiente.

		
Propiedades	Ácido fumárico	Ácido maleico
Fórmula molecular:	$C_4H_4O_4$	$C_4H_4O_4$
Masa molar:	116.07 g/mol	116.07 g/mol
Aspecto físico:	Sólido blanco	Sólido blanco
Densidad	1.635 g/cm ³	1.59 g/cm ³
Punto de fusión:	287 °C	135 °C
Solubilidad en agua:	0.63 g/100 mL	788 g/L
Acidez (pKa):	$pK_{a1} = 3.03$; $pK_{a2} = 4.44$	$pK_{a1} = 1.9$; $pK_{a2} = 6.0$

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

REACTIVOS		
Anhídrido maleico	Ácido clorhídrico QP	Agua helada
MATERIALES		
Vaso de 50ml	Papel filtro	Embudo de vástago corto
Soporte universal	Mechero	Luna de reloj
Rejilla	Pinzas	Probeta de 10 ml

Experimento N° 1: Preparación del ácido maleico y ácido fumárico.

- En un vaso de precipitado de 50 mL. coloque 15 mL. de agua.
- Añada 2,5 g de anhídrido maleico y caliente hasta ebullición.
- Concentre el volumen de la solución aproximadamente a la mitad y luego retire del fuego.
- Al comienzo el anhídrido maleico se disuelve y luego reacciona con el agua.
- Enfríe la solución en un baño de agua helada.
- Recoja el ácido maleico precipitado sobre un papel de filtro usando un embudo de vástago corto (Figuras 1 y 2).
- Seque el precipitado en la estufa por 20 min, luego realizar la determinación del punto de fusión.
- En la campana extractora, sobre una plancha coloque en un vaso de precipitado el licor madre (líquido que queda después de filtrar el ácido maleico), 2.5 mL de HCl concentrado y caliente la mezcla suavemente hasta que empiecen a formarse cristales (5 a 10 minutos), Deje enfriar la mezcla. Filtre los cristales.
- Entregar los cristales de ácido maleico y de ácido fumárico al Profesor.

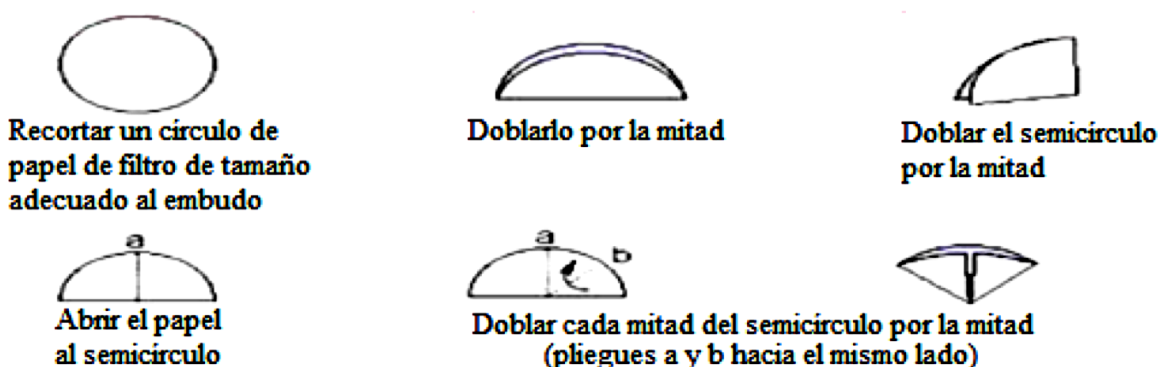


Figura 1: Preparación del papel filtro

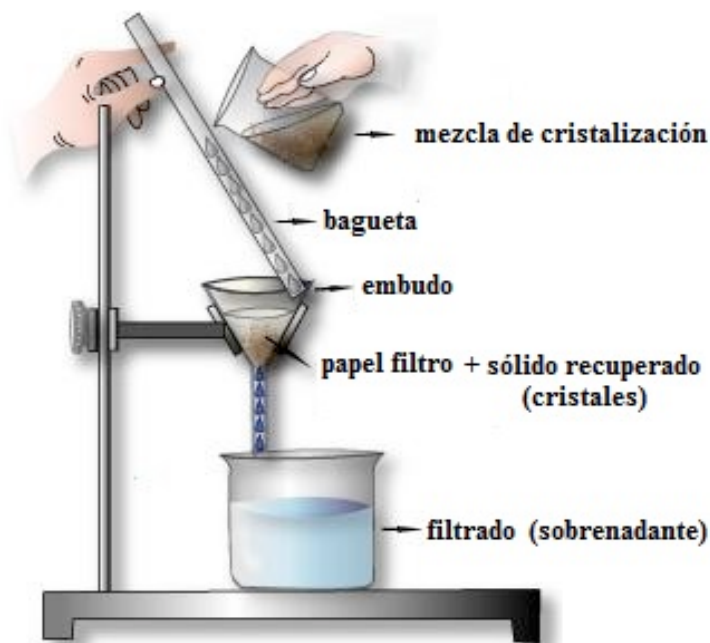


Figura 2: Filtración

PUNTO DE FUSIÓN

El punto de fusión de un sólido es aquella temperatura a la cual un sólido funde y se convierte en líquido, a la presión de 1 atmósfera.

