

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

100497

Curso académico

2016-17

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

La asignatura se enmarca dentro del Módulo I "Ciencia de Polímeros", que suministra las bases de Química Macromolecular necesarias para entender los aspectos de síntesis, modificación y técnicas de química macromolecular. La formación adquirida proporcionará la introducción del alumno a la síntesis de polímeros, cinética de las reacciones implicadas y sus posibilidades tecnológicas.

En esta asignatura se realiza una introducción general a la Química utilizada en la Ciencia Macromolecular. La idea de la asignatura es abordar la síntesis y modificación de los polímeros desde una perspectiva química y químico-física para conseguir que el estudiante disponga de los métodos necesarios para resolver los problemas que se le presenten durante su futura vida profesional, tanto desde un punto de vista de investigación como tecnológico. Se incidirá en resaltar las similitudes y diferencias existentes entre esta parte de la química respecto de otras. Igualmente, una de las ideas primarias de esta asignatura es suministrar la información adecuada para que los alumnos comprendan la necesidad de usar diferentes metodologías para obtener materiales polímeros con propiedades ajustadas a la aplicación donde se va a utilizar. Se incidirá en los nuevos métodos de síntesis de polímeros utilizadas en la actualidad para la obtención de nanomateriales y materiales nanoestructurados.

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

Evaluación

Examen

COMPETENCIAS

Transversales

CT1.- Aplicación de conocimientos: demostrar que los estudiantes conocen 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.

CT2.- 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.

CT3.-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.

Específicas

CE1.- Demostrar que el alumno 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.

CE2.- 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 caucho.

CE3.- Demostrar que conoce los fundamentos estructurales y la físico-química del estado sólido de los polímeros para conseguir correlacionar la estructura con las propiedades.

PLAN DE APRENDIZAJE

Actividades formativas

Trabajo presencial (horas)

- Asistencia y participación en clases presenciales de teoría: 42
- Conferencias especializadas de carácter magistral impartidas por expertos en la materia: 2
- Asistencia y realización de prácticas presenciales en laboratorios del CSIC y otras entidades y empresas participantes en el Máster: 14
- Sesiones de evaluación: 2

Trabajo no presencial (horas)

- Trabajo autónomo o en grupo: 90

Este trabajo autónomo consistirá en el estudio de los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura. Para ello, los estudiantes contarán con las informaciones disponibles en el [Aula Virtual](#), cuadernos de prácticas, libros de consulta y medios disponibles en el CSIC informáticos y de biblioteca.

Metodologías docentes

Las clases teóricas serán complementadas con conferencias relacionadas directamente con la temática de la asignatura y con clases prácticas de laboratorio:

MD2.- Realización de prácticas en laboratorios con un guión previo para su mejor seguimiento y entendimiento.

MD3.- Resolución de casos prácticos de interés industrial con técnicas de caracterización y estudio de polímeros para complementar el conocimiento adquirido.

MD4.- En todas las visitas a empresas se imparten explicaciones generales y particulares del tipo de industria y producto fabricado. Esto se realiza en el inicio y se continúa durante toda la visita. Los alumnos plantean cuestiones concretas sobre lo que van viendo. En el caso de esta asignatura, se centrarán en las tecnologías de síntesis de polímeros.

Resultados de aprendizaje

Los estudiantes deberán haber adquirido al término de la asignatura los siguientes conocimientos:

1. Conocimiento de las diferentes vías de síntesis empleadas en esta ciencia
2. Conocimiento de las diferentes variables a considerar cuando se acomete la síntesis de un determinado material polímero
3. Conocimiento del estado del arte en química macromolecular
4. Conocimiento de las necesidades tecnológicas, actuales y en futuro próximo, de la Ciencia de Materiales Polímeros
5. Conocimiento de las técnicas utilizadas en química macromolecular

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Descripción del sistema de evaluación

- Se realizará un examen al finalizar la asignatura (ponderación mínima 90 y máxima 100)
- Se planteará a los estudiantes un problema concreto para resolver, que podrán hacer en grupo (ponderación mínima 5 y máxima 10)

Calendario de exámenes

- Fecha de examen en convocatoria ordinaria: 10 de febrero de 2017

PROFESORADO

Profesor responsable

Lozano López, Ángel E.

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

Profesorado

Peponi , Laura

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

Maya Hernández, Eva María

*Doctor en ciencias Químicas
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*

Gallardo Ruiz, Alberto

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

Rodríguez Hernández, Juan

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

Ayala de Diego, David

Doctor en Ciencias Químicas

Jefe de Estudios Centro de Educacion de Personas Adultas Cultural de Moratalaz

Martínez Gómez, María Aranzazu

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

Rodríguez Crespo, Gema

*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)*

López García, Daniel

*Dostor en ciencias químicas
Investigador Científico
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*

Elvira Pujalte, Carlos

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

HORARIO

Horario

03/10/2016

18:00 - 20:00

Tema 1: Introducción general

Ángel E. Lozano López

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

04/10/2016

16:00 - 18:00

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)

05/10/2016

18:00 - 20:00

Tema 3. Polimerización aniónica. Polimerización por apertura de anillo

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas

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

10/10/2016

16:00 - 17:00

Tema 3. Polimerización aniónica. Polimerización por apertura de anillo

Alberto Gallardo Ruiz

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

17:00 - 18:00

Tema 4: Polimerización en cadena. Polimerización catiónica

Alberto Gallardo Ruiz

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

11/10/2016

12:00 - 13:00

Conferencia : Nuevas perspectivas en materiales polímeros (Polímeros con memoria de forma)

Laura Peponi

Científico Titular
Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

13/10/2016

16:00 - 17:00

Tema 4: Polimerización en cadena. Polimerización catiónica

Alberto Gallardo Ruiz

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

17:00 - 18:00

Tema 5: Polimerización por inserción

Alberto Gallardo Ruiz

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

14/10/2016

16:00 - 17:00

Tema 5: Polimerización por inserción

Alberto Gallardo Ruiz

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

17:00 - 18:00

Tema 6: Polimerización radical.Procesos industriales

Alberto Gallardo Ruiz

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

17/10/2016

18:00 - 20:00

Tema 7: Copolimerización en cadena

Alberto Gallardo Ruiz

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

18/10/2016

16:00 - 20:00

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

Daniel López García

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

26/10/2016

12:00 - 13:00

Conferencia : Polímeros para lentes oftálmicos

David Ayala de Diego

Doctor en Ciencias Químicas

Jefe de Estudios Centro de Educacion de Personas Adultas Cultural de Moratalaz

16:00 - 18:00

Tema 8- Técnicas de polimerización en cadena

Alberto Gallardo Ruiz

Doctor en ciencias Químicas

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

02/11/2016

18:00 - 19:00

Tema 11 - Preparación de copolímeros de bloque: Introducción a los copolímeros

Juan Rodríguez Hernández

Doctor en Ciencias Químicas

Investigador Científico

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

19:00 - 20:00

Tema 12 - Nano-estructuración en copolímeros de bloque. Incompatibilidad entre bloques

Juan Rodríguez Hernández

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

04/11/2016

16:00 - 20:00

Práctica VI - Seguimiento de la cinética de curado

Daniel López García

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

16/11/2016

16:00 - 18:00

Tema 13: 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)

17/11/2016

16:00 - 18:00

Tema 14: 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)

29/11/2016

16:00 - 20:00

PRÁCTICA I- Policondensación en disolución

Eva María Maya Hernández

Doctor en ciencias Químicas
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

30/11/2016

17:00 - 18:00

Tema 15: 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)

18:00 - 19:00

Tema 16: Polimerización en Pasos. Introducción

Ángel E. Lozano López

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

01/12/2016

16:00 - 20:00

PRÁCTICA IV: 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)

13/12/2016

16:00 - 20:00

PRÁCTICA V: Policondensación interfacial. Síntesis de nylon 6,10

Eva María Maya Hernández

Doctor en ciencias Químicas
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

16/12/2016

16:00 - 17:00

TEMA 16.- Polimerización en Pasos. Introducción

Ángel E. Lozano López

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

17:00 - 18:00

Tema 17.- Polimerización en Pasos. Cinética de las reacciones de polimerización por pasos

Ángel E. Lozano López

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

19/12/2016

18:00 - 19:00

Tema 17.- Polimerización en Pasos. Cinética de las reacciones de polimerización por pasos

Ángel E. Lozano López

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

19:00 - 20:00

Tema 18: Polimerización en Pasos. Peso Molecular. Entrecruzamiento .Cinética

Ángel E. Lozano López

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

20/12/2016

16:00 - 18:00

Tema 19: Polimerización en pasos. Reacciones de Polimerización, Dendrímeros. Materiales Hiperramificados; MOF, COF AND POF

Ángel E. Lozano López

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

10/01/2017

16:00 - 18:00

Tema 20. Modificación de Polímeros: Aspectos generales de la Modificación de Polímeros.

Daniel López García

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

11/01/2017

16:00 - 17:00

Tema 20. Modificación de Polímeros: Aspectos generales de la Modificación de Polímeros.

Daniel López García

Dotor en ciencias químicas

Investigador Científico

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

17:00 - 18:00

Tema 21. Modificación de polímeros. Estructura, composición y propiedades de los copolímeros obtenidos por modificación

Daniel López García

Dotor en ciencias químicas

Investigador Científico

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12/01/2017

16:00 - 20:00

PRÁCTICA VI: Determinación de relaciones de reactividad de 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)

16/01/2017

16:00 - 18:00

Tema 21. Modificación de polímeros. Estructura, composición y propiedades de los copolímeros obtenidos por modificación

Daniel López García

Dotor en ciencias químicas

Investigador Científico

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

17/01/2017

16:00 - 20:00

PRÁCTICA VII: Conductividad eléctrica de polímeros

María del Mar Carmen López González

Dr. Ciencias Químicas. Especialidad Química Orgánica
Científica Titular

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

18/01/2017

16:00 - 18:00

Tema 22. Modificación de polímeros. Modificaicón superficial de polímeros

Daniel López García

Dotor en ciencias químicas

Investigador Científico

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

23/01/2017

18:00 - 19:00

Tema 22. Modificación de polímeros. Modificación superficial de polímeros

Daniel López García

Dotor en ciencias químicas

Investigador Científico

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

19:00 - 20:00

Tema 23. Modificación de Polímeros. Métodos espectroscópicos y aplicaciones

Daniel López García

Dotor en ciencias químicas

Investigador Científico

Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

25/01/2017

16:00 - 17:00

Tema 23. Modificación de Polímeros. Métodos espectroscópicos y aplicaciones

Daniel López García

Dotor en ciencias químicas

Investigador Científico

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

17:00 - 18:00

TEMA 19 B. Polimerización en pasos. Redes poliméricas. Policondensaciones derivadas de monómeros que poseen funcionalidad superior a 2. Estadística del proceso

Ángel E. Lozano López

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

10/02/2017

16:00 - 18:00

Evaluación de la asignatura

Ángel E. Lozano López

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

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES RELACIONADOS

Bibliografía

1. G. Odian, Principles of polymerization, 4º 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, Wiley-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. Platzner, 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

<http://pslc.ws/macrog.htm> (Macrogalleria)

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