

Bioquímica Metabòlica

Codi: 103276

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2501922 Nanociència i Nanotecnologia	OB	2	1

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

Professor/a de contacte

Nom: Ester Boix Borrás

Correu electrònic: Ester.Boix@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

Altres indicacions sobre les llengües

Algunes proves d'avaluació podran realitzar-se únicament en anglès

Prerequisits

L'alumne haurà d'haver cursat les assignatures "Fundaments de Bioquímica" i "Biologia Cel·lular" de formació bàsica de primer curs del Grau de Nanociència i Nanotecnologia.

Objectius

L'assignatura Bioquímica Metabòlica constitueix la segona part de la matèria "Fonaments de Bioquímica" del Grau de *Nanociència i Nanotecnologia* i en ella s'estudien els processos que determinen el funcionament dels éssers vius en cadascun dels seus nivells d'organització des d'un punt de vista bàsic i general, com correspon a una assignatura de segon curs. L'objectiu general de l'assignatura és descriure a nivell molecular els mecanismes que tenen lloc en una cèl·lula tant des del punt de vista de la transferència d'energia, com de la transmissió de senyals i descripció del seu metabolisme per tal de proporcionar els fonaments dels aspectes i conceptes moleculars i metabòlics bàsics.

Objectius concrets de l'assignatura:

- Conèixer els mecanismes principals de transmissió d'energia
- Conèixer els mecanismes moleculars principals de transducció de senyals.
- Descriure les rutes principals del metabolisme intermediari de glúcids, lípids i compostos nitrogenats, la seva regulació i coordinació.
- Descriure els components de la cadena de transport electrònic, el seu acoblament a la fosforilació oxidativa i l'obtenció d'energia metabòlica.
- Saber com aplicar els coneixements estudiats per a resoldre problemes qualitius i quantitius.

Competències

- Adaptar-se a noves situacions.

- Aplicar els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia a la resolució de problemes de natura quantitativa o qualitativa en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia.
- Aplicar les normes generals de seguretat i funcionament d'un laboratori i les normatives específiques per a la manipulació de la instrumentació i dels productes i materials químics i biològics tenint en compte les seves propietats i els riscos.
- Aprendre de manera autònoma.
- Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
- Demostrar motivació per la qualitat.
- Demostrar que es comprenen els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia.
- Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
- Interpretar les dades obtingudes mitjançant mesures experimentals, incloent-hi l'ús d'eines informàtiques, identificar-ne el significat i relacionar-les amb les teories químiques, físiques o biològiques apropiades.
- Manipular els instruments i materials estàndards propis dels laboratoris d'assaigs físics, químics i biològics per a l'estudi i l'anàlisi de fenòmens en la nanoescala.
- Mantenir un compromís ètic.
- Mostrar sensibilitat en qüestions mediambientals.
- Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
- Operar amb un cert grau d'autonomia.
- Proposar idees i solucions creatives.
- Raonar de forma crítica.
- Reconèixer els termes relatius als àmbits de la física, la química, la biologia, la nanociència i la nanotecnologia en llengua anglesa i fer servir l'anglès de manera eficaç per escrit i oralment en l'àmbit laboral.
- Resoldre problemes i prendre decisions.
- Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.

Resultats d'aprenentatge

1. Adaptar-se a noves situacions.
2. Aprendre de manera autònoma.
3. Comprendre textos i bibliografia en anglès sobre bioquímica, biologia molecular, microbiologia, immunologia i sobre els temes relacionats amb nanociència i nanotecnologia.
4. Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
5. Demostrar motivació per la qualitat.
6. Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
7. Identificar els mecanismes de síntesi i degradació de biomolècules, i la seva regulació.
8. Identificar i distingir els protocols de manipulació d'equipaments complexos de caracterització, anàlisi i manipulació de biomolècules i cèl·lules.
9. Identificar i situar l'equipament de seguretat del laboratori.
10. Justificar els resultats obtinguts al laboratori en processos de separació, purificació i caracterització de biomolècules partint dels coneixements sobre la seva estructura i les seves propietats.
11. Manipular correctament els equips de separació i anàlisis emprades als laboratoris de bioquímica i biologia molecular.
12. Manipular reactius químics i bioquímics amb seguretat.
13. Mantenir un compromís ètic.
14. Mostrar sensibilitat en qüestions mediambientals.
15. Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
16. Operar amb un cert grau d'autonomia.
17. Proposar idees i solucions creatives.
18. Raonar de forma crítica.
19. Reconèixer els termes anglesos emprats a bioquímica, Biologia molecular, microbiologia, immunologia i en els temes relacionats amb nanociència i nanotecnologia.
20. Reconèixer les bases energètiques del metabolisme.

