

Estructura i funció de biomolècules

Codi: 101916

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2501230 Ciències Biomèdiques	FB	1	1

Professor/a de contacte

Nom: Irantzu Pallarés Goitiz

Correu electrònic: Irantzu.Pallares@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

Tota participació oral o escrita avaluable que es faci en idioma anglés, tret de l'examen, tindrà un factor multiplicador màxim d'1,2 i mínim d'1

Prerequisits

Estar matriculat del grau de Ciències Biomèdiques.

Per poder assistir-hi a les sessions de practiques de laboratori cal que l'estudiant justifiqui haver superat les proves de bioseguretat i de seguretat que trobarà en el Campus Virtual i ser coneixedor i acceptar les normes de funcionament dels laboratoris de la Facultat de Biociències.

Objectius

Estructura i Funció de Biomolècules (EFB) és una assignatura de primer semestre de primer curs del grau de Ciències Biomèdiques, que presenta els conceptes essencials de l'estructura de les molècules als essers vius, amb èmfasi principal a dos tipus de macromolècules: proteïnes i àcids nucleics. Així mateix es considera com aquesta estructura i les seves variacions permeten una funció concreta i la seva regulació a dins de l'organisme viu.

Els objectius temàtics de l'assignatura tant a nivell de competència específica com de competència transversal són tenir la capacitat de:

1. Descriure les característiques estructurals i funcionals bàsiques de les biomolècules principals (proteïnes, àcids nucleics, lípids) i els seus agregats (membranes biològiques).
2. Descriure l'estructura, funció i regulació de proteïnes implicades al transport d'oxigen i donar exemples de les seves deficiències implicades en patologies.
3. Descriure els mecanismes catalítics i la cinètica de les reaccions enzimàtiques, així com calcular i interpretar els paràmetres que les defineixen.
4. Descriure els mecanismes moleculars responsables de la replicació i reparació del DNA, la transcripció, processament i traducció del RNA i la seva regulació en procariotes i eucariotes.

5. Saber explicar els mètodes d'obtenció de proteïnes recombinants.
6. Demostrar capacitat per a seleccionar les estratègies més adequades pel estudi de la estructura i funció de biomolècules
7. Participar en treball en equip per a solucionar problemes proposats.
8. Comunicar-se amb eficàcia, tant en la llengua pròpia (català i/o castellà) com en anglès.
9. Planificar-se la feina de l'assignatura de manera distribuïda al llarg del curs.
10. Utilitzar estratègies d'aprenentatge interdisciplinari.
11. Deduir coneixement de manera crítica a partir de resultats experimentals, propis o d'altres.
12. Seleccionar la tècnica/es més adient per adreçar experimentalment una hipòtesi de treball.
13. Cercar informació de manera efectiva i integrar-la de manera crítica per donar resposta a una pregunta concreta.

Competències

- Actuar respectant els aspectes ètics i legals de la investigació i de les activitats professionals.
- Aplicar els coneixements adquirits en la planificació i la implementació de projectes de recerca, desenvolupament i innovació en un laboratori de recerca biomèdica, en un laboratori d'un departament clínic o en la indústria biomèdica.
- Comunicar i aplicar els coneixements en el debat públic i cultural.
- Demostrar que es comprenen les bases i els elements aplicables al desenvolupament i a la validació de tècniques diagnòstiques i terapèutiques.
- Demostrar que es coneixen els conceptes i el llenguatge de les ciències biomèdiques com cal per a seguir adequadament la bibliografia biomèdica.
- Demostrar que es coneixen i es comprenen els processos bàsics de la vida en diversos nivells d'organització: molecular, cel·lular, tissular, d'òrgan, individual i de la població.
- Desenvolupar coneixement científic, pensament crític i creativitat.
- Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
- Desenvolupar habilitats d'autoaprenentatge i motivació per continuar la seva formació en el nivell de postgrau.
- Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
- Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
- Identificar i comprendre els continus avenços i reptes en la investigació.
- Llegir i criticar articles científics originals i de revisió en el camp de la biomedicina, i ser capaç d'avaluar i escollir les descripcions metodològiques adequades per al treball de laboratori biomèdic.
- Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
- Treballar com a part d'un grup juntament amb altres professionals, comprendre'n els punts de vista i cooperar-hi de forma constructiva.

Resultats d'aprenentatge

1. Actuar respectant els aspectes ètics i legals de la investigació i de les activitats professionals.
2. Analitzar i resoldre correctament problemes sobre l'aplicació de metodologies per a la clonació i caracterització d'àcids nucleics.
3. Calcular i interpretar els paràmetres cinètics i termodinàmics que defineixen les reaccions enzimàtiques
4. Comprendre els principis de l'equilibri àcid-base.
5. Comprendre i criticar articles científics de bioquímica
6. Comunicar i aplicar els coneixements en el debat públic i cultural.
7. Descriure correctament els mecanismes moleculars responsables de la replicació i reparació del DNA, transcripció i processament de RNA, traducció de mRNA i la seva regulació en procariotes i eucariotes.

