Guia docent
295702 - PCO - Plàstics i Compòsits

Última modificació: 02/10/2025

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Unitat que imparteix: 702 - CEM - Departament de Ciència i Enginyeria de Materials.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE MATERIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: ORLANDO ONOFRE SANTANA PEREZ

Altres:
Primer quadrimestre:
TOBIAS MARTIN ABT - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13
NICOLAS CANDAU - Grup: M11, Grup: M12
JAVIER GÓMEZ MONTERDE - Grup: M11, Grup: M12
NOEL LEÓN ALBITER - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13
LEANDRO ISIDRO MARTÍNEZ OROZCO - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13
ROSE MARY RITA MICHELL URIBE - Grup: M11, Grup: M12
ORLANDO ONOFRE SANTANA PEREZ - Grup: M11, Grup: M12

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixaments sobre l'estructura de materials, enllaços quimics, química orgànica, física.

REQUISITS

ESTRUCTURA I CARACTERITZACIÓ DE MATERIALS - Precorequisit
FONAMENTS DE POLÍMERS - Precorequisit
PROPIETATS MECÀNCIQUES DE MATERIALS - Precorequisit

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. Coneixement dels fonaments de ciència, tecnologia i química de materials. Comprendre la relació entre la microestructura, la síntesi o processat i les propietats dels materials.
2. Coneixement i aplicació de la tecnologia de materials en els àmbits de producció, transformació, processat, selecció, control, manteniment, reciclat i emmagatzematge de qualsevol tipus de materials.
3. Coneixements i capacitat per l'avaluació de la seguretat, durabilitat i integritat estructural dels materials i components fabricats amb ells.

Transversals:
06 URI N3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 3: Planificar i utilitzar la informació necessària per a un treball acadèmic (per exemple, per al treball de fi de grau) a partir d'una reflexió crítica sobre els recursos d'informació utilitzats.

METODOLOGIES DOCENTS

Durant el curs s'imparteixen classes teòriques, de problemes o casos pràctics i pràctiques de laboratori, així com l'aprenentatge autònom, relacionant-se els coneixements adquirits a la pràctica amb els fonaments teòrics. Es realitzen tres exàmens parcials, a més de diverses entregues d'informes d'activitats en grup.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu de l'assignatura és que l'estudiant adquireixi coneixements sobre estructura i la seva erlació amb les propietats físiques i mecàniques de materials polimèrics i materials compostos de matriu orgànica.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	50,0	33.33
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	10,0	6.67

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

TEMA 1. Estructura i classificació de materials polimèrics

Descripció:
Tòics a tractar:
Aspectes sobre avaluació i bibliografia del curs.
Breu història de la ciència i tecnologia de polímers.
Importància tecnològica dels materials polimèrics.
Idealització de la cadena polimèrica, definicions preliminars.
Concept de temp de relaxation molecular.
Configuració i conformació de les cadenes: isomerismes, arquitectura molecular, mobilitat de cadena.
Homopolímers vs. Copolímers
Classificació sobre la base del comportament termomecànic: Termoplàstics, termoestables i elastòmers.
Classificació sobre la base del consum: "Comodities", enginyerils i d'aplicacions especials.

Objectius específics:
Objectiu global del tema:

Comprendre l'evolució, estructura i classificació dels materials polimèrics, així com els conceptes bàsics de la cadena polimèrica, per entendre el seu comportament i aplicacions tecnològiques.

Objectius específics:

- Analitzar l'evolució històrica de la ciència i tecnologia dels polímers i el seu impacte en la societat moderna.
- Valorar la importància tecnològica i l'ús actual dels materials polimèrics en diverses indústries.
- Reconèixer els conceptes fonamentals relacionats amb la idealització de la cadena polimèrica i les definicions preliminars (repàs).
- Explicar el concepte de temps de relaxació molecular i la seva rellevància en el comportament dels polímers.
- Identificar i descriure les configuracions i conformacions de les cadenes polimèriques, incloent-hi isomerismes, arquitectura molecular i mobilitat de cadena.
- Diferenciar entre homopolímers i copolímers segons la seva composició i "arquitectura molecular".
- Classificar els polímers en funció del seu comportament termomecànic: termoplàstics, termoestables i elastòmers.
- Categoritzar els materials polimèrics segons el seu ús i consum: "comodities", d'enginyeria i d'aplicacions especials.