21. Resoldre correctament problemes de metabolisme energètic.
22. Resoldre problemes i prendre decisions.
23. Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.
24. Utilitzar correctament les eines informàtiques necessàries per a interpretar i exposar els resultats obtinguts.
25. Utilitzar els instruments dels laboratoris de bioquímica, microbiologia, cultius cel·lulars i bioanàlisi amb seguretat.
26. Utilitzar les estratègies adequades per a l'eliminació segura dels reactius, microorganismes, cèl·lules i nanomaterials.
27. Valorar la perillositat i els riscos de l'ús de mostres i reactius, i aplicar les precaucions de seguretat oportunes per a cada cas.

Continguts

TEORIA

Tema 1. Conceptes bàsics del metabolisme.

Concepte de metabolisme i ruta metabòlica. Fases del metabolisme. Energia lliure als processos biològics. Reaccions acoblades. Paper de l'ATP i altres compostos fosforilats en el metabolisme. Oxido-reduccions en els processos bioquímics. Paper dels transportadors d'electrons al metabolisme. Control i compartimentació de les rutes metabòliques. Mecanismes de catàlisi enzimàtica.

Tema 2. Biosenyalització.

Hormones, neurotransmissors i altres missatgers primaris. Receptors de membrana i intracel·lulars. Mecanismes moleculars de transducció de senyals. Integració d'efectes a nivell citoplasmàtic i nuclear.

Tema 3. Metabolisme de glúcids.

Degradació de la glucosa: glicòlisi i via de les pentoses fosfat. Fermentacions. Gluconeogènesi. Síntesi i degradació de glicogen. Utilització d'altres glúcids. Coordinació en el control del metabolisme de la glucosa i del glicogen: importància de l'especialització metabòlica dels teixits.

Tema 4. Rutes centrals del metabolisme oxidatiu.

Producció d'acetil-CoA. Cicle de l'àcid cítric. Rendiment energètic i regulació. Reaccions anapleròtiques. Cicle del glioxilat.

Tema 5. Transport electrònic i fosforilació oxidativa

Cadena de transport electrònic mitocondrial. Procedència i ús dels substrats reduïts. Acoblament quimiosmòtic: ATP sintasa i fosforilació oxidativa. Sistemes de transport mitocondrial. Regulació de la fosforilació oxidativa. Balanç energètic del metabolisme oxidatiu.

Tema 6. Fotosíntesi.

Procés bàsic de la fotosíntesi. Pigments fotosintètics. Absorció de l'energia de la llum. Transport electrònic i fotofosforilació. Assimilació del CO₂ i biosíntesi fotosintètica de glúcids (cicle de Calvin). Regulació de la fotosíntesi. Fotorespiració i cicle C₄.

Tema 7. Metabolisme dels lípids.

Utilització dels triacilglicerols als animals. Metabolisme de les lipoproteïnes. Descripció i regulació de la ruta d'oxidació dels àcids grassos. Cetogènesi. Descripció i regulació de la ruta de biosíntesi dels àcids grassos. Biosíntesi dels triacilglicerols i dels fosfolípids. Metabolisme del colesterol.

Tema 8. Metabolisme de compostos nitrogenats.

Cicle del nitrogen. Característiques generals de la síntesi i degradació d'aminoàcids. Destí dels àtoms de carboni dels aminoàcids. Eliminació de l'amoníac i cicle de la urea. Característiques generals del metabolisme dels nucleòtids. Aplicacions biomèdiques d'anàlegs de nucleòtids.

Tema 9. Integració del metabolisme.

Metabolisme específic de teixit. Coordinació entre els metabolismes del fetge, múscul (esquelètic i cardíac), teixit adipós i cervell. Hormones reguladores principals. Adaptació del metabolisme a diferents condicions fisiològiques.

PROBLEMES

Els problemes fan referència a alguns aspectes del programa de Teoria. Les pròpies característiques de les diverses parts del temari de Teoria fan que els enunciats dels problemes es puguin concentrar en alguns aspectes determinats que són reaccions enzimàtiques d'oxidació-reducció, estudi d'algunes de les etapes principals de les vies metabòliques, etc. La col·lecció d'enunciats es lliurarà a través del Campus Virtual de l'assignatura.

PRÀCTIQUES DE LABORATORI

Es faran tres sessions de 5 hores cadascuna:

- 1- Determinació de la concentració d'etanol en begudes alcohòliques.
- 2- Determinació de l'activitat piruvat quinasa en fetge i múscul de rata.
- 3- Extracció i identificació de lípids presents als aliments.

El guió i el qüestionari de pràctiques es penjaran a principis de curs al Campus Virtual de l'assignatura i els alumnes els hauran d'imprimir i portar ja des de la primera sessió de pràctiques

Metodologia

Les activitats formatives estan repartides en tres apartats: classes de teoria, classes de problemes i pràctiques de laboratori, cadascuna d'elles amb la seva metodologia específica. Aquestes activitats poden ser complementades per sessions de tutoria.

Classes de teoria

El professor/a explicarà el contingut del temari amb el suport de material audiovisual que estarà a disposició dels estudiants al Campus Virtual de l'assignatura. Aquest material de suport estarà escrit en català, castellà o anglès. Les sessions expositives constituïran la part més important de l'apartat de teoria.

Classes de problemes

Al llarg del curs es dedicaran 8 hores a sessions de classe de problemes.

En una part de sessions, repartides al llarg del semestre, el professor resoldrà una part dels problemes, seleccionant els més representatius de cada tipus. Addicionalment, si es considera necessari, el professor/a podrà destinar una part de les sessions expositives a impartir matèria complementària de teoria necessària per a resoldre els problemes corresponents a algun dels blocs.

Durant unes altres sessions els alumnes resoldran els problemes amb l'ajut del professor. Els alumnes podran portar prèviament preparats els problemes de casa. Durant la classe els problemes es discutiran conjuntament i el professor s'emportarà la resolució dels problemes de cada un dels estudiants per a la seva correcció. Com s'indica més endavant en l'apartat d'avaluació, la correcció d'aquests problemes serà tinguda en compte en la qualificació final, de forma complementària a la nota obtinguda en l'avaluació individual.

Es destinarà una part de les sessions presencials per a l'exposició per part dels alumnes d'un treball de síntesi. Aquest treball es farà en grups de 2 o 3 alumnes.

Treball de síntesi:

Preparació breu d'un treball de síntesi en grups de 2/3 d'un tema a escollir a exposar a classe

Pràctiques de laboratori

El grup es subdividirà en cinc subgrups, les llistes dels quals seran anunciades amb antelació. Per tal d'assegurar el bon funcionament de les sessions pràctiques, només s'acceptaran canvis en els grups que estiguin clarament justificats i siguin acceptats prèviament pels professors de pràctiques. Com a regla general no se n'acceptaran d'altres que els que suposin el canvi d'un estudiant per un altre d'un grup diferent. Cal comparèixer a les pràctiques amb bata de laboratori, ulleres de protecció contra esquitxades, el protocol de pràctiques (disponible al Moodle/Campus Virtual) imprès i prèviament llegit i una llibreta per anotar les observacions realitzades i les dades obtingudes.

En els dies establerts al calendari, els estudiants seran convocats al laboratori de Bioquímica per a dur a terme experiències bàsiques en la determinació de propietats i en l'anàlisi de biomolècules. Les pràctiques, així com la seva avaluació, es duran a terme en grups de dues persones. Després de cada sessió s'haurà d'entregar un qüestionari amb els resultats de l'experiment i les contestacions a les preguntes plantejades. L'assistència a les pràctiques és obligatòria, excepte en els casos en què hi hagi una causa justificada documentalment.

Lliurament de tasques pel Moodle/Campus Virtual

Al finalitzar cada bloc de temes de teoria es lliuraran a través de l'eina del campus virtual una col·lecció de preguntes que s'hauran de respondre pel mateix sistema en el termini d'una setmana. Alternativament, es plantejaran preguntes curtes tipus test al final de cada bloc de temes a classe. Les preguntes estaran relacionades amb els conceptes explicats a teoria però també amb temes d'autoaprenentatge que hauran de ser cercats i estudiats mitjançant aprenentatge autònom per part dels estudiants.

Tutories

Es realitzaran tutories individuals a petició dels alumnes. En el cas que el nombre de sol·licituds fos extremadament elevada, sobretot de cara a exàmens parcials, es podria realitzar alguna tutoria d'aula, que s'anunciarà oportunament a través del Campus Virtual. L'objectiu d'aquestes sessions serà el de resoldre dubtes, repassar conceptes bàsics, orientar sobre les fonts d'informació consultades i dur a terme debats sobre els temes per als quals hi ha programat aprenentatge autònom o que hagin estat proposats pels professors. Aquestes sessions no seran expositives ni en elles s'avançarà matèria del temari oficial, sinó que seran sessions de debat i discussió.

Material disponible al Moodle/Campus Virtual de l'assignatura

Guia docent

Presentacions utilitzades pels professors a classes de teoria

Protocols de les classes pràctiques

Llistat i guia de temes d'autoaprenentatge addicionals a classes de teoria

Calendari de les activitats docents (classes d'aula, classes de laboratori, tutories, avaluacions, lliuraments...).

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes	8	0,32	2, 18, 21, 22, 23
Classes de teoria	30	1,2	2, 3, 7, 19, 20
Pràctiques	15	0,6	6, 9, 10, 11, 12, 16, 18, 22, 23, 24, 25
Tipus: Supervisades			
Lliurament de treballs pel Campus Virtual	4	0,16	2, 3, 7, 16, 18, 19, 20, 21
Tutories individualitzades	6	0,24	2, 4, 6, 18, 22
Tipus: Autònomes			
Estudi- treball autònom	60	2,4	2, 3, 4, 7, 16, 17, 18, 19, 20, 23
Resolució d'exercicis i preparació treball de síntesi	22	0,88	16, 18, 21, 22, 23

Avaluació

L'avaluació d'aquesta assignatura tindrà el format de continuada amb una prova final. L'objectiu de l'avaluació continuada és el d'incentivar l'esforç de l'estudiant al llarg de tot el temari, permetent monitoritzar el seu grau de seguiment i comprensió de la matèria. La prova final serveix per a comprovar que l'estudiant ha assolit el grau necessari d'integració de coneixements de l'assignatura.

Per superar la prova de recuperació cal haver-se presentat a 2/3 parts de les activitats d'avaluació continuada.

Teoria

Avaluació individual mitjançant:

- Dues proves parcials eliminatòries amb preguntes de tipus test, la segona prova parcial serà convocada el dia de la prova final. No s'estableixen condicions per a presentar-se a qualsevol de les proves parcials programades.
- Una prova final de recuperació amb el format de preguntes de tipus test que cobrirà tot el temari de l'assignatura. També es farà un examen de recuperació amb preguntes tipus test corresponent a cada un dels dos primers parcials i dirigits a aquells estudiants que, o bé no s'hagin pogut presentar al primer i/o segon parcial o no hagin obtingut una nota superior a 3,3.
- Avaluació continuada al finalitzar cada bloc de temes amb tasques relacionades amb els conceptes teòrics explicats.

