

Guia docent

2500009 - GECQUIMMAT - Química de Materials

Última modificació: 27/05/2024

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona
Unitat que imparteix: 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA CIVIL (Pla 2020). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: SUSANA VALLS DEL BARRIO - DIEGO FERNANDO APONTE HERNÁNDEZ

Altres: DIEGO FERNANDO APONTE HERNÁNDEZ, ANDREU CODINA MENDOZA, SUSANA VALLS DEL BARRIO

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

14399. Coneixement teòric i pràctic de les propietats químiques, físiques, mecàniques i tecnològiques dels materials més utilitzats en construcció. (Mòdul comú a la branca Civil)

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura consta de 2 hores a la setmana de classes presencials a l'aula (grup gran) i 1.6 hores setmanals amb la meitat de l'estudiantat (grup mitjà).

Es dediquen a classes teòriques 2 hores en grup gran, en què el professorat exposa els conceptes i materials bàsics de la matèria, presenta exemples i realitza exercicis.

Es dediquen 1.6 hores (grup mitjà), a la resolució de problemes amb una major interacció amb l'estudiantat. Es realitzen exercicis pràctics per tal de consolidar els objectius d'aprenentatge generals i específics.

Per tal de reforçar continguts l'assignatura també té 2 hores a la setmana de sessions tipus taller amb l'objectiu de repasar conceptes de química bàsica i elementals (formulació, solubilitat, estequiometria, gasos ideals)

La resta d'hores setmanals es dediquen a pràctiques de laboratori.

S'utilitza material de suport en format de pla docent detallat mitjançant el campus virtual ATENEA: continguts, programació d'activitats d'avaluació i d'aprenentatge dirigit i bibliografia.

Tot i que la majoria de les sessions s'impartiran en l'idioma indicat a la guia, potser les sessions en què es compti amb el suport d'altres experts convidats puntualment es duguin a terme en un altre idioma.

Per fer les pràctiques als laboratoris cal que disposeu dels equips de protecció individual (EPIs) següents:

- * Bata blava UPC Mecànic
- * Guants de protecció mecànica
- * Ulleres de protecció
- * Kit Mecànic (bata blava + guants mecànics + ulleres protecció)

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Coneixements de les propietats químiques i físiques dels materials de construcció. Coneixements bàsics de l'estructura de la matèria que permetin la interpretació de les propietats químiques, físiques i mecàniques dels materials a partir de les interaccions atòmiques, així com l'establiment de relacions entre la seva estructura microscòpica i les seves propietats macroscòpiques. Estructura, tipus i propietats bàsiques dels materials de construcció més habituals, així com dels processos de degradació que aquests poden patir. Tècniques experimentals de determinació de la composició i estructura dels materials de construcció.

- 1 Capacitat per identificar, obtenir la composició i estructura dels materials de construcció, mitjançant diferents tècniques experimentals.
- 2 Capacitat per dissenyar un programa d'anàlisi de materials d'una estructura o infraestructura.
- 3 Capacitat per a realitzar una valoració crítica dels resultats d'un programa d'anàlisi de materials realitzat en una estructura.

Coneixements teòric i pràctic de les propietats químiques, físiques, mecàniques i tecnològiques dels materials més utilitzats en construcció. Coneixements científics bàsics de la química dels materials (calor, equilibri, ordenació atòmica, vidres, polímers i gels). Coneixements d'estructura, tipus i propietats de materials de construcció (conglomerants, diagrames de fases, corrosió). Coneixement dels mètodes experimentals de determinació de la composició i estructura dels materials de construcció.

Coneixements científics bàsics de la química dels materials (estructura atòmica, ordenació atòmica, diagrames de fases, equilibri de reacció, calor de reacció, reactivitat (atac químic (corrosió, atac sulfàtic, clorurs...)). Coneixements de l'estructura i el seu equilibri, composició o components bàsics (conglomerants, materials metàl·lics (acers)), tipus i estudi de les propietats bàsiques (químiques, físiques i mecàniques) dels materials de construcció. Coneixement dels mètodes experimentals de determinació de la composició i estructura (DRX) dels materials de construcció. Capacitat d'aplicació de la normativa de control i seguretat (normatives (UNE, ASTM...)) i qualitat dels materials de construcció, i comprensió dels seus fonaments.

Assentar i consolidar els conceptes fonamentals de la química bàsica adquirits a batxillerat...En el cas que aquests coneixements no s'hagin assolit proporcionar eines a l'alumnat per tal que els puguin assolir i es pugui seguir correctament l'assignatura.

Proporcionar els coneixements bàsics de l'estructura de la matèria per a la interpretació de les propietats químiques, físiques i mecàniques dels materials a partir de les interaccions atòmiques, per establir la relació entre la estructura microscòpica i les propietats macroscòpiques. Estudiar els principals tipus de processos químics, els factors de influència i les conseqüències que sent deriven. Proporcionar els coneixements bàsics que permetran entendre la química dels materials de construcció més habituals, així com dels processos que aquests poden patir. En conclusió els fonaments dels processos físic-químics en els que es regeixen el comportament i la durabilitat en diferents condicions de servei dels materials de construcció més utilitzats en Enginyeria Civil.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores activitats dirigides	6,0	4.00
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores grup mitjà	24,0	16.00
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00
Hores grup petit	6,0	4.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Conceptes fonamental de química i Estructura atòmica

Descripció:

Assentar i consolidar els conceptes fonamentals de química:

Formulació: conèixer els símbols i les valències dels principals elements químics; saber formular els compostos inorgànics més

comuns; reconèixer els diferents tipus de compostos inorgànics (òxids, peròxids, hidròxids, hidrurs, àcids hidràcids, àcids oxàcids i sals).

Estequiometria: element, molècula, compost, ió; massa atòmica, massa molecular, mol, fórmula empírica i fórmula molecular; poder realitzar càlculs estequiomètrics senzills, càlcul de reactiu limitant i rendiment d'una reacció.

Gasos i dissolucions: característiques de l'estat gasós; gasos reals i gasos ideals; llei dels gasos ideals; càlculs i unitats de concentracions de dissolucions.

Definicions

Lleis ponderals de la química

Model de Bohr

Model mecànic-quàntic de l'àtom

Configuració atòmica

Classificació dels elements: la Taula Periòdica

Propietats atòmiques periòdiques

Energia d'enllaç

Distància d'enllaç

Enllaços primaris: enllaç iònic, enllaç covalent, enllaç metàl·lic

Enllaços secundaris o forces intermoleculars: Forces de Van der Waals, Ponts d'hidrogen

Propietats dels enllaços

Sòlids cristal·lins

Estructura cristal·lina

Imperfecions en sòlids

Solucions o dissolucions sòlides

Sòlids amorfs

Definicions: components, sistemes, fases i zones d'equilibri, estat d'equilibri, miscibilitat, immiscible, límit de solubilitat

Sistemes binaris: Sistemes isomòrfs i sistemes eutèctics.

Regla de la palanca: Quantificació de fases i composicions.

Desenvolupament de microestructures: Aliatges

Sistemes binaris: sistemes isomòrfs i eutèctics

Regla de la palanca: quantificació de fases i composicions.

Preparació, anàlisi i identificació de mostres per la tècnica de difracció de raigs X

Objectius específics:

Assentar i consolidar els conceptes fonamentals de química adquirits en el batxillerat. En cas que aquests coneixements no es tinguin, proporcionar eines per tal que els puguin assolir i es permeti el correcte seguiment de l'assignatura. Es consideren els següents coneixements bàsics pel correcte seguiment de l'assignatura: Formulació; Estequiometria; Gasos i dissolucions.

Proporcionar coneixements bàsics de l'estructura de la matèria que permetin la interpretació de les propietats químiques, físiques i mecàniques dels materials a partir de les interaccions atòmiques, així com l'establiment de relacions entre la seva estructura microscòpica i les seves propietats macroscòpiques.

A partir dels enllaços definir tipus de sòlids i les seves propietats químiques

A partir de l'estudi de l'estructura cristal·lina ens endinsem en les imperfecions, que ens permeten definir les solucions sòlides i a partir d'aquí definir i entendre els aliatges com l'acer.

El coneixement dels diagrames de fases és de vital importància per entendre i predir les propietats mecàniques d'un aliatge.

Els diagrames de fases ens permeten relacionar composició i temperatura per definir una determinada microestructura de l'aliatge en qüestió.

Resolució de problemes de diferents sistemes binaris amb components d'elements metàl·lics amb l'objectiu de determinar diferents tipus d'aliatges descrivint microestructures, propietats físiques, químiques i mecàniques de cada aliatge en qüestió.

Coneixement d'una tècnica d'anàlisi instrumental en la caracterització de mostres: difracció de raigs X.

Amb la finalitat de complementar i assimilar els continguts explicats a l'aula i així potenciar l'activitat de l'estudiantat fora de l'aula per un aprenentatge de competències. Els aprenentatges de l'alumne són més potents i significatius, i les possibilitats de aprenentatge de competències, més rica i diversa, més creativa i divergent, és a dir, molt superior en comparació amb l'estil convergent - memorístic.

Dedicació: 38h 24m

Grup gran/Teoria: 7h

Grup mitjà/Pràctiques: 7h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 22h 24m

Materials metàl·lics i la seva durabilitat

Descripció:

Classificació i propietats dels elements i materials metàl·lics
Aliatges fèrrics

Aliatges fèrrics: classificació, producció
Definició de fases del diagrama Fe-Fe₃C: fases, microestructures, transformacions de fase en condicions de no equilibri.
Modificacions del diagrama i acers aliats.
Acers: hipoeutectoides, eutectoides, hipereutectoides
Fases i tipus
Resolució de problemes del diagrama
Definició de les fases del diagrama: quantificació de fases i composició dels aliatges

Estats d'oxidació
Reaccions d'oxidació-reducció
Cel·les electroquímiques
Potencials d'elèctrode o de semi-pila
Equació de Nernst
Estats d'oxidació
Reaccions d'oxidació-reducció
Equació de Nernst
Heterogeneïtats electroquímiques
Mecanismes de corrosió per contacte amb l'oxigen: via seca i via humida.
Corrosió de les armadures en el formigó armat: mecanisme, protecció de l'armadura.
Protecció química: passivació
Corrosió per carbonatació i per clorurs
Vida útil: diagrama Tuutti

Objectius específics:

Introduir a l'estudi d'un dels principals materials de construcció utilitzats per l'Enginyer Civil en el seu exercici professional, a partir de l'estudi dels materials metàl·lics o acers.
Coneixement bàsics dels acers, classificació, propietats, matèries primeres.

El coneixement d'una de les més importants o principals patologies que pateix l'enginyeria civil en l'actualitat.
Estudiar els principals tipus de processos químics, els factors que hi influeixen i les conseqüències que se'n deriven.
El coneixement d'una de les més importants o principals patologies que pateix l'enginyeria civil en l'actualitat.
La corrosió és una de les principals patologies del formigó armat.
Coneixement del procés d'atac i vies de protecció per augmentar la vida útil del material i l'estructura.

Dedicació: 19h 12m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Aprenentatge autònom: 11h 12m

Aglomerants/Conglomerants

Descripció:

Conceptes i definicions: conglomerant, hidraulicitat, pasta de ciment, morter, formigó. Presa i enduriment.
Materials de construcció en l'Antiguitat: recull d'exemples més característics.
Els primers lligants: argila, guix i calç.
1-Argila: composició química, mineralogia, estructura i propietats. Aplicacions de les argiles en la construcció i generalitats en les seves aplicacions en la construcció.
2- Guix: composició química i matèria prima, mineralogia i procés de fabricació. Propietats, normativa i aplicacions.
3- Calç: definicions, matèries primeres i classificació. Presa i enduriment tipus de calç. Fabricació, propietats, normativa i

aplicacions en la construcció.

