



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÁNICA**

**COMPENDIO DE PRÁCTICAS
Síntesis de polímeros
CLAVE 1539
Semestre 2027-1**

Elaborado y revisado por Profesores del Departamento de Química Orgánica:

Cristina del Carmen Jiménez Curiel

Balú Cruz Delgado.

**PROGRAMA EXPERIMENTAL SÍNTESIS DE POLÍMEROS.
SEMESTRE 2027-1**

	ACTIVIDAD.	
17.08.2026	INICIO DE SEMESTRE.	
20.08.2026	Sesión 1.	Medidas de seguridad. Reglamentos de laboratorio. Criterios de evaluación. Indicaciones generales.
27.08.2026	Sesión 2.	Taller: Técnicas de caracterización de polímeros.
03.09.2026	Sesión 3.	PRÁCTICA No. 1. Síntesis de polímeros por radicales libres. PMM y PS.
10.09.2026	Sesión 4.	PRÁCTICA No. 2. Síntesis de polímeros por condensación una resina urea-formaldehído (UF) y melamina-formaldehído (MF) y melamina-urea-formaldehído (MUF).
17.09.2026	Sesión 5.	PRÁCTICA No. 3. Síntesis de Nailon.
24.09.2026	Sesión 6.	Seminario de RMN.
01.10.2026	Sesión 7.	PRÁCTICA No. 4. Comportamiento de los polímeros sintetizados frente al calor.
08.10.2026	Sesión 8.	PRÁCTICA No. 5. Síntesis de boligoma.
15.10.2026	Sesión 9.	PRÁCTICA No. 6. Síntesis de rayón.
22.10.2026	Sesión 10.	PRÁCTICA No. 7. Experimento Dra. Lilian Iraís Olvera Garza parte 1.
29.10.2026	Sesión 11.	PRÁCTICA No. 8. Experimento Dra. Lilian Iraís Olvera Garza parte 2.
05.11.2026	Sesión 12.	Seminario de RMN.
12.11.2026	Sesión 13.	PRÁCTICA No. 9. Hidrólisis del PET.
19.11.2026	Sesión 14.	Examen experimental individual. Síntesis de una resina resorcinol-formaldehído.
26.11.2026	Sesión 15.	Entrega de calificaciones.
28.11.2026	FIN DE CURSO	

Inicio del ciclo escolar: **lunes 10 de agosto 2026.**

Fin del curso escolar: **sábado 28 de noviembre 2026.**

Días inhábiles: martes 15 de septiembre 2026 y miércoles 16 de septiembre 2026.

Lunes 2 de noviembre 2026 y lunes 16 de noviembre 2026.

Días para el personal administrativo: 12 de octubre 2026 y aún por confirmar el congreso del STUNAM.

Vacaciones administrativas del 14 de diciembre del 2026 al 01 de enero 2027.

PRÁCTICA No. 1: Síntesis de polímeros por radicales libres.

Objetivo.

1. Sintetizar PMMA y PS mediante radicales libres.

Síntesis del polimetacrilato de metilo.

➤ REACTIVOS PMMA

Metacrilato de metilo, glicerol, peróxido de benzoilo, formaldehído, aceite mineral y resorcinol.

➤ REACTIVOS PS

Estireno	1 mL	NaOH 5% (solución acuosa)	1.5 mL
Peróxido de benzoilo	0.03 g	Sulfato de sodio anhidro	Cs
Agua destilada			

➤ MATERIAL PMMA y PS

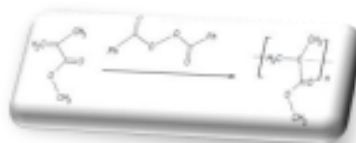
Pipeta de 5 mL	1	Espátula	1
Pinzas de tres dedos con nuez	2	Recipiente de peltre	1
Pipeta de 2 mL en la campana para el metacrilato de metilo	1	Pinzas para tubo de ensayo	1
Pipeta Beral en la campana para el glicerol de 1 mL	1	Pipeta Beral de 1 mL en la campana	1
Vaso de precipitados de 100 mL	1	Termómetro que mida de 0°C a más de 250°C	1
Parrilla de agitación magnética	1	Baño María	1
Tubo de ensayo de 13 x 100	2	Embudo de separación de 30 o 50 mL	1
Vidrio de reloj	1	Nave de pesado	1

Se proporcionará para todo el grupo un equipo de destilación simple para que durante la clase destilen el metacrilato de metilo que utilizarán para polimerizar.

SÍNTESIS DEL PMMA

Tenga cuidado al llevar a cabo el calentamiento del tubo de ensaye, no lo haga en posición vertical,

Tenga cuidado al calentar el peróxido de benzoilo porque al desprender dióxido de carbono puede proyectarse la mezcla de reacción.



En un tubo de ensayo coloque **1.5 mL de metacrilato de metilo recién destilado** (nota), **agregue 0.015 g de peróxido de benzoilo** y agite, adicione algunas piedras de ebullición. **Tape el tubo con papel aluminio** que contenga unos orificios y caliente a ebullición utilizando un baño María. Si la mezcla de reacción burbujea violentamente, retírela rápidamente del baño María e introduzca el tubo en un baño de hielo, reanude el

calentamiento cuando cese el burbujeo. Caliente hasta que observe la completa solidificación del polímero.

Nota: El monómero debe **destilarse para eliminar el inhibidor** que contiene.

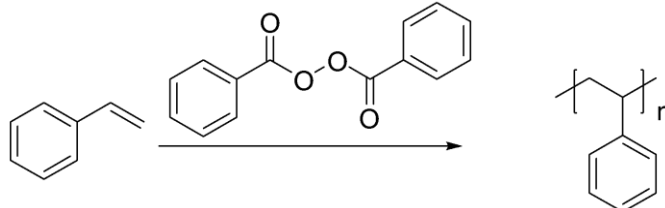
SÍNTESIS DE PS

Reacción.

Síntesis de poliestireno.

Tenga cuidado al llevar a cabo el calentamiento del tubo de ensayo, no lo haga en posición vertical.

Tenga cuidado al calentar el peróxido de benzoilo porque al desprender dióxido de carbono puede proyectarse la mezcla de reacción.



En un tubo de ensayo coloque 1.0 mL de estireno recién destilado o lavado con disolución de NaOH (nota). Adicione 0.03 g de peróxido de benzoilo y agite, adicione perlas de ebullición. Introduzca el tubo de ensayo en un vaso de precipitados (baño de aire) y caliente moderadamente en una parrilla.

Cuando la mezcla de reacción comience a burbujear, retire el vaso de precipitados de la parrilla o retire el tubo de ensayo. Una vez que cese el burbujeo, ponga de nuevo el vaso en la parrilla o

coloque de nuevo el tubo en el vaso. Continúe calentando hasta que el polímero solidifique por completo.

Nota: Estireno debe destilarse para eliminar el inhibidor que contiene. Otra opción es lavarlos consecutivamente con disolución de NaOH al 5 o 10% (tres lavados) y agua (un lavado), y posteriormente secarlos con Na₂SO₄ anhidro. Este procedimiento se recomienda particularmente en el caso del estireno, ya que el punto de ebullición normal de este monómero es de 145 °C, por lo que el inicio de la destilación puede tardar demasiado.

Bibliografía.

1. M.P. Stevens, Polymer Chemistry: an Introduction, 3era. edición, Oxford University Press, New York, 1999.
2. D.L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz y R.G. Engel, Introduction to Organic Laboratory Techniques, 1era edición, Saunders College Publishing, Estados Unidos, 1998.
3. J. McMurry, Química Orgánica, International Thompson Editores, 5a edición, México, 2001
4. Solorzano Maldonado Katia. "Manual de prácticas de química orgánica I 1412I", 2020-1, Universidad Nacional Autónoma de México.

Práctica No. 2. Síntesis de una resina. Obtención de urea-formaldehído.

Objetivo.

Sintetizar UF, MF Y MUF mediante condensación.

Reactivos.

Ácido sulfúrico	0.5 mL	Urea	1 g
Solución de formaldehído al 40%	2 mL	Melamina	

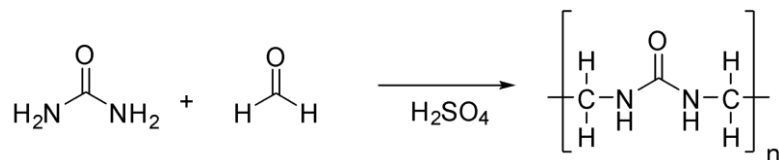
Material.