8. Descriure els mecanismes catalítics de les reaccions enzimàtiques i els seus mecanismes d'inhibició i regulació.
9. Descriure l'estructura, la funció i la regulació de proteïnes implicades en el transport d'oxigen i exemples de les seves deficiències implicades en patologies.
10. Descriure les bases bioquímiques del plegament, trànsit intracel·lular, modificació posttraduccional i recanvi de proteïnes, així com exemples de patologies associades.
11. Descriure les característiques estructurals i funcionals bàsiques d'aminoàcids, proteïnes, glúcids, lípids i membranes biològiques, nucleòtids i àcids nucleics.
12. Descriure les propietats dels tipus d'enllaç químic.
13. Desenvolupar coneixement científic, pensament crític i creativitat.
14. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
15. Desenvolupar habilitats d'autoaprenentatge i motivació per continuar la seva formació en el nivell de postgrau.
16. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
17. Diferenciar els principals composts orgànics i les seves característiques.
18. Explicar els mètodes d'obtenció de proteïnes recombinants.
19. Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
20. Identificar i comprendre els continus avenços i reptes en la investigació.
21. Identificar mòduls i dominis estructurals proteics i les seves relacions funcionals i evolutives.
22. Interpretar els paràmetres que defineixen la unió de lligands a macromolècules.
23. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
24. Seleccionar els enfocaments experimentals més apropiats per estudiar l'estructura i la funció de biomolècules.
25. Treballar com a part d'un grup juntament amb altres professionals, comprendre'n els punts de vista i cooperar-hi de forma constructiva.
26. Utilitzar correctament la terminologia bioquímica i els seus llibres de text i consulta.

Continguts

Tema 1. Introducció a l'estudi de l'estructura i funció de biomolècules.

La lògica química dels processos biològics. Elements químics presents als éssers vius. Biomolècules. Nivells d'organització estructural de les biomolècules. Importància biològica de l'aigua. Interaccions no covalents en medi aquós. Ionització de l'aigua, equilibri iònic i sistemes amortidors. Principis de Bioenergètica: les transformacions d'energia a éssers vius i les lleis de la Termodinàmica. Energia lliure i constant d'equilibri. Reaccions bioquímiques més comuns. Transferència de grups fosfat i ATP. Reaccions d'oxidació-reducció.

Tema 2. Proteïnes: Estructura primària i funcions biològiques.

Classes de proteïnes i les seves funcions. Estructura i propietats dels aminoàcids. Estereoisomeria i comportament àcid - base. Pèptids i enllaç peptídic. Anàlisi de la composició d'aminoàcids i de la seqüència de les proteïnes.

Tema 3. Estructura tridimensional de les proteïnes.

Conceptes generals sobre l'estructura de proteïnes. Estructura secundària. Hèlix α i fulles β . Proteïnes fibroses. Proteïnes globulars. Plegament proteic: factors que el determinen. Chaperones moleculars. Introducció a les malalties conformacionals. Predicció de l'estructura proteica. Estructura quaternària. Introducció a les tècniques de purificació i caracterització de proteïnes.

Tema 4. Relació entre estructura i funció en proteïnes: proteïnes transportadores d'oxigen.

Mioglobina i hemoglobina: ferro hèmic com a grup prostètic. Al·lostèricisme i cooperativitat en l'hemoglobina i la seva regulació. Diferents formes d'hemoglobina: adaptació fisiològica i patologia molecular.

Tema 5. Catalitzador biològics, cinètica enzimàtica i regulació.

Enzims com a catalitzadors eficients de les reaccions químiques. Cofactors. Cinètica enzimàtica. Inhibidors. Estratègies catalítiques. Regulació de l'activitat enzimàtica: al·lostèrisme, modificació covalent i per canvis en la concentració d'enzim. Classificació i nomenclatura dels enzims.

Tema 6. Carbohidrats.

Tipus de monosacàrids. Enllaç glicosídic i polisacàrids. Glicoproteïnes i proteoglicans.

Tema 7. Lípids i membranes biològiques.

Tipus de lípids i funcions. Membranes biològiques: composició, fluïdesa, asimetria. Proteïnes de membrana. Estructura i funció de les lipoproteïnes i *lipid bodies* intracel·lulars.

Tema 8. Àcids nucleics. Nivells d'estructuració.

Nucleòtids. Estructura primària de RNA i DNA. Estructura secundària: model de Watson i Crick i estructures alternatives. Estructura terciària: RNA de transferència i superenrotllament del DNA. Complexes DNA-proteïnes: el nucleosoma eucariòtic.

Tema 9. Replicació i transcripció del DNA.

Replicació a procariotes. Trets diferencials de la replicació a eucariotes: telòmers. Reparació del DNA. Transcripció a procariotes. Trets diferencials de la transcripció a eucariotes: processament del RNA. Transcripció inversa de RNA a DNA. Principis comuns i mecanismes específics de la regulació de l'expressió gènica a procariotes i a eucariotes.

Tema 10. El codi genètic i la síntesi de proteïnes.

Codi genètic. Síntesi de proteïnes a procariotes i a eucariotes. Mecanismes de manteniment de la fidelitat del missatge al procés de traducció. Senyals per a la localització intracel·lular de les proteïnes. Modificacions post-traducció de les proteïnes.

Tema 11. DNA recombinant.

Enzims de restricció. Materials i metodologia de clonatge del DNA. Construcció de biblioteques de DNA. Selecció i recerca de seqüències de DNA: hibridació. Seqüenciació del DNA. Projectes genoma. Xips per quantificar l'expressió gènica. Algunes aplicacions de l'enginyeria genètica.

PROBLEMES

Aquest apartat es treballarà en base al dossier que es lliurarà al començament del semestre, consistent en una quantitat determinada d'enunciats de problemes relacionats amb els temes desenvolupats a Teoria. Les característiques de les diverses parts del temari de Teoria fan que els enunciats dels problemes es concentrin en alguns aspectes determinats que són: equilibri químic i sistemes amortidors, energia lliure i constant d'equilibri, mètodes de purificació i d'anàlisi de macromolècules, cinètica enzimàtica i DNA recombinant.

PRÀCTIQUES DE LABORATORI

Es farà dues sessions de laboratori de quatre hores cadascuna: Genotipat del CCR5: extracció de DNA genòmic, reacció de PCR, avaluació dels resultats obtinguts mitjançant gel d'agarosa.

Metodologia

"Escolto i oblido, veig i recuerdo. Faig i aprