

# Química macromolecular

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN ALTA ESPECIALIZACIÓN EN  
PLÁSTICOS Y CAUCHO**

***UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO***

Este documento puede utilizarse como documentación de referencia de esta asignatura para la solicitud de reconocimiento de créditos en otros estudios. Para su plena validez debe estar sellado por la Secretaría de Estudiantes UIMP.



## DATOS GENERALES

### Breve descripción

Esta asignatura desarrolla todos los procesos que conducen a la obtención de un polímero: polimerización en cadena, en pasos y reacciones de modificación de polímeros, así como los fundamentos de reactividad, cinética y termodinámica que afectan a las reacciones descritas. Se describen las técnicas de polimerización.

### Título asignatura

Química macromolecular

### Código asignatura

102931

### Curso académico

2025-26

### Planes donde se imparte

[MÁSTER UNIVERSITARIO EN ALTA ESPECIALIZACIÓN EN PLÁSTICOS Y CAUCHO](#)

### Créditos ECTS

6

### Carácter de la asignatura

OBLIGATORIA

### Duración

Cuatrimestral

### Idioma

Castellano

# CONTENIDOS

## Contenidos

### Objetivos de la asignatura

- Introducir al alumno en el estudio de la química macromolecular
- Impartir el suficiente bagaje teórico para comprender esta disciplina desde diversos puntos de vista.
- Hacer comprender al alumno las diferencias esenciales entre las diferentes vías sintéticas empleadas en la obtención de polímeros.
- Establecer las diversas técnicas utilizadas, o que potencialmente se podrían utilizar, en la síntesis de materiales polímeros.
- Definir los principales retos tecnológicos de la química macromolecular en las aplicaciones necesarias en el Siglo XXI.
- Determinar cuales son los retos inmediatos y futuros de esta disciplina de la Ciencia.

### Temario

Tema 1 - Introducción General

Tema 2 - Polimerización en cadena. Introducción

Tema 3 - Polimerización en cadena. Polimerización aniónica. Polimerización por apertura de anillo

Tema 4 - Polimerización en cadena. Polimerización catiónica

Tema 5 - Polimerización en cadena. Polimerización por inserción (o coordinación). Otras polimerizaciones.

Tema 6 - Polimerización en cadena. Polimerización radical. Procesos industriales.

Tema 7 - Polimerización en cadena. Copolimerización en cadena.

Tema 8 - Polimerización en cadena. Técnicas de Polimerización en cadena.

Tema 9 - Polimerización en pasos. Introducción

Tema 10 - Polimerización en pasos. Cinética de las reacciones de polimerización por pasos.

Tema 11 - Polimerización en pasos. Peso Molecular. Entrecruzamiento. Cinética.

Tema 12 - Polimerización en pasos. Técnicas de Polimerización.

Tema 13 - Modificación de polímeros. Aspectos generales de la Modificación de Polímeros.

Tema 14 - Modificación de polímeros. Estructura, composición y propiedades de los copolímeros obtenidos por modificación.

Tema 15 - Modificación de polímeros. Modificación superficial de polímeros.

Tema 16 - Modificación de polímeros. Métodos espectroscópicos y aplicaciones.

Tema 17 - Dendrímeros.

### Prácticas

- Práctica 1 - Policondensación en disolución
- Práctica 2 - Policondensación interfacial
- Práctica 3 - Preparación de membranas poliméricas
- Práctica 4 - Polimerización en emulsión
- Práctica 5 - Preparación de geles de PVA
- Práctica 6 - Seguimiento de la cinética de curado
- Práctica 7 - Determinación de relaciones de reactividad

### **Conferencias**

- Conferencia 1 - Nuevos métodos de polimerización
- Conferencia 2 - Nuevas técnicas de polimerización

# RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y DE FORMACIÓN

## Conocimientos

C1 -Proporcionar a los estudiantes los conocimientos fundamentales y las herramientas necesarias para la investigación aplicada en temas relacionados con la ciencia y tecnología de polímeros, haciendo énfasis en los nuevos retos del área y en su determinante influencia en las nuevas tecnologías y nuevos materiales basados en plásticos y cauchos.

C4 -Proporcionar a los estudiantes formación especializada en el marco científico y técnico de los materiales basados en plásticos y cauchos, que incluya la comprensión sistemática de esta área de estudio y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con ella, de forma que les permita fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico, social y cultural.

C7 -Demostrar que conoce los métodos y procedimientos de química macromolecular para la síntesis de polímeros, así como los aspectos cinéticos y de caracterización y análisis propios de los materiales polímeros.

C8 -Demostrar que conoce los fundamentos estructurales y la físico-química del estado sólido de los polímeros para conseguir correlacionar la estructura con las propiedades.

C11 -Conocer los parámetros que se emplean para caracterizar un polímero, así como las técnicas empleadas para ello.

## Habilidades

H1 -Aplicación de conocimientos: demostrar que conoce los fundamentos estructurales y de aplicación de los materiales basados en plásticos y caucho, aplicando los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en contextos amplios o multidisciplinares relacionados con su área de especialización.

H7 -Aplicar los métodos de caracterización y análisis a los materiales polímeros, según las propiedades fisicoquímicas a estudiar, así como los diferentes tipos de ensayos de los materiales basados en plásticos y cauchos.

## Competencias

CO1- Capacidad de comunicación de conocimientos: que los estudiantes sean capaces de comunicar, oralmente y por escrito, sus investigaciones y conclusiones con los fundamentos que las sustentan, tanto a un público especializado como no experto, de un modo claro, conciso y comprensible.

CO2 -Capacidad de emitir juicios: que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad que supone formular juicios a partir de una información científica y/o técnica. Incluyendo también los aspectos de reflexiones sobre las responsabilidades sociales y

éticas ligadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

## PLAN DE APRENDIZAJE

### Actividades formativas

Actividades formativas	Horas totales	% presencia
Conferencias magistrales	4	100
Visitas institucionales	2	100
Seminarios	7	100
Estudios de los contenidos teóricos de las asignaturas	170	--
Estudios de los contenidos prácticos de las asignaturas	100	--
Asistencia y participación en clase	113	100
Clases prácticas	48	100
Evaluaciones	6	100
<b>Total horas</b>	<b>450</b>	

### Metodologías docentes

- Discusión y debate
- Prácticas en laboratorios
- Casos prácticos
- Visitas a empresas

# SISTEMA DE EVALUACIÓN

## Descripción del sistema de evaluación

Sistema de evaluación	Mínimo	Máximo
Evaluación de la asistencia y participación en clase	5	
Evaluación de pruebas objetivas (orales y/o escritas)	60	
Evaluación de casos prácticos (individuales y/o colectivos)	10	

## PROFESORADO

### Profesor responsable

**Reinecke , Helmut**

*Doctor en Ciencias Químicas.*

*Investigador Científico.*

*ICTP-CSIC.*

### Profesorado

**Elvira Pujalte, Carlos**

*Doctor Ciencias Químicas.*

*Científico Titular.*

*Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros*

*CSIC*

**Rodríguez Hernández, Juan**

*Doctor en Ciencias Químicas .*

*Científico Titular.*

*Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros.*

**Gallardo Ruiz, Alberto**

*Doctor en Ciencias Químicas*

*Investigador Científico (Ciencia y Tecnología de Materiales)*

*Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros*

*ICTP-CSIC.*

**López García, Daniel**

*Doctor en Ciencias Químicas*

*Investigador Científico/Director de Instituto*

*Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros*

*CSIC*

**Lozano López, Ángel E**

*Doctor en Ciencias Químicas*

*Investigador Científico*

*Instituto de Polímeros*

*ICTP-CSIC.*

**Maya Hernández, Eva María**

*Doctora en Ciencias Químicas*

*Científica Titular (Área Ciencia de Materiales)*

*CSIC*

**Martínez Gómez, María Aranzazu**

*Doctora en Ciencias Químicas.*

*Doctor fuera de convenio (síntesis y procesado de materiales polímeros).*

*Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP-CSIC).*

**Rodríguez Crespo, Gema**

*Doctora en Farmacia.*

*Titulado Superior Especializado.*

*Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP-CSIC).*

**Navarro Crespo, Rodrigo**

*Licenciado en Química (Universidad de Valladolid).*

*Científico Titular*

*Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros*

*(ICTP) CSIC*

## HORARIO

### Horario

01/10/2025

17:00 - 19:00

Tema 1: Introducción general a la Química Macromolecular

Ángel E Lozano López

Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

06/10/2025

16:00 - 17:00

Tema 2: Polimerización en cadena. Introducción

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

07/10/2025

15:00 - 16:00

Tema 3: Polimerización radical. Cinética

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

16:00 - 17:00

Tema 4: Polimerización radical. Iniciación

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

09/10/2025

15:00 - 16:00

Tema 4: Polimerización radical. Iniciación

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

16:00 - 17:00

Tema 5: Polimerización radical. Transferencia

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

10/10/2025

17:00 - 18:00

Tema 6: Polimerización radical. Efecto gel

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

18:00 - 19:00

Tema 7: Polimerización radical. Técnicas de Polimerización

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

13/10/2025

15:00 - 16:00

Tema 8: Polimerizaciones iónicas

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

16:00 - 17:00

Tema 9: Polimerización de coordinación

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

14/10/2025

17:00 - 19:00

Tema 10: Copolimerización

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

20/10/2025

17:00 - 18:00

Tema 12: Métodos de polimerización radical controlada. Métodos de polimerización controlada

Juan Rodríguez Hernández

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

18:00 - 19:00

Tema 13: Preparación de copolímeros de bloque. Introducción a los copolímeros de bloque (CB). Métodos de preparación de CB.

Juan Rodríguez Hernández

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

21/10/2025

16:00 - 17:00

Tema 14: Preparación de copolímeros de bloque. Introducción a los copolímeros de bloque (CB). Métodos de preparación de CB.

Juan Rodríguez Hernández

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

17:00 - 18:00

Tema 15: Nano estructuración en copolímeros de bloque.- Incompatibilidad entre bloques y auto-organización

Juan Rodríguez Hernández

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

27/10/2025

17:00 - 18:00

Tema 16: Nano-estructuración en Copolímeros de Bloque. Auto-organización a) En estado sólido, b) En disolución, c) En superficies

Juan Rodríguez Hernández

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

18:00 - 19:00

Tema 17: Nano-estructuración en Copolímeros de Bloque. Propiedades de los materiales nano-estructurados.

Juan Rodríguez Hernández

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

29/10/2025

15:00 - 16:00

Tema 18: Nano-estructuración en Copolímeros de Bloque. Aplicaciones

Juan Rodríguez Hernández

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

16:00 - 17:00

Tema 19: Nano-estructuración en Copolímeros de Bloque. Aplicaciones

Juan Rodríguez Hernández

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

30/10/2025

15:00 - 19:00

Practica: Determinación de relaciones de reactividad en copolimerización radical

Carlos Elvira Pujalte

DR. en CC Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

31/10/2025

15:00 - 16:00

Tema 26: Principios generales de la polimerización en pasos. Características y limitaciones

Ángel E Lozano López

Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

16:00 - 17:00

Tema 27: Principios generales de la polimerización en pasos. Características y limitaciones

Ángel E Lozano López

Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

17:00 - 18:00

Conferencia:1: La importancia de plastificantes en el PVC. Aplicaciones y reciclado.

Rodrigo Navarro Crespo

Científico Titular  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

03/11/2025

15:00 - 16:00

Tema 29: Cinética de las polimerizaciones en pasos. ecuaciones cinética en reacciones irreversibles y en reacciones en equilibrio. Procesos de ciclación; su influencia en la polimerización por pasos

Ángel E Lozano López

Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

16:00 - 17:00

Tema 28: Estadística de la polimerización por pasos. Grado de polimerización en condiciones no estequiométricas. Pesos moleculares medios y su estadística

Ángel E Lozano López

Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

05/11/2025

15:00 - 19:00

Practica: Preparación de poliésteres

Carolina García Sánchez

Doctor en Ciencias Químicas  
Científico Titular  
JICTP/CSIC

06/11/2025

15:00 - 19:00

Practica: Policondensación interfacial. Síntesis de nylon 6,10

Carolina García Sánchez

Doctor en Ciencias Químicas  
Científico Titular  
JICTP/CSIC

13/11/2025

15:00 - 17:00

Tema 30: Cinética de las polimerizaciones en pasos. ecuaciones cinética en reacciones irreversibles y en reacciones en equilibrio. Procesos de ciclación; su influencia en la polimerización por pasos  
Practica: Preparación de poliésteres

Ángel E Lozano López

Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

17/11/2025

10:00 - 14:00

Practica: Preparación de membranas poliméricas

María Aranzazu Martínez Gómez

Doctora en Ciencias Químicas  
Personal laboral, Doctora  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

20/11/2025

15:00 - 19:00

Practica: Preparación De Pinturas Al Agua Mediante Polimerización en emulsión

Gema Rodríguez Crespo

Doctora en Farmacia  
Técnica Superior Especializada, Técnica en I+D+i, Doctora  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

03/12/2025

15:00 - 17:00

Tema 20: Introducción a la Modificación de Polímeros I

Daniel López García

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

04/12/2025

15:00 - 17:00

Tema 21: Introducción a la Modificación de Polímeros II

Daniel López García

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

10/12/2025

15:00 - 19:00

Práctica: Preparación de geles de PVA por modificación química y por gelificación física

Daniel López García

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12/12/2025

15:00 - 17:00

Tema 22: Tipos de reacciones en polímeros, efectos poliméricos en las reacciones de modificación, propiedades y aplicaciones de las reacciones de modificación

Daniel López García

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

08/01/2026

17:00 - 19:00

Tema 23: Tipos de reacciones en polímeros, efectos poliméricos en las reacciones de modificación, propiedades y aplicaciones de las reacciones de modificación

Daniel López García

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

09/01/2026

15:00 - 16:00

Tema 31: Técnicas de Caracterización de Superficies poliméricas

Helmut Reinecke

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

16:00 - 17:00

Tema 32: Técnicas de Caracterización de Superficies poliméricas

Helmut Reinecke

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12/01/2026

15:00 - 19:00

Practica 7: Seguimiento de la cinética de curado de una resina epoxi por geometría de esfuerzo controlado

Daniel López García

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

13/01/2026

15:00 - 16:00

Tema 24: .Tipos de reacciones en polímeros, efectos poliméricos en las reacciones de modificación, propiedades y aplicaciones de las reacciones de modificación

Daniel López García

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

16:00 - 17:00

Tema 25: Tipos de reacciones en polímeros, efectos poliméricos en las reacciones de modificación, propiedades y aplicaciones de las reacciones de modificación

Daniel López García

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

17:00 - 18:00

Tema 32: Técnicas de Caracterización de Superficies poliméricas

Helmut Reinecke

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

18:00 - 19:00

Tema 33: Técnicas de Caracterización de Superficies poliméricas

Helmut Reinecke

Doctor en Ciencias Químicas

Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

15/01/2026

16:00 - 17:00

Tema 33: Técnicas de Caracterización de Superficies poliméricas

Helmut Reinecke

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

19/01/2026

15:00 - 17:00

Examen Química Macromolecular

Helmut Reinecke

Doctor en Ciencias Químicas  
Investigador Científico  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

29/01/2026

18:00 - 19:00

Conferencia 2: Polímeros en la Industria

Jorge Felipe Espeso García

DOCTOR EN CIENCIAS QUÍMICAS  
RESPONSABLE DE PROYECTOS I+D  
FÁBRICA ESPAÑOLA DE CONFECCIONES SA (FECSA)

## BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES RELACIONADOS

### Bibliografía

1. G. Odian, Principles of polymerization, 4<sup>o</sup> Ed. Wiley 2004.
2. H.G. Elias, An Introduction to polymer science, VCH 1997.
3. K. Matyjaszewski y T.P. Davis, Handbook of radical polymerization, Wiley 2002.
4. S. C. Thickett, Robert G. Gilbert. Emulsion polymerization: State of the art in kinetics and mechanisms. Polymer 48 (2007) 6965-6991.
5. M. Coote and T. Davis. The mechanism of the propagation step in free-radical copolymerisation Progress in polymer science, 1999, 24, 1217-1251.
6. E.L. Madruga Las reacciones de transferencia y su influencia en las homopolimerización radical. Rev. Plast. Mod. 1993, 447, 284-295.
7. D. Baskaran, A.H.E. Müller, Anionic vinyl polymerization-50 years after Michael Szwarc, Progr. Polym. Sci. 2007, 32, 173-219.
8. John M. G. Cowie, Valeria Arrighi. Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials. 3rd Edition, Nelson Thornes (CRC Press), 2007.
9. Malcolm P. Stevens, Polymer Chemistry: An Introduction. Oxford University Press, 1999.
10. Robert J. Young, Peter A. Lovell. Introduction to Polymers, 3rd Ed., CRC Press, 2011.
11. Paul J. Flory Principles of Polymer Chemistry. Cornell University Press, 1953.
12. Paul W. Morgan, Condensation polymers: by interfacial and solution methods. Interscience Publisher, 1965.
13. Paul C. Hiemenz, Timothy P. Lodge, Polymer Chemistry, 2nd Edition, CRC Press, 2007.

14. John K. Stille, Todd W. Campbell, Condensation Monomers, Willey-Interscience, 1972.
15. Frank W. Harris, Introduction to Polymer Chemistry. Journal of Chemical Education, 58(11) 837-843. 1981.
16. Hans Kricheldorf. Polycondensation. History and New Results, Springer, 2014.
17. Norbert A. Platzter, Polymerization and Polycondensation Processes, A. J. PLATZER Eds. Vol 34. Advances in Chemistry ACS, 1962.
18. Patrick E. Cassidy, Thermally stable polymers: syntheses and properties, Dekker , 1980.
19. Lev B. Sokolov, Synthesis of polymers by polycondensation. Israel Program for Scientific Translations, 1968.
20. Functional Polymers by Post-Polymerization Modification: Concepts, Guidelines and Applications. Patrick Theato (Editor), Harm-Anton Klok (Editor). Wiley-VCH; 1 edition (December 26, 2012).
21. Polymer Modification: Principles, Techniques, and Applications (Plastics Engineering). John Meister. CRC Press; 1 edition (July 25, 2000).
22. Polymer Modification. Graham G. Swift (Editor), Charles E. Carraher Jr. (Editor), Chris Bowman (Editor). Springer; Softcover reprint of the original 1st ed. 1997 edition (November 13, 2013).
23. Polymer Surface Modification: Relevance to Adhesion, Vol. 2. Kash L. Mittal. CRC Press (September 28, 2000).
24. Chemical Modification of Biological Polymers (Protein Science). Roger L. Lundblad. CRC Press (September 13, 2011).
25. Polymer Grafting and Crosslinking. Amit Bhattacharya (Editor), James W. Rawlins (Editor), Paramita Ray (Editor). Wiley; 1 edition (December 22, 2008).
26. Polymer Gels. D. DeRossi (Editor), K. Kajiwara (Editor), Y. Osada (Editor), A. Yamauchi (Editor). Springer; 1 edition (May 31, 1991).

## Enlaces relacionados

<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed058p837>