Recipiente desechable de un volumen de 5 mL	1	Vidrio de reloj	1
Agitador de vidrio	1	Espátula	1

Reacción.

El ácido sulfúrico es corrosivo, tenga precaución al momento de realizar el calentamiento para obtener el polímero.

No se agarre la cara, ni los oídos con los guantes.



En un recipiente desechable de un volumen aproximado de 5 mL se colocan **2 mL** de una **disolución de formaldehído al 40%** y **1 g de urea**, la mezcla se agita con ayuda de una varilla de vidrio hasta que ya no se disuelva más la urea. Entonces se **adiciona 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado agitando, en la campana y agitando**. Cuando finaliza la reacción, se lava el polímero obtenido con agua y se seca en papel filtro. Calcular el rendimiento de la reacción y analizar las propiedades de solubilidad del polímero en diferentes disolventes.

Bibliografía

1. Carlos David Grande Tovar, Edwin Flórez López. “Manual de prácticas de química orgánica aplicada II”, **2013**, Cali, Colombia: Editorial Bonaventuriana.

Práctica No. 3. Síntesis de nailon 8,10.

Objetivo.

Sintetizar un polímero por condensación interfacial.

Problema.

¿Cuáles son los polímeros que se obtienen por condensación interfacial? ¿Qué ventajas presenta éste tipo de síntesis?

Reactivos.

Disolución de octametilendiamina al 5% en agua	10 mL	Etanol	10 mL
Disolución de cloruro de isoftaloilo en diclorometano	10 mL	Agua destilada	10 mL
Diclorometano		NaOH en lentejas	10 g

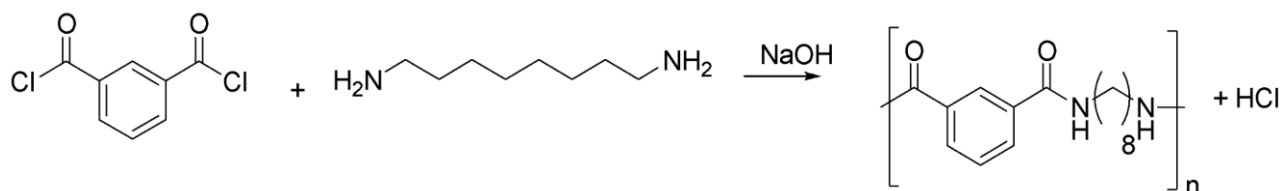
Las disoluciones las prepararán los alumnos durante la sesión de laboratorio una de cada una para todo el grupo.

El alumno deberá traer el alambre de cobre o de utilizar la espátula para extraer el polímero de la interfase.

Material.

Vaso de precipitados de 25 mL	2	Vidrio de reloj	1
Agitador de vidrio	1	Espátula	1
Probeta de 10 mL	2	Pipetas de 5 o 10 mL en la campana	4

Reacción.



Procedimiento.

En un vaso de precipitados de 50 mL, preparar 2.5 mL de una disolución acuosa de octametilendiamina al 5% m/v; adicione 5 gotas de una disolución de hidróxido de sodio al 20% y agitar.

En otro vaso de precipitados de 50 mL, preparar 5 mL de una disolución de cloruro de isoftaloilo al 8% m/v en cloroformo o diclorometano. Colocar sobre la superficie de la disolución de octametilendiamina, un gancho de alambre de cobre (un fragmento de alambre plegado en un extremo) o una espátula delgada. Verter lentamente la disolución de cloruro de isoftaloilo en forma de chorro fino, sobre la disolución de octametilendiamina, se formará inmediatamente una película de polímero en la interfase líquido-líquido.

En seguida, insertar el gancho de cobre o espátula en el polímero y jale suavemente de manera que se forme una cuerda de poliamida, al mismo tiempo, continúe adicionando la disolución de cloruro de isoftaloilo hasta vaciarla por completo.

Alargar la cuerda de poliamida lo más posible. Enjuagar la cuerda con agua de la llave y póngala a secar en una toalla de papel.

Con el gancho de alambre de cobre o espátula, agite vigorosamente el resto del sistema bifásico para formar más poliamida; decantar el líquido y lavar el polímero con agua,
Permitir secar.

Bibliografía

1. Solorzano Maldonado Katia. "*Manual de prácticas de química orgánica I 1412*", **2020-1**, Universidad Nacional Autónoma de México.

Práctica No. 4.

Objetivo

- Determinar el comportamiento de los polímeros sintetizados con anterioridad frente al calor.

- **Material.**

Charolas de aluminio pequeñas que elaborará el alumno con aluminio que él aportará de su casa.	2	Vidrio de reloj	1
Agitador de vidrio	1	Espátula	1
Probeta de 10 mL	2	Pipetas de 5 o 10 mL en la campana	4
Nave de pesado	1		

Procedimiento experimental.

Elaborar pequeñas charolas de papel aluminio donde depositará una muestra de los polímeros de los cuáles desee determinar su comportamiento frente al calor. Depositar en ellas una pequeña muestra de cada polímero. Colocar las charolas con los polímeros sobre una parrilla y calentar moderadamente. Una vez que el polímero se funda o se endurezca sin fundir según sea el caso, retirarlo de la parrilla. Anotar sus observaciones y clasificar cada polímero de acuerdo con su comportamiento frente al calor.

Bibliografía:

1. Oyama, T. (2026). Heat-Resistant Polymers. In *Springer Handbook of Functional Polymers* (pp. 795-828). Singapore: Springer Nature Singapore.
2. Fetisova, A. A., Surmeneva, M. A., & Surmenev, R. A. (2026). Advanced design concepts for shape-memory polymers in biomedical applications and soft robotics. *Polymers*, 18(2), 214.
3. Issaka, E., Melville, L., & Fazal, A. (2026). Functional Polymer Composites for Biomedical Innovation: A Review on Classification, Fabrication and Future Applications. *International Journal of Polymer Science*, 2026(1), 7812179.

PRÁCTICA No. 5. Síntesis de boligoma.

Objetivo.

Sintetizar boligoma utilizando bórax y pegamento blanco.

Reactivos.

20 mL de agua	1.5 g de borax o ácido bórico
Pegamento blanco (2 cucharadas cafeteras)	Colorante vegetal (10 gotas)

Material.

Agitador desechable (varilla de madera, abatelenguas) lo trae el alumno.	1 cucharita de plástico (la trae el alumno)
2 cucharas desechables (las trae el alumno)	Probeta de 20 mL

Procedimiento experimental. Con Borax.

1. En un vaso desechable coloca dos cucharadas cafeteras de pegamento blanco y añade un colorante.
2. En otro vaso desechable agrega 20 mL de agua y 1.5 g de bórax, agita la mezcla.
3. Vierte la mezcla del vaso con bórax sobre el vaso que contiene el pegamento blanco y agita vigorosamente.
4. Saca el producto del vaso y forma una pelota, haz que rebote.

Mezclar 57 gramos de pegamento con 60 mL de agua en un plato redondo de plástico o en un tupper de plástico. Disuelve completamente 15 gramos de borax en 30 mL de agua. Combinar las 2 mezclas. Revolver. Se observará un cambio en la consistencia si está muy pegajosa adicionar más borax. Revuelva hasta que la consistencia haya cambiado y sea la de la boligoma. Amasar 10 minutos más. Una vez terminado el experimento se puede guardar en un recipiente hermético para utilizarla en otra ocasión. No dejarla a la intemperie porque pierde sus propiedades.

Modifica la cantidad de agua que adicionas, la cantidad de pegamento y estudia el cambio en las propiedades de la boligoma.

Procedimiento experimental. Con pegamento blanco y almidón.

Vierte el contenido de 1 botella de pegamento transparente en un recipiente.

Compra una botella de 150 mililitros (5 onzas) de pegamento transparente escolar. Retira la tapa y vierte el pegamento en un recipiente de mezcla.

Añade unas gotas de colorante comestible. Esto le dará a la boligoma un color adicional. Añade y remueve unas gotas, luego, añade más si deseas obtener un color más oscuro. Si el pegamento ya contiene brillantina y colores, omite este paso. Sigue removiendo hasta que el color sea uniforme y la brillantina se extienda a través de todo el pegamento. Puedes hacer este paso con una cuchara, tenedor, o incluso un palito de paleta. Vierte una cantidad pequeña de almidón líquido en la mezcla y luego remueve la mezcla. Sigue añadiendo el almidón y removiendo hasta que el pegamento y el almidón se combinen y formen una masa.

Amasa para cohesionar la boligoma. En un punto, la boligoma formará grumos y será difícil de remover. Una vez que esto suceda, saca el bulto de boligoma del recipiente y amásalo hasta que se vuelva firme. Es posible que haya un poco de líquido restante en el recipiente, lo cual está bien.

Bibliografía.

<https://es.wikihow.com/hacer-boligoma>

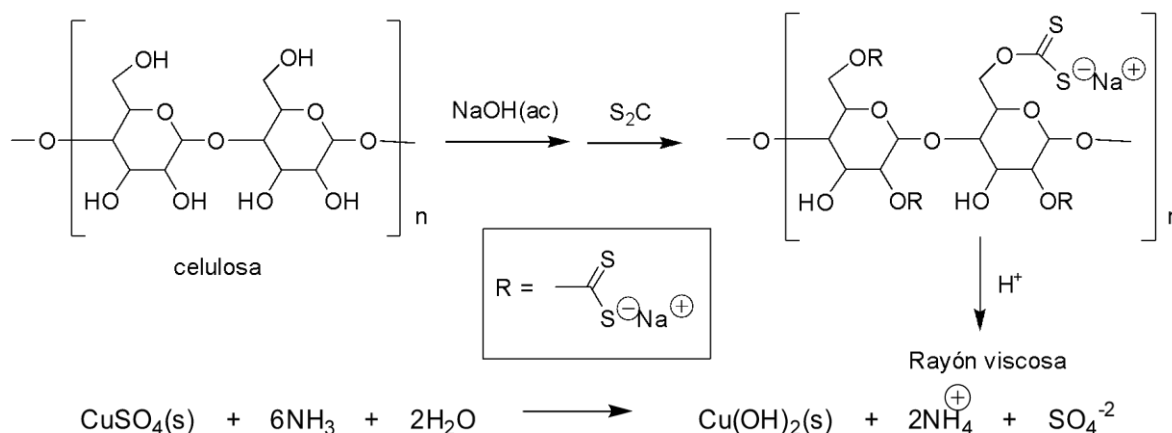
Práctica No. 6. Síntesis de Rayón.

Objetivo.

Sintetizar Rayón.

Reactivos.

Ácido sulfúrico al 5%	50 mL	Sulfato de cobre	4.25 g
Amoniaco	1.5 mL		



En un vaso de 100 mL se coloca 4.25 g de CuSO_4 en 14 mL de agua, la mezcla se calienta ligeramente hasta que el sulfato de cobre se disuelve completamente, enfriar la mezcla para añadir gota a gota y agitando 1.5 mL de NH_4OH al 30%, se forma un precipitado azul pálido de hidróxido de cobre, el sólido se filtra a través de un embudo Büchner, se lava con agua (2 X 10 mL) y se coloca en un vaso de precipitados de 100 mL. Se añade hidróxido de amonio hasta que se disuelva el sólido. La disolución oscura que resulta se llama reactivo de Schweitzer. Sobre la disolución así obtenida se añaden, agitando constantemente, trocitos de papel filtro, hasta que adquiera un aspecto viscoso. Con una pipeta o gotero se recoge parte de la masa viscosa obtenida y se coloca lentamente y de manera continua en un vaso de precipitados de 250 mL que contiene 50 mL de una disolución de ácido sulfúrico al 5%, observando rápidamente la aparición de las fibras de rayón.

Bibliografía.

<https://edu.rsc.org/experiments/making-rayon/1745.article>

1. Kauffman, G. B. (1993). Rayon: the first semi-synthetic fiber product. *Journal of chemical education*, 70(11), 887.
2. Hayatsu, H. (2000). Pigment molecules linked to polymer support: blue rayon, blue chitin, and green chitosan-synthesis and applications. *Yakugaku Zasshi: Journal of the Pharmaceutical Society of Japan*, 120(6), 534-547.
3. Santiago Cintron, M., & Delhom, C. D. (2024). Evaluation of the OpTest Fiber Quality Analyzer for quantifying cotton and rayon microfibers. *Fibers*, 12(10), 81.

Práctica No. 9. Hidrólisis de PET.

Objetivos:

- a) Efectuar una reacción de hidrólisis básica sobre un poliéster.
- b) Obtener ácido tereftálico a partir del polietilentereftalato de envases (PET).

MATERIAL

Matraz de bola de fondo plano de 50 mL	1	Matraz Erlenmeyer de 50 mL	1
Refrigerante con mangueras	1	Parrilla de agitación magnética con calentamiento	1
Probeta graduada de 10 mL	1	Bomba de recirculación de agua sumergible	1
Embudo de vidrio	1	Espátula	1
Vaso de precipitados de 100 mL	1	Pinza de 3 dedos con nuez	2
Embudo Büchner con alargadera	1	Matraz Kitasato con manguera	1
Agitador de vidrio	1	Pipeta graduada de 5 mL	1
Barra de agitación magnética de media pulgada 1	1	Cámara de elución	1
Pinzas para cromatografía	1	Recipiente de peltre	1
Recipiente para baño de hielo de plástico	1		

MATERIAL

Disolución de hidróxido de sodio al 40%	8 mL	Acetato de etilo	9 mL
Ácido clorhídrico concentrado	5 mL	Metanol	1 mL
Etanol	1 mL	PET	1 g

Coloque aproximadamente 1.0 g. de PET de botella transparente de Coca-Cola, finamente cortado (nota 1), en un matraz bola fondo plano de 50 mL, adicione 8.0 ml de disolución de hidróxido de sodio al 40% m/v y una barra magnética. Caliente a reflujo con agitación magnética la mezcla de reacción durante aproximadamente 50 minutos. Una vez transcurrido el tiempo de reacción, filtre la mezcla por gravedad en caliente y lave los residuos sólidos con un poco de agua destilada caliente. Deje enfriar el filtrado a temperatura ambiente. Agregue gota a gota y con agitación, ácido clorhídrico concentrado hasta un pH = 1. Evapore el exceso de agua de la disolución mediante calentamiento a ebullición, hasta reducir el volumen a unos 5 mL. Enfríe en baño de hielo para promover la máxima precipitación del producto. Filtre el sólido al vacío y lávelo con agua helada. Deje secar el producto y péselo (nota 2). Para verificar la identidad del producto y determinar su pureza, lleve a cabo una cromatografía en capa fina comparativa con un estándar de ácido tereftálico. Utilice como eluyente una mezcla de acetato de etilo:metanol 90:10, y revele con luz UV. Considerando que por cada unidad repetitiva del polietilentereftalato se debe obtener un mol de ácido tereftálico y que la masa de la unidad repetitiva es de 192 g, calcule el rendimiento de la reacción con la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{moles obtenidas de ácido tereftálico}}{(\text{No. de unidades repetitivas del PET utilizado})} \times 100.$$

Notas: 1) Si es posible, cortar el PET en cuadros de aproximadamente 5 mm² o menos.

2) El ácido tereftálico sublima a 400 °C

Bibliografía.

1. Solorzano Maldonado Katia "Manual de prácticas de Química Orgánica II 1412" 2020-1. UNAM, México.
2. D. Kaufman, "New Compounds from Old Plastics: Recycling PET Plastics via Depolymerization", *J.Chem. Ed.*, 76, 1999.
3. A.N. Cammidge, "An Undergraduate Experiment in Polyester (PET) Synthesis", *J.Chem. Ed.*, 76, 1999.
4. Ch. Manas y K.R. Salil, *Plastics Technology Handbook*, 3a. edición, 1998
5. L.G. Wade, *Química Orgánica*, 5a edición, Pearson Educación S.A., Madrid, 2004.
6. F.A Carey, *Química Orgánica*, 6a edición, Mcgraw-Hill Interamericana, México, 2006.
7. W.H. Brown, *Introducción a la Química Orgánica*, Compañía Editorial Continental, México, 2002.