Malgrat que les proves parcials siguin eliminatòries, és possible millorar la nota dels parcials en ocasió del darrer examen. Es considerarà la segona nota obtinguda sempre i quan sigui millor que l'obtinguda en l'examen eliminatori. Si es dona el cas contrari, i la nota obtinguda en la segona oportunitat és inferior en 1 punt o més a la primera nota obtinguda, es considerarà que la nota definitiva d'aquesta part és la mitjana de les dues notes.

En l'adjudicació de la qualificació de Matrícula d'honor es prioritzaran les notes obtingudes en els exàmens parcials.

El pes de l'avaluació de teoria serà del 65% del total. El 60% correspon als exàmens de teoria i el 5% a la nota obtinguda del lliurament de respostes als tests d'avaluació continuada.

Problemes

Avaluació mitjançant prova:

- Dues proves parcials on s'haurà de resoldre un problema corresponent a cada bloc del temari de problemes.
- Una prova final amb problemes corresponents a les dues proves parcials. Aquest examen està dirigit a aquells estudiants que no hagin superat els parcials.

El pes de l'avaluació de l'examen de problemes serà el 10% del total.

El pes de l'avaluació dels problemes entregats serà el 5% del total.

Treball de síntesi

El pes de l'avaluació del treball de síntesi serà del 10%

Pràctiques

Avaluació grupal:

- Presentació dels resultats obtinguts durant les pràctiques i resolució del qüestionari proposat. També es tindrà en compte l'actitud i el comportament durant el laboratori.

L'assistència a les pràctiques de laboratori és obligatòria. Només s'admetran canvis de grup de manera excepcional i sempre amb justificació documental. En cas d'inassistència justificada a alguna de les sessions de pràctiques i de no tenir opció de realitzar-la en un grup diferent a l'assignat, no es considerarà aquesta sessió en el càlcul de la nota de pràctiques.

El pes de l'avaluació de pràctiques serà del 10% del total.

Qualificacions

Els tres apartats són indestriables, de manera que l'estudiant ha de participar, i ser avaluat, en tots ells per tal de superar la matèria. La qualificació final es calcula segons els paràmetres que figuren a la taula que es presenta a sota, de manera que l'apartat de l'examen de teoria compta un 65% de la nota, l'apartat de problemes un 20%, el de pràctiques el 10% i es puntuarà el lliurament de respostes als tests d'avaluació continuada amb un 5%. L'assignatura es considerarà superada quan la nota final sigui igual o superior a 50 sobre un màxim de 100. Tanmateix, per poder superar l'assignatura és requisit indispensable haver assolit, com a mínim una nota superior al 30% de cada apartat (teoria, problemes i pràctiques).

Altres consideracions

Els estudiants que no puguin assistir a una prova d'avaluació individual per causa justificada i aportin la documentació oficial corresponent al Coordinador de Grau i/o coordinador de l'assignatura, tindran dret a realitzar la prova en qüestió en una altra data.

En qualsevol cas, els estudiants que es trobin en alguna situació que, amb causa justificada, no els permeti participar a l'avaluació continuada, podran ésser avaluats mitjançant la prova final, incloent les preguntes de tipus test corresponents als parcials, i la prova de problemes. A més, per a poder obtenir una qualificació final, hauran d'haver dut a terme les pràctiques de laboratori, que són obligatòries en tots els casos.

Es considerarà que un estudiant obtindrà la qualificació de No Presentat quan la valoració de totes les activitats d'avaluació realitzades no li permeti assolir la qualificació global de 5 en el supòsit que hagués obtingut la màxima nota en totes elles. Per exemple, si un estudiant només assisteix a classes de problemes i a les pràctiques de laboratori però únicament s'examina d'un dels parcials de teoria, hauria participat en activitats que no li proporcionarien el 50% de la nota (vegeu el quadre de sota) i tindria una qualificació de No Presentat.

Els alumnes repetidors no hauran de dur a terme les activitats docents ni les avaluacions d'aquelles competències superades a partir de la segona matrícula de l'assignatura consistents, en aquest cas, en les pràctiques i en el lliurament de treballs.

