Guia docent
295504 - FETRA - Fenòmens del Transport

Última modificació: 04/06/2026

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Unitat que imparteix: 713 - EQ - Departament d'Enginyeria Química.

Titulació:
GRAU EN ENGINYERIA BIOMÈDICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA DE MATERIALS (Pla 2010). (Assignatura optativa).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: EULALIA PLANAS CUCHI

Altres:
Primer quadrimestre:
ALBA ÁGUEDA COSTAFREDA - Grup: M1
EULALIA PLANAS CUCHI - Grup: M1

CAPACITATS PRÈVIES

Fonaments de Química, termodinàmica, equacions diferencials, càlcul numèric.

REQUISITS

TERMODINÀMICA - Precorequisit

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.

METODOLOGIES DOCENTS

Classes expositives de teoria i problemes, classes de problemes participatives, estudi d'un cas

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'assignatura pretén introduir als estudiants en l'estudi conjunt de la transferència d' energia, matèria i quantitat de moviment. Donar-los a conèixer les lleis bàsiques d'aquests tres fenòmens, íntimament relacionats, per tal que puguin formular els models matemàtics que representen els aspectes fonamentals dels problemes reals dels processos químics. Al finalitzar el curs l'estudiant ha de ser capaç de:
OE1. Aplicar les lleis que regeixen la transferència de quantitat de moviment, energia i matèria i interrelacionar els tres fenòmens.
OE2. Formular models matemàtics complexes que representin sistemes reals tant en estat estacionari com no estacionari.
OE3. Plantejar models per obtenir els coeficients de transport individuals i globals necessaris per a la resolució de problemes reals.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	60,0	40.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

INTRODUCCIÓ ALS FENÒMENS DE TRANSPORT

Descripció:
Què és l'enginyeria química?. Evolució històrica de l'enginyeria química. Aparició dels fenòmens de transport com a disciplina en l'enginyeria química. Fonaments dels balanços, formes diferencials i integrals.

Objectius específics:
OE1

Activitats vinculades:
Classes de teoria. Classes de problemes. Aprenentatge autònom. Activitats avaluatives A1

Competències relacionades:
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.

Dedicació: 5h
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 3h

EQUACIONS DE VELOCITAT DEL TRANSPORT MOLECULAR

Descripció:
Introducció: estats físics i comportament de la matèria. Transport de quantitat de moviment: Llei de Newton, viscositat, fluids no newtonians. Transport de energia calorífica: Llei de Fourier, conductivitat tèrmica. Transport de matèria: Llei de Fick, difusivitat. Equació de velocitat generalitzada.

Objectius específics:
OE1

Activitats vinculades:
Classes de teoria. Classes de problemes. Aprenentatge autònom. Activitats avaluatives A1

Competències relacionades:
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.

Dedicació: 20h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 12h

EQUACIONS DE CONSERVACIÓ

Descripció:
Balanç microscòpic de matèria: equació de continuïtat, combinació de balanç i l'equació de velocitat. Balanç microscòpic de quantitat de moviment: equació de moviment. Balanços microscòpics d'energia total, calorífica i mecànica: equació d'energia. Equacions de conservació no dimensionals.

Objectius específics:
OE1

Activitats vinculades:
Classes de teoria. Classes de problemes. Aprenentatge autònom. Activitats avaluatives A1

Competències relacionades:
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.

Dedicació: 19h 10m
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 9h 45m
Aprenentatge autònom: 5h 25m

TRANSPORT MOLECULAR EN ESTAT ESTACIONARI

Descripció:
Transport de quantitat de moviment: perfils de velocitat. Transport d' energia calorífica: perfils de temperatura. Transport de matèria: perfils de concentració. Transport simultani de les propietats. Utilització de les equacions de conservació no dimensionals. Estudi de la difusió amb reacció química.