Activitats vinculades:
EXAMEN PARCIAL 1

Competències relacionades:
CE9. Coneixement dels fonaments de ciència, tecnologia i química de materials. Comprendre la relació entre la microestructura, la síntesi o processat i les propietats dels materials.
CEM5. Coneixement i aplicació de la tecnologia de materials en els àmbits de producció, transformació, processat, selecció, control, manteniment, reciclat i emmagatzematge de qualsevol tipus de materials.
CEM7. Coneixements i capacitat per l'avaluació de la seguretat, durabilitat i integritat estructural dels materials i components fabricats amb ells.

Dedicació: 7h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Aprenentatge autònom: 4h 30m

TEMA 2: Solubilitat i determinació de les dimensions de les cadenes

Descripció:
Solubilitat en polímers: bon, mal solvent. Condició "teta" d'un solvent. Paràmetres de solubilitat i selecció de solvents.
Concepte del cabdell estadistic i teoria del volum lliure.
Relació característica i radi de gir.
Distribució de masses moleculars i masses moleculars mitjanes: implicacions tecnològiques (repàs)

Objectius específics:
Objectiu global del tema:
Comprendre els principis de solubilitat i les dimensions estructurals de les cadenes polimèriques per analitzar-ne el comportament i les propietats en diferents entorns.
Objectius específics:
- Explicar els conceptes de solubilitat en polímeres, diferenciant entre bon i mal dissolvent, i entendre la condició "teta" d'un dissolvent.
- Identificar i aplicar els paràmetres de solubilitat per a la correcta selecció de dissolvents en sistemes polimèrics.
- Descriure el concepte d'ovillet estadístic i comprendre la teoria del volum lliure en el context de les cadenes polimèriques.
- Relacionar la característica de la cadena polimèrica amb el radi de gir i el seu significat en l'anàlisi estructural.
- Revisar els conceptes de distribució de masses molècules i els tipus de masses molècules mitjanes que es determinen, així com les seves implicacions tecnològiques en el comportament del polímer.

Activitats vinculades:
Activitat en grup 1: Selecció de solvents o additius liquids per a una formulació.
Examen parcial 1.

Competències relacionades:
CE9. Coneixement dels fonaments de ciència, tecnologia i química de materials. Comprendre la relació entre la microestructura, la síntesi o processat i les propietats dels materials.
CEM5. Coneixement i aplicació de la tecnologia de materials en els àmbits de producció, transformació, processat, selecció, control, manteniment, reciclat i emmagatzematge de qualsevol tipus de materials.
CEM7. Coneixements i capacitat per l'avaluació de la seguretat, durabilitat i integritat estructural dels materials i components fabricats amb ells.

Dedicació: 7h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Aprenentatge autònom: 4h 30m

TEMA 3: Introducció al comportament reològic de fluids polimèrics

Descripció:
Classificació del comportament reològic en cisalla de fluids polimèrics.
Corbes reològiques a cisalla.
Relació estructura – propietats reològiques: Massa molecular, distribució de massa molecular, arquitectura molecular.
Índex de fluïdesa: gravimètric i volumètric.

Objectius específics:
Objectiu global:
Comprendre el comportament reològic a cisalla dels fluids polimèrics i la seva relació amb l'estructura molecular per predir i controlar les seves propietats en processos industrials.
Objectius específics:
- Classificar els diferents comportaments reològics a cisalla dels fluids polimèrics.
- Interpretar les corbes reològiques a cisalla i el seu significat en l'anàlisi del comportament dels polímers.
- Analitzar la relació entre estructura molecular i propietats reològiques, considerant l'efecte de la massa molecular, distribució i arquitectura molecular.
- Comprendre i aplicar els conceptes d'índex de fluïdesa gravimètric i volumètric en la caracterització reològica de polímers

Activitats vinculades:
Laboratorio 1:Determinació de l'índex de fluïdesa (MFI i MVR)
Examen parcial 1.

Competències relacionades:
CE9. Coneixement dels fonaments de ciència, tecnologia i química de materials. Comprendre la relació entre la microestructura, la síntesi o processat i les propietats dels materials.
CEM5. Coneixement i aplicació de la tecnologia de materials en els àmbits de producció, transformació, processat, selecció, control, manteniment, reciclat i emmagatzematge de qualsevol tipus de materials.
CEM7. Coneixements i capacitat per l'avaluació de la seguretat, durabilitat i integritat estructural dels materials i components fabricats amb ells.

Dedicació: 11h 15m
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Aprenentatge autònom: 6h 45m

TEMA 4: Transicions tèrmiques y estats d'agregació

Descripció:
Transició vítria (Tg).
Temperatura de fusió (Tm).
Temperatura de cristal·lització (Tc)
Relaxació entàlpica.
Estats d'agregació en funció de la temperatura.
Elasticitat del cautxú (Estat Gomós)
Tècniques de determinació de les temperatures de transició:
- Calorimetria diferencial d'escombratge (DSC)
- Anàlisi termomecànic (TMA)
- Temperatures de reblandiment: HDT i VICAT

Objectius específics:
Objectiu global del tema:
Comprendre les transicions tèrmques i els estats d'agregació dels materials polimèrics, així com les tècniques per determinar les temperatures de transició, per interpretar i controlar les seves propietats tèrmques i mecàniques.
Objectius específics:
- Explicar els conceptes de transició vítria (Tg), temperatura de fusió (Tm) i temperatura de cristal·lització (Tc).
- Analitzar el fenomen de relaxació entàlpica i la seva relació amb la transició vítria: efecte de l'envelliment físic.
- Descriure els estats d'agregació dels polímers en funció de la temperatura, incloent-hi l'estat gomós i l'elasticitat del cautxú.
- Conèixer i aplicar les tècniques de caracterització tèrmica com la calorimetria diferencial d'escanejat (DSC) i l'anàlisi termomecànic (TMA).
- Interpretar les temperatures d'estovament HDT i VICAT i la seva rellevància en l'avaluació tèrmica dels materials polimèrics.

Activitats vinculades:
Laboratori 2: Calorimetria diferencial d'escombratge (DSC) aplicada a polímers
Examen parcial 2.

Competències relacionades:
CE9. Coneixement dels fonaments de ciència, tecnologia i química de materials. Comprendre la relació entre la microestructura, la síntesi o processat i les propietats dels materials.
CEM5. Coneixement i aplicació de la tecnologia de materials en els àmbits de producció, transformació, processat, selecció, control, manteniment, reciclat i emmagatzematge de qualsevol tipus de materials.
CEM7. Coneixements i capacitat per l'avaluació de la seguretat, durabilitat i integritat estructural dels materials i components fabricats amb ells.

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 6h
Aprenentatge autònom: 9h

TEMA 5: Organització a l'estat sòlid

Descripció:
Tòpics a tractar:
Desordre:
- Polímer amorf com a líquid subrefredat.
- Factors estructurals que afecten la Transició vítria.
- Vitrificació com a procés cinètic.
- Relaxació volumètrica vs. Relaxació entàlpica: Envelliment físic.

Ordre:
- Estructures cristal·lines: Lamela, esferulita, Sheas Kebab, Row nucleated
- Procés de cristal·lització isotèrmica i no isotèrmica.
- Factors que afecten l'habilitat de cristal·lització.
- Procés de fusió en polímers semicristal·lins.

Objectius específics:
Objectiu global del tema:
Comprendre l'organització estructural dels polímers en estat sòlid, abastant tant el desordre (amorf) com les estructures cristal·lines, i els processos que es presenten durant la vitrificació, cristal·lització i fusió.

Objectius específics:
- Explicar el comportament del polímer amorf com un líquid subrefredat i els factors estructurals que afecten la transició vítria.
- Analitzar la vitrificació com un procés cinètic i diferenciar entre relaxació volumètrica i entàlpica, incloent el fenomen d'envelliment físic.
- Descriure les estructures cristal·lines en polímers, com les làmines, esferulites, estructures nucleades Sheas Kebab i Keller-machin.
- Comprendre els processos de cristal·lització isotèrmica i no isotèrmica i els factors que afecten la capacitat de cristal·lització en ambdues condicions.
- Explicar el procés de fusió en polímers semicristal·lins.

Activitats vinculades:
Examen parcial 2.
Laboratori 2: Cinètica de cristal·lització en polímers

Competències relacionades:
CE9. Coneixement dels fonaments de ciència, tecnologia i química de materials. Comprendre la relació entre la microestructura, la síntesi o processat i les propietats dels materials.
CEM5. Coneixement i aplicació de la tecnologia de materials en els àmbits de producció, transformació, processat, selecció, control, manteniment, reciclat i emmagatzematge de qualsevol tipus de materials.
CEM7. Coneixements i capacitat per l'avaluació de la seguretat, durabilitat i integritat estructural dels materials i components fabricats amb ells.

Dedicació: 22h 30m
Grup gran/Teoria: 9h
Aprenentatge autònom: 13h 30m

TEMA 6: Relació estructura-comportament mecànic

Descripció:
Corbes tensió deformació en polímers: Enginyeril, veritable i intrínseca.
Fenomenologia del procés de deformació en polímers: Elasticitat energètica, Elasticitat entròpica (Elasticitat del cautxú), Deformació plàstica, enduriment per deformació (Natural Draw Ratio).
Relació estructura-comportament mecànic intrínsec: efecte de massa molecular, estat d'agregació, orientació, textura cristal·lina.
Mecanisme de deformació plàstica en polímers: Cedència per cisalladura vs. Crazy.
Transició dúctil-fràgil en polímers.
Enviromental Stress Cracking (ESC).
Conseqüències de la naturalesa viscoelàstica.

Objectius específics:
Objectiu global:
Comprendre la relació entre l'estructura dels polímers i el seu comportament mecànic, per interpretar i preveure la seva resposta sota diferents condicions de càrrega i ambient.
Objectius específics:
- Revisar les corbes tensió-deformació en polímers: enginyeria, veritable i intrínseca.
- Descriure la fenomenologia del procés de deformació en polímers, incloent-hi elasticitat energètica, elasticitat entròpica, deformació plàstica i enduriment per deformació (Natural Draw Ratio).
- Analitzar la relació entre estructura i comportament mecànic intrínsec, considerant l'efecte de la massa molecular, estat d'agregació, orientació i textura cristal·lina.
- Explicar els mecanismes de deformació plàstica en polímers: cediment per cisalla i crazing.
- Comprendre la transició dúctil-fràgil en polímers i el fenomen d'Environmental Stress Cracking (ESC).
- Avaluar les conseqüències de la naturalesa viscoelàstica en el comportament mecànic dels polímers.

Activitats vinculades:
Laboratori 4: Tractaments tèrmics en polímers i el seu efecte en propietats mecàniques.
Examen parcial 3

Dedicació: 22h 30m
Grup gran/Teoria: 9h
Aprenentatge autònom: 13h 30m

TEMA 7: Introducció als polímers heterogénis

Descripció:
Definició de "Polímers heterogenis": Mescles inmiscibles de polímers, Polímers microcel·lulars (Escumes), copolimers en bloc, composites.
Història i importància tecnológica dels composites - classificació. Aplicacions.
Matrius. Interfases i compatibilització. Segones fases no orgàniques: microcàrregues, nanocàrregues. Paràmetres crítics.
Predicció del comportament mecànic de composites amb fibres: Elasticitat - Resistencia a la tracció. Models micromecànics.
Concepte de longitud critica i volum crític de fibra.

Objectius específics:
Objectiu global del tema:
Conèixer els fonaments, tipus i aplicacions dels polímers heterogenis, destacant l'estructura i característiques dels composites, així com la predicció del seu comportament mecànic.
Objetius específics:
- Definir els polímers heterogenis, incloent barrejes immiscibles, polímers microcel·lulars, copolímers en bloc i composites.
- Conèixer la història, importància tecnològica i classificació dels composites, juntament amb les seves principals aplicacions.
- Descriure les matrius, interfases i el procés de compatibilització, així com les segones fases no orgàniques (microcàrregues i nanocàrregues) i els seus paràmetres crítics.
- Explicar la predicció del comportament mecànic de composites reforçats amb fibres, abordant elasticitat, resistència a la tracció i models micromecànics.
- Comprendre els conceptes de longitud crítica i volum crític de fibra en la mecànica de composites.

Activitats vinculades:
Examen parcial 3.

Competències relacionades:
CE9. Coneixement dels fonaments de ciència, tecnologia i química de materials. Comprendre la relació entre la microestructura, la síntesi o processat i les propietats dels materials.
CEM5. Coneixement i aplicació de la tecnologia de materials en els àmbits de producció, transformació, processat, selecció, control, manteniment, reciclat i emmagatzematge de qualsevol tipus de materials.
CEM7. Coneixements i capacitat per l'avaluació de la seguretat, durabilitat i integritat estructural dels materials i components fabricats amb ells.

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 6h
Aprenentatge autònom: 9h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

3 exàmens parcial (NPP-1 ; NPP-2 i NPP-3) + Avaluació continuada (NEC).

Totes les avaluacions seran a l'escala de 10. IMPORTANT: TOTS ELS ITEMS D'AVALUACIÓ SÓN DE REALITZACIÓ OBLIGATÒRIA PER PODER APROVAR L'ASSIGNATURA.

La nota final (NF) serà calculada a partir de la següent expressió:

NF = 0,7NTeoria + 0,3 NEC (Avaluació continuada)

NEC: mitjana de les activitats en grup (tasques/informes de laboratori, un total de 5). En el cas dels laboratoris la nota de la sessió será: 70% informe + 30% test individual de pre-laboratori.

NTeoria = mitjana de les 3 proves parcials

En cas de NTeoria < 4 cal presentar examen final. En aquest cas, la nova Nteoria a ser considerada per al càlcul de la Nota final (NF, segons equació inicial) de l'assignatura:
NTeoria= 0,3*(Mitjà Proves parcials) + 0,7*EF.

No hi ha exàmen de revaluació

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Els exàmens parcials (ExPr) es faran dins de l'horari de l'assignatura. Sense ús d'apunts, llevat que ho indiqui el professor. Tindran una durada màxima de 75 min.
Els informes de laboratori seran presentats en grups de màxim 3 estudiants (dependent del nombre de matriculats) una setmana després de la realització de la sessió. En els primers 15 minuts de la sessió es fará un test individual de pre-laboratori
Disposarà d'una plantilla en format word (al campus digital) per a la redacció dels informes d'activitats en grup).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Hull, Derek. Materiales compuestos. Barcelona: Reverté, 1987. ISBN 8429148396.
- Ehrenstein, G. W. Polymeric materials : structure, properties, applications. Munich [etc.]: Hanser [etc.], cop. 2001. ISBN 3446214615.

Complementària:
- Brydson, J. A. Plastics materials. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1999.
- Kinloch, A. J.; Young, Robert J. Fracture behaviour of polymers. London [etc.]: Chapman & Hall, 1995. ISBN 0412540703.
- Ward, Ian Macmillan; Sweeney, John. An Introduction to the mechanical properties of solid polymers. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, cop. 2004. ISBN 9780471496267.
- McCrum, N. G; Buckley, C. P.; Bucknall, C. B. Principles of polymer engineering. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 1997. ISBN 0198565267.
- Callister, William D.; Rethwisch, David G. Materials science and engineering : an introduction. 10th edition. Hoboken: John Wiley & Sons, [2020].
- Michaeli, Walter. Tecnología de los composites/plásticos reforzados. Barcelona: Hanser, 1992. ISBN 8487454046.
- Young, Robert Joseph. Introduction to polymers. 2nd ed. London: Chapman and Hall, 1991. ISBN 0412306409.

RECURSOS

Altres recursos:
Material visual de suport i d'autoaprenentatge animat disponible al campus digital.
Col·lecció de vídeos seleccionats de plataformes de la red.