La mayoría de los sólidos cristalinos orgánicos tienen un punto de fusión característico, reproducible y muy fácil de determinar. Al pasar del estado sólido a líquido, el cambio de volumen del compuesto es tan pequeño que hace del punto de fusión una constante casi independiente de la presión ambiental.

El punto de fusión es la constante física más usada en el reconocimiento de un compuesto.

Los compuestos puros funden dentro de intervalos de temperatura de 2 °C o menos, en tanto que, los compuestos impuros funden dentro de un intervalo de temperatura más amplio.

Experimento N° 2: Determinación del punto de fusión

Procedimiento:

1. Tome aproximadamente 0.5 g de la muestra y si es necesario, muélala finamente en un mortero.
2. Introduzca una pequeña cantidad de esta muestra en un tubo capilar, teniendo cuidado de no llenar el capilar más de 0.5 cm. de altura (Figura 1).

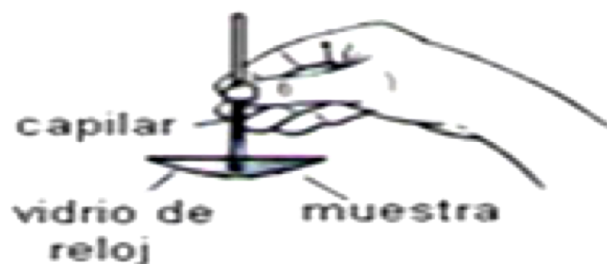
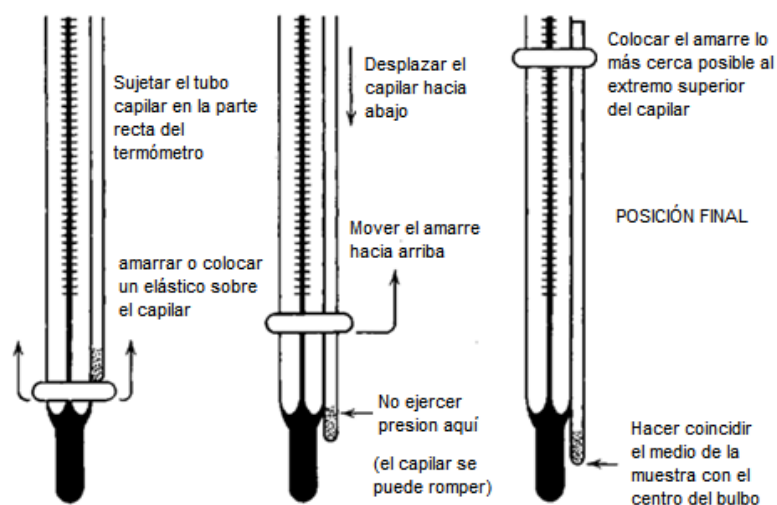


Figura 1: Introducir la muestra en el capilar

3. Amarre el capilar con la muestra a un termómetro de 0 a 300 °C procurando que la muestra se encuentre lo más próxima al bulbo del termómetro (Figura 2).



4. Llene un tubo de Thiele con aceite hasta que esté lleno el brazo. Sujetar este a un soporte universal de manera que se encuentre a unos 10 cm sobre el mechero (Figura 3).

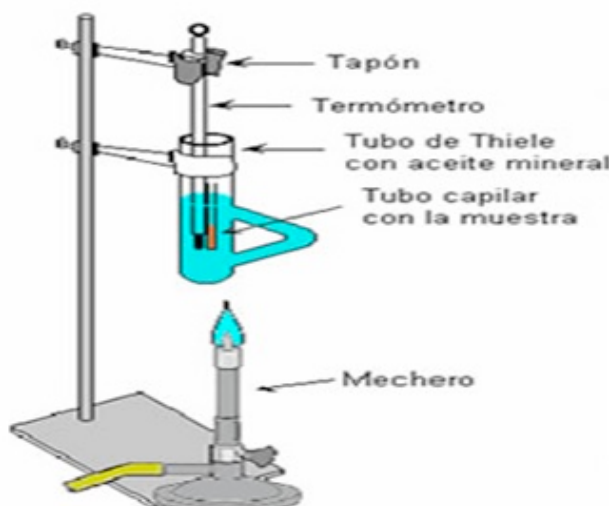


Figura 3: Esquema general del montaje

5. Instale el conjunto, termómetro y capilar, dentro del tubo de Thiele de manera que se encuentre 1 cm., dentro del codo, sujetar bien en un soporte universal, dejar que este libre dentro del

aceite (ver Figura 4). Verifique que el montaje experimental cumple con las consideraciones indicadas en la figura 4.