Objectius específics:
OE1, OE2

Activitats vinculades:
Classes de teoria. Classes de problemes. Aprenentatge autònom. Activitats avaluatives A1

Competències relacionades:
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.

Dedicació: 27h 45m
Grup gran/Teoria: 7h 30m
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 17h 15m

TRANSPORT MOLECULAR EN ESTAT NO ESTACIONARI

Descripció:
Equacions de conservació. Resolució de les equacions: aplicació a cossos finits i medis semiinfinits.

Objectius específics:
OE1, OE2

Activitats vinculades:
Autoaprenentatge a través de videos de la part de teoria. Classes de problemes. Aprenentatge autònom. Activitats avaluatives A1, A2

Competències relacionades:
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.

Dedicació: 18h 45m
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 12h 15m

TRANSPORT TURBULENT

Descripció:
Descripció i aproximacions a l' estudi de la turbulència. Tècnica dels valors mitjans. Equacions de conservació. Equacions pel càlcul de les densitats de flux turbulent. Perfil universal de propietat.

Objectius específics:
OE1, OE2

Activitats vinculades:
Classes de teoria. Classes de problemes. Aprenentatge autònom. Activitats avaluatives A1

Competències relacionades:
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.

Dedicació: 11h 28m
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Grup petit/Laboratori: 1h
Aprenentatge autònom: 5h 58m

TEORIA DE LA CAPA LÍMIT

Descripció:
Introducció. Teoria de Prandtl: equacions fonamentals. Capa límit sobre superfícies planes: règim laminar i turbulent.

Objectius específics:
OE1,OE2

Activitats vinculades:
Classes de teoria. Classes de problemes. Aprenentatge autònom. Activitats avaluatives A1

Competències relacionades:
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.

Dedicació: 6h 15m
Grup gran/Teoria: 1h 30m
Grup petit/Laboratori: 1h
Aprenentatge autònom: 3h 45m

COEFICIENTS DE TRANSPORT INDIVIDUALS I GLOBALS

Descripció:
Coeficients de transport individuals. Quantitat de moviment: factor de fregament. Coeficients individuals de transmissió de calor i de transferència de matèria. Teories sobre els coeficients de transport: pel·licular, penetració, etc. Coeficients de transport globals. Unitats de transferència

Objectius específics:
OE1, OE2, OE3

Activitats vinculades:
Classes de teoria. Classes de problemes. Aprenentatge autònom. Activitats avaluatives A1

Competències relacionades:
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.

Dedicació: 18h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 12h

ANALOGIES ENTRE ELS FENÒMENS DE TRANSPORT

Descripció:
Relacions bàsiques. Descripció de diferents analogies: Reynolds i Sherwood-Karman, Prandtl-Taylor i Colburn, Karman i Sherwood

Objectius específics:
OE1, OE2, OE3

Activitats vinculades:
Classes de teoria. Classes de problemes. Aprenentatge autònom. Activitats avaluatives A1

Competències relacionades:
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 4h 30m

ACTIVITATS

A1-QÜESTIONARIS

Descripció:
Qüestionari tipus test s'avaluació continuada que s'aniran fent al llarg del curs

Objectius específics:
OE1, OE2, OE3

Material:
Apunts de classe. Transparències. Lectures. Problemes resolts a classe

Lliurament:
Respostes a les preguntes del qüestionari que es lliuren en finalitzar l'activitat

Competències relacionades:
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.

Dedicació: 4h 10m
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 2h 10m

A2-RESOLUCIÓ AMB MATLAB D'UN CAS EN ESTAT NO ESTACIONARI

Descripció:
Aprenentatge autònom a través de vídeos i validació mitjançant qüestionaris a Atenea. Resolució d'un problema en estat no estacionari mitjançant el programari MATLAB

Objectius específics:
OE1, OE2

Material:
Vídeos i qüestionaris a Atenea. Enunciat del problema a resoldre lliura't a través d'Atenea. Apunts de classe. Transparències. Programari MATLAB.

Lliurament:
Resposta als qüestionaris. Solució al problema, que s'haurà d'introduir a través d'Atenea.

Competències relacionades:
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.

Dedicació: 7h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 5h

A3-EXAMEN PARCIAL

Descripció:
Examen consistent en la resolució d'un problema.

Objectius específics:
OE1, OE2

Material:
Apunts de classe. Transparències. Problemes resolts de classe

Lliurament:
Resposta a les preguntes de l'examen

Competències relacionades:
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.

Dedicació: 4h 10m
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 2h 10m

A4-EXAMEN FINAL

Descripció:
Examen final de l'assignatura basat en la resolució de problemes

Objectius específics:
OE1, OE2, OE3

Material:
Apunts de classe. Transparències. Problemes resolts. Material bibliogràfic de suport

Lliurament:
Respostes a les preguntes de l'examen

Competències relacionades:
CEB-01. Capacitat per resoldre els problemes matemàtics que es plantegen en l'àmbit de l'enginyeria. Aptitud per aplicar-hi els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencials i amb derivades parcials, mètodes numèrics, algorísmia numèrica, estadística i optimització.
CEQUI-27. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.
CEQUI-19. Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 3h
Aprenentatge autònom: 6h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el **Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC**.

NOTA FINAL:
NF = 0,45·NEF + 0,25·NEP + 0,15·NAC + 0,15·NT

On:
NEF: Nota de l'examen final
NEP: Nota de l'examen parcial
NAC: Nota mitjana d'avaluació continuada dels qüestionaris
NT: Nota del treball de resolució d'un cas mitjançant Matlab

L'assignatura comptarà amb una prova de reavaluació segons el calendari i normativa acadèmica marcats per l'EEBE, aquesta prova substituirà les tres notes NEF, NEP i NAC, per tant comptarà el 90%. Podran accedir a la prova de reavaluació aquells estudiants que compleixin els requisits fixats per l'EEBE a la seva Normativa d'Avaluació i Permanència (https://eebe.upc.edu/ca/estudis/normatives-academiques/documents/eebe-normativa-avaluacio-i-permanencia-18-19-aprovat-je-2018-06-13.pdf)

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

L'examen parcial i l'examen final, poden fer-se emprant tot tipus de material bibliogràfic disponible: apunts de classe, llibres de consulta, col·lecció de problemes, etc. Les proves d'avaluació continuada (qüestionaris) només poden fer-se utilitzant els apunts de classe, les lectures i el llibre de problemes.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Bird, R. Byron; Stewart, Warren E; Lightfoot, Edwin N; Mato Vázquez, Fidel. Fenómenos de transporte : un estudio sistemático de los fundamentos de transporte de materia, energía y cantidad de movimiento. Barcelona: Reverté, 1982. ISBN 8429170502.
- Brodkey, Robert S; Hershey, Harry C. Transport phenomena : a unified approach. Columbus, Ohio: Brodkey Publishing, cop. 1988. ISBN 0972663584.
- Thomson, William J. Introduction to transport phenomena. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. ISBN 0134548280.
- Beek, W. J; Muttzall, Klaus Max Karl; Heuven, J. W. van. Transport phenomena. 2nd ed. Chichester ; New York: Wiley, c1999. ISBN 0471999903.
- Deen, William M. Analysis of transport phenomena. New York [etc.]: Oxford University Press, 2013. ISBN 9780199740253.

Complementària:
- Poling, Bruce E.; Praunitz, John M.; O'Connell, John P. The Properties of gases and liquids. 5th ed. New York [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2001. ISBN 0070116822.
- Schlichting, Hermann; Gersten, Klaus. Boundary-layer theory [en línia]. 9th ed. 2017. Berlin [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2017 [Consulta: 26/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-52919-5. ISBN 9783662529195.

RECURSOS

Altres recursos:
Llibret de Problemes i Taules