En la la nota final també es pot considerar com a criteri adicional la participació de l'alumne a la classe al llarg de tot el curs.

Per participar a la recuperació, l'alumnat ha d'haver estat prèviament avaluat en un conjunt d'activitats el pes de les quals equivalgui a un mínim de dues terceres parts de la qualificació total de l'assignatura o mòdul. Per tant, l'alumnat obtindrà la qualificació de "No Avaluable" quan les activitats d'avaluació realitzades tinguin una ponderació inferior al 67% en la qualificació final.

Normativa per pujar nota:

És possible millorar la nota dels exàmens parcials en ocasió de l'examen de recuperació. Es considerarà la segona nota obtinguda sempre i quan sigui superior a l'obtinguda en el primer examen.

En cas que la nota obtinguda en la segona oportunitat sigui inferior en 1 punt o més a la primera nota obtinguda, es considerarà que la nota definitiva d'aquesta part és la mitjanadeles dues notes.

L'alumne tindrà 10 minuts a l'inici de l'examen per a decidir si vol realitzar o no la prova.

En l'adjudicació de la qualificació de Matrícula d'honor es prioritzaran les notes obtingudes en els exàmens parcials.

Càlcul de la qualificació final

$$\text{Nota final} = T * 0,65 + AVT * 0,05 + \text{Probl} * 0,15 + AVP * 0,05 + \text{Pràct} * 0,1$$

T (nota final de teoria. Pot ser la nota mitja dels 2 parcials o de l'examen final)

AVT-nota final dels lliuraments de respostes de les tasques d'avaluació continuada de teoria

Probl- nota final examen problemes (Pot ser la nota mitja dels 2 parcials o de l'examen final)

AVP (Nota avaluació Continuada problemes)

Pract- nota de pràctiques

Per a aprovar l'assignatura la nota final ha de ser ≥ 5

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació continuada	10	0,5	0,02	20, 21
Lliurament qüestionari de Pràctiques	10	1	0,04	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 22, 25, 26, 27
Proves de problemes	10	1	0,04	4, 21, 22, 24
Proves parcials o finals de teoria	60	2	0,08	7, 18, 20, 21
Treball de Síntesi	10	0,5	0,02	1, 3, 4, 6, 7, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

Bibliografia

Bibliografia bàsica

Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L "Biochemistry" (2019). 9th ed. Freeman.

Berg, J.M., Tymoczko, J.L. i Stryer, L. "Bioquímica" (2013). 7ª edició, Barcelona. Ed. Reverté (Traducció de la 7ª edició anglesa).

Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Gatto, G.J. and Stryer, L. "Biochemistry" (2015). 8th ed. Freeman.

Mathews, Ch.K., van Holde, K.E. "Biochemistry" (2012) English 4th ed.

Mathews, Ch.K., van Holde, K.E. "Bioquímica" (2013) Castellà 4ed (accessible com ebook des de biblioteca UAB).

Nelson, D.L. i Cox, M.M. "Lehninger Principles of Biochemistry" (2017). 7th ed. W.H. Freeman & Co.

Nelson, D.L. and Cox, M.M. "Lehninger-Principios de Bioquímica" (2018) 7a Ed. Omega.

Bibliografia complementària:

Integration and control of metabolism / Naa A. Adamafo, Laud K. N. Okine, Jonathan P. Adjimani. iUniverse 2012

Labster Virtual Lab Experiments: Basic Biochemistry. Aaron Gardner · Wilko Duprez Sarah Stauffer · Dewi Ayu Kencana Ungu Frederik Clauson-Kaas. Springer 2019. EBook accessible a la biblioteca UAB

The Leaf: A Platform for Performing Photosynthesis. William W. Adams III, Ichiro Terashima. Springer 2018. EBook accessible a la biblioteca UAB

Enllaços web

Els trobareu actualitzats al Campus Virtual de l'assignatura.

Programari

No s'utilitzarà cap programari específic