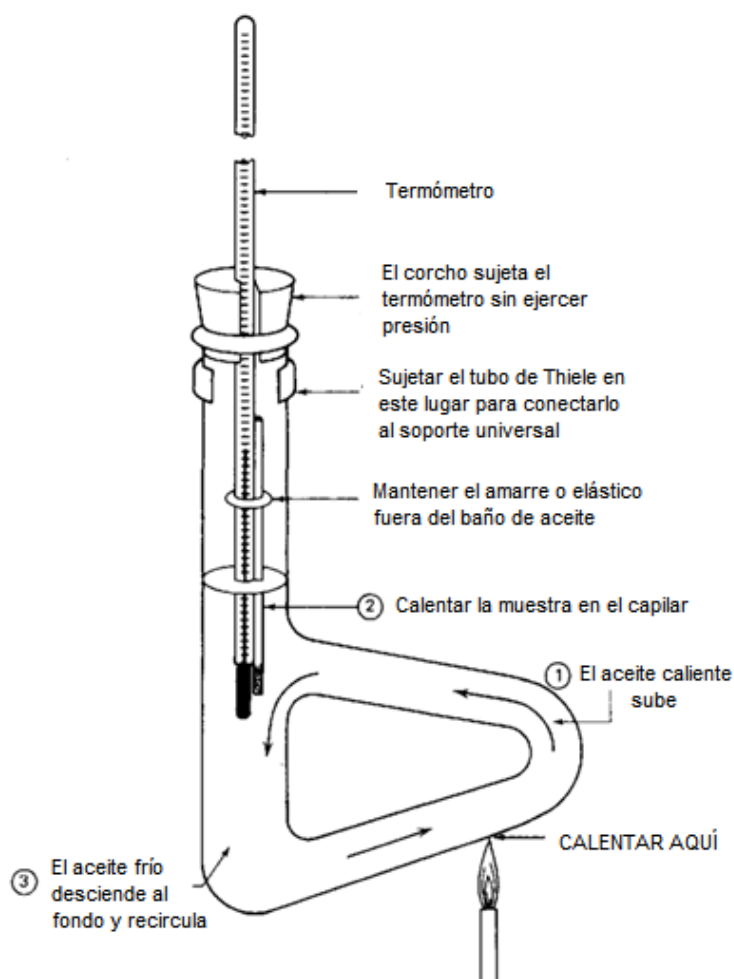


Figura 4: Esquema del tubo de Thiele: Montaje y consideraciones experimentales

6. Caliente en el extremo más bajo del tubo de Thiele con una llama pequeña (ver figura 4). Procure que el incremento de temperatura sea aproximadamente de 3 °C por minuto. Observe constantemente la muestra; cuando esta funde (forme líquido), lea la temperatura y anótela.
7. Repita la determinación con otro capilar que contenga muestra fresca, pero cuando la temperatura del baño de aceite se encuentre 10 °C por debajo del punto de fusión leído anteriormente, caliente el tubo de manera que el incremento de temperatura de 1 °C por minuto; anote el punto de fusión.

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS

Previas a la práctica

1. ¿Cuáles son las precauciones de seguridad asociadas a este laboratorio?
2. Defina los siguientes términos: a) carbono quiral b) enantiómeros c) diastereómeros.
3. Dibuje las estructuras del ácido fumárico y ácido maleico.
4. A nivel experimental se realizan dos acciones para facilitar la reacción de isomerización (ácido maleico a ácido fumárico). Indique cuales son y qué rol cumplen para facilitar la reacción.
5. Escriba el mecanismo electrónico de la transformación del anhídrido maleico con el agua.
6. Escriba el mecanismo electrónico de la transformación del ácido maleico a ácido fumárico.
7. Uno de los dos isómeros podría perder una molécula de agua de cada molécula de ácido cuando sus dos grupos carboxilos reaccionan para formar un anhídrido. ¿Qué isómero geométrico sería?
8. Los aceites vegetales presentan isomería geométrica cis. Escriba la estructura del aceite oleico y linoleico.

Reporte de práctica N° 2

ESTEREOQUÍMICA

Nota:

Integrantes: **Grupo N°**

.....

.....

1. Coloque sus resultados en la siguiente tabla. Determine el porcentaje de error.

Compuesto	Punto de Fusión Teórico	Punto de Fusión Experimental
Ácido Maleico	135 °C	
Ácido Fumárico	287 °C	X

2. Mencione 3 fuentes de error en la lectura del punto de fusión del ácido maleico.

3. ¿Por qué el ácido maleico presenta bajo punto de fusión que el ácido fumárico? Explique con un diagrama de las fuerzas intermoleculares en ambos compuestos.

HOJA DE NOTAS