Ciment Portland:

- Origen i Matèries primes: Cru (dosificació del cru)
- Etapes del procés de fabricació: Clinkerització i formació del Clinker (cuit).
- Tècniques de monitorització del producte: FRX i DRX
- Components del clinker de Portland. Estructura de fases. Bogue. Influència dels compostos del clinker a les seves propietats (velocitat i calor de reacció, i resistència a compressió).
- Hidratació del ciment Portland: mecanismes de solubilitat i precipitació. Presa i enduriment. Etapes del procés d'hidratació.
- Tècniques d'anàlisi (calorimetria i TGA) del seguiment de la hidratació.
- Estructura de la pasta de ciment hidratada: pch (microestructura).
- Addicions: tipus (putzolanes, cendres volants, escòries, fume de sílice, filler calcari...)
- Ciments d'addicions i nomenclatura
- Altres ciments i ciments especials (nomenclatura). RC-16.

Ciment Aluminos (CAC):

- Origen i Matèries primes: Cru (dosificació del cru)
- Etapes del procés de fabricació: Clinkerització i formació del Clinker (cuit).
- Tècniques de monitorització del producte: FRX i DRX
- Components del ciment d'aluminat càlcic. Estructura de fases. Influència dels compostos o fases anhidres del clinker a les seves propietats (velocitat i calor de reacció, i resistència a compressió).
- Presa i enduriment.
- Conversió o transformació de la microestructura de la pasta de ciment aluminós.
- Durabilitat del ciment CAC
- Aplicacions i normativa (UNE).

Normativa (UNE i RC-16), assaigs, límits i nomenclatura.

Exercicis de:

- Aplicació de Bogue.
- Raonament, escollir el lligant més adequat en funció de l'entorn o medi ambient, temperatura ambiental, tipus d'estructura...etc.
- Determinació dels tipus de lligants en base a la seva composició química i de les seves propietats i característiques.
- Aplicació de la normativa UNE i RC-16.

Pràctica al laboratori:

Sessió 1: determinar la consistència més adequada de la pasta de ciment amb un assaig normatiu UNE amb la metodologia de l'agulla de Vicat.

Sessió 2: Procés de fabricació i curat de morters.

Sessió 3: Anàlisi, càlcul i determinació de la resistència del ciment i la seva classe resistent.

Objectius específics:

Introduir a l'estudi dels materials de construcció utilitzats per l'Enginyer Civil en el seu exercici professional, a partir de l'estudi dels materials conglomerants.

Posar en context els diferents tipus de lligants que caracteritzen el nostre Patrimoni Arquitectònic. I contextualitzar l'evolució i avenços en els lligants al llarg del temps fins a l'actualitat.

Conèixer en profunditat un dels components essencials d'un dels materials més emprats en la construcció actual de l'Enginyeria Civil.

Coneixement d'un dels ciments emprats a finals de la primera meitat del segle XX. Avantatges i inconvenients del seu ús en l'Enginyeria Civil.

Coneixement del ciment emprat durant els anys seixanta i setanta de l'Espanya del segle XX.

Posar èmfasis en la necessitat d'un sistema normatiu en l'ús dels diferents components i materials constructius en l'Enginyeria Civil.

Conèixer les normes d'assaigs, normes de límits i normes de nomenclatura.

Reconèixer els diferents tipus de lligants i les seves aplicacions.

Valorar el tipus de lligant més idoni a l'aplicació, estructura i ambient.

Les sessions pràctiques fomenten una participació activa dels alumnes amb la fi de poder ampliar i treballar els coneixements adquirits a l'aula. Els aprenentatges de l'estudiantat són més potents i significatius, i les possibilitats de aprenentatge de competències és més rica i diversa, i més creativa i divergent.



Dedicació: 50h 24m

Grup gran/Teoria: 16h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 29h 24m

Durabilitat

Descripció:

Generalitats de l'Equilibri Químic (estat d'equilibri i constant d'equilibri)

Principi de Le Chatelier

Cinètica Químic (velocitat de reacció, teories cinètiques, factors d'influència a la velocitat de reacció)

Problemes resolts i per resoldre sobre equilibri químic i factors d' influència que afecten a l'equilibri segons el principi de LeChatelier.

Solubilitat de sòlids

Equilibri de solubilitat

Efecte de l'ió comú sobre la solubilitat

Condicions per a la formació o solubilitat de precipitats

Resolució de problemes resolts o per resoldre de:

- Efectes de l'ió comú en un ambient salí
- Influència del pH en una solució salina
- Condicions per a la formació o solubilitat de precipitats

Teories àcid-base

Producte iònic de l'aigua

Escala de pH

Àcids dèbils: constant de l'equilibri àcid i àcids polipròtics

Bases dèbils: constant de l'equilibri bàsic

Propietats àcid-base de les dissolucions salines

Problemes de càlcul en la resolució de reaccions àcid-base.

Predicció del pH en la dissolució salina

Processos d'atac i les seves conseqüències:

- dissolució/lixiviació
- canvi catiònic
- processos d'expansió (atac salí, sulfats i formació d'etringita, Sal de Friedel, reacció alcalí-àrid).

Medi marí: definició dels 3 ambients, i descripció de l'atac per clorurs en el formigó armat.

Atac per carbonatació en la pasta de ciment hidratat i les seves conseqüències en el formigó armat.

Resolució i raonament dels diferents processos que poden afectar a les estructures i les seves conseqüències segons l'ambient d'afectació.

Mesures de prevenció o rehabilitació de les estructures

Objectius específics:

Concepte fonamental per entendre les reaccions químiques en la durabilitat dels materials.

Resolució d'exercicis amb l'objectiu d'aplicar els conceptes teòrics a problemes reals.

Coneixements teòrics per comprendre l'acció d'aigües salines, marines, aigües pures... en determinats materials de construcció com és la pasta de ciment en el formigó.

Aplicació dels conceptes teòrics de solubilitat i/o precipitats en ambients salins, pluges àcides, aigües pures...en els materials de construcció, principalment en la pasta de ciment hidratat.

Conceptes teòrics de les reaccions àcid-base necessaris per aplicar-ho a la resolució de problemes reals que afecten a la durabilitat dels materials.

Arribar a discernir el procés d'atac d'una solució salina i el seu pH i grau d'agressivitat en el procés per tal de valorar la durabilitat de l'estructura.

Coneixement dels principals atacs o processos causats principalment pel medi ambient als materials de construcció (metalls:acers, formigó en massa i armat) i les seves conseqüències en la vida útil o en servei de l'estructura.

Problemes reals en les estructures que afecten actualment a l'Enginyeria Civil.

Dedicació: 31h 12m

Grup gran/Teoria: 7h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

Aprenentatge autònom: 18h 12m

Objectius de desenvolupament sostenible (ODS) en la química de materials

Descripció:

Mitjançant la metodologia d'aprenentatge de "Flipped Classrom" introduir els ODS en la química de materials els conceptes bàsics de:

- Producció responsables.
- Modalitats de consum i producció sostenibles.
- Acció climàtica.
- Adoptar mesures per combatre el canvi climàtic i els seus efectes.
- Promoure la industrialització inclusiva i sostenible i fomentar la innovació.
- Igualtat de gènere.

Mitjançant la metodologia del "Flipped Classrom" realitzar el treball competencial autònom i cooperatiu fora de l'aula (recerca bibliogràfica, lectures científiques, visualització de vídeos i realització de qüestionaris (google forms i kahoots))

Objectius específics:

- Producció responsables.
- Modalitats de consum i producció sostenibles.
- Acció climàtica.
- Adoptar mesures per combatre el canvi climàtic i els seus efectes.
- Introducció a promoure la industrialització inclusiva i sostenible i fomentar la innovació.
- Igualtat de gènere.

Dedicació: 4h 48m

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 2h 48m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació de l'assignatura s'obté a partir de les qualificacions d'avaluació continuada i de les corresponents de laboratori i/o aula informàtica. L'avaluació continuada consisteix a fer diferents activitats, tan individuals com de grup, de caràcter additiu i formatiu, realitzades durant el curs (dins de l'aula i fora d'aquesta). La qualificació d'ensenyaments al laboratori és la mitjana de les activitats d'aquest tipus.

Les proves d'avaluació consten d'una part amb qüestions sobre conceptes associats als objectius d'aprenentatge de l'assignatura pel que fa al coneixement o la comprensió, i d'un conjunt d'exercicis d'aplicació.

AVALUACIÓ QUÍMICA DE MATERIALS LÍNIA CAT-CAST:

La qualificació de l'assignatura s'obté a partir de les qualificacions de l'avaluació continuada que corresponent:

1- Es pot optar o per 2 exàmens parcials o bé un examen final/global:

O 2 exàmens parcials (2 exàmens), E1 i E2 (80%), i es fa la mitjana dels 2 exàmens .

O també hi ha l'opció d'un únic examen final o global de tota l'assignatura (EG 80%)

2- Activitats i proves de l'aula de cada tema o bloc del temari (10%)

3- Informes pràctiques docents (10%).

NOTA FINAL: $((E1+E2)/2) 0,80 + (\text{activitats aula i test-activitat zero}) 0,10 + ((\text{PRÀCTIQUES})0,10)$.

O bé:

NOTA FINAL: $(EG*0,80 + (\text{activitats aula i test-activitat zero}) 0,10 + ((\text{PRÀCTIQUES})0,10)$.

Les pràctiques s'avaluaran en base als informes obligatoris i personals que s'hauran d'entregar una setmana després de cada una de les sessions de pràctiques del laboratori (resolució de qüestionaris). Les pràctiques de laboratori són activitats obligatòries i la no realització de les mateixes i la no entrega dels informes comporta una nota de no presentat (NP) de l'avaluació general de l'assignatura.

AVALUACIÓ QUÍMICA DE MATERIALS LÍNIA EN ANGLÈS:

Els criteris d'avaluació de l'assignatura pel grup en llengua anglesa estan definits pel coordinador o responsable de l'assignatura, Professor Diego Aponte, els quals es troben publicats en el campus digital ATENEA de l'assignatura Materials Chemistry en llengua anglesa.

Criteris de qualificació i d'admissió a la reavaluació: L'alumnat suspès a l'avaluació ordinària que s'hagin presentat regularment a les proves d'avaluació de l'assignatura suspesa i participació i entrega dels informes de pràctiques tenen l'opció de realitzar una prova de reavaluació en el període fixat en el calendari acadèmic. No podran presentar-se a la prova de reavaluació d'una assignatura els estudiants que ja l'hagin superat ni els estudiants qualificats com a no presentats. La qualificació màxima en el cas de presentar-se a l'examen de reavaluació serà de cinc (5,0). La no assistència d'un estudiant convocat a la prova de reavaluació, celebrada en el període fixat no podrà donar lloc a la realització d'una altra prova amb data posterior. Es realitzaran avaluacions extraordinàries per a aquells estudiants que per causa de força major acreditada no hagin pogut realitzar alguna de les proves d'avaluació continuada.

Aquestes proves hauran d'estar autoritzades pel cap d'estudis corresponent, a petició del professor responsable de l'assignatura, i es realitzaran dins del període lectiu corresponent.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Si no es realitza alguna de les activitats d'avaluació en el període programat, la qualificació d'aquella activitat es compatibilitzarà com a zero.

Són requisits indispensables per aprovar l'assignatura i poder realitzar a la prova de reavaluació :

- 1) Haver realitzat l'activitat 0 que es proposarà a l'aula.
- 2) Haver assistit a les pràctiques de laboratori i haver realitzat l'informe o qüestionari - test corresponent.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Petrucci, R.H.; [i 3 més]. Química general. 12a ed. Harlow, Essex: Pearson Education Limited, 2023. ISBN 9781292726137.
- Ruiz, A. ... [et al.]. Química general. Madrid: McGraw-Hill, 1994. ISBN 8448119479.
- Whitten, K.W.; [i 3 més]. Química. 10a ed. México, D.F.: Cengage Learning Editores, 2015. ISBN 9786075199597.
- López Cancio, J.A. Problemas de química. Madrid [etc]: Prentice Hall, 2000. ISBN 8420529958.
- Qüestions i problemes de química bàsica: 25 anys d'Olimpíada Química de Catalunya [en línia]. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 2019 [Consulta: 27/09/2024]. Disponible a: <https://lectura-unebook-es.recursos.biblioteca.upc.edu/viewer/9788491684046/1>. ISBN 9788491683148.
- Callister, W.D. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales [en línia]. 2a ed. México, D.F: Limusa Wiley, 2009 [Consulta: 01/10/2024]. Disponible a: <https://web-p-ebshost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ehost/ebookviewer/ebook?sid=ad5afb9-407e-472f-8e5f-c90b332a40b5%40redid&vid=0&format=EB>. ISBN 9786075000251.
- Comisión Permanente del Cemento. RC-16: instrucción para la recepción de cementos: con comentarios de los miembros de la Comisión Permanente del Cemento [en línia]. Madrid: Ministerio de Fomento, 2016 [Consulta: 01/10/2024]. Disponible a: <https://www.amazon.es/Instrucci%C3%B3n-para-recepci%C3%B3n-cementos-RC-2016/dp/8449810078>. ISBN 9788449810077.
- Sanjuán, M.A.; Chinchón, S. El cemento portland: fabricación y expedición. San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante, 2004. ISBN 8479088060.
- Fernández Cánovas, M. Hormigón: adaptado a la instrucción de recepción de cementos RC-08 y a la instrucción de hormigón estructural EHE-08. 10a ed. Madrid: Colegio de Ingenieros Caminos, Canales y Puertos : Ibergarceta, 2013. ISBN 9788415452508.

Complementària:

- Flaqué, C.; Andreu, G.; Cortés, P.; Puig, L. Química per a l'enginyeria [en línia]. 4a ed. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, Publicacions Acadèmiques UPC, 2018 [Consulta: 01/10/2024]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2117/128057>. ISBN 9788498807318.
- Masterton, W.L.; Hurley, C.N. Química: principios y reacciones. Madrid: Thomson, 2003. ISBN 8497321006.
- Olba, A. Química general: equilibri i canvi. València: Universidad de Valencia, 2007. ISBN 9788437068435.
- Butler, I.S.; Grosser, A.E. Problemas de química [en línia]. Barcelona: Reverté, 1976 [Consulta: 01/10/2024]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=10452. ISBN 9788429170849.
- Mehta, P.K.; Monteiro, P.J.M. Concrete: microstructure, properties, and materials [en línia]. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2014 [Consulta: 01/10/2024]. Disponible a: <https://www-accessengineeringlibrary-com.recursos.biblioteca.upc.edu/content/book/9780071797870?implicit-login=true>. ISBN 9780071797870.
- Neville, A.M. Properties of concrete. 5th ed. Harlow: Pearson, 2011. ISBN 9780273755807.
- Mamlouk, M.S.; Zaniewski, J.P. Materiales para ingeniería civil [en línia]. 2a ed. Madrid: Pearson Educación, 2009 [Consulta: 01/10/2024]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=2892. ISBN 9788483225103.

RECURSOS

Altres recursos:

"L'assignatura consta de 2 hores a la setmana de classes presencials a l'aula (grup gran) i 1.6 hores setmanals amb la meitat de l'estudiantat (grup mitjà).

Es dediquen a classes teòriques 2 hores en grup gran, en què el professorat exposa els conceptes i materials bàsics de la matèria,

presenta exemples i realitza exercicis.

Es dediquen 1.6 hores (grup mitjà), a la resolució de problemes amb una major interacció amb l'estudiantat. Es realitzen exercicis pràctics per tal de consolidar els objectius d'aprenentatge generals i específics.

Per tal de reforçar continguts l'assignatura també té 2 hores a la setmana de sessions tipus taller amb l'objectiu de repasar conceptes de química bàsica i elementals (formulació, solubilitat, estequiometria, gasos ideals)

La resta d'hores setmanals es dediquen a pràctiques de laboratori.

S'utilitza material de suport en format de pla docent detallat mitjançant el campus virtual ATENEA: continguts, programació d'activitats d'avaluació i d'aprenentatge dirigit i bibliografia.

Tot i que la majoria de les sessions s'impartiran en l'idioma indicat a la guia, potser les sessions en què es compti amb el suport d'altres experts convidats puntualment es duguin a terme en un altre idioma.

Per fer les pràctiques als laboratoris cal que disposeu dels equips de protecció individual (EPIs) següents:

- * Bata blava UPC Mecànic
- * Guants de protecció mecànica
- * Ulleres de protecció
- * Kit Mecànic (bata blava + guants mecànics + ulleres protecció)

Els podeu comprar a UPC Shop (upc-shop.com) o a qualsevol botiga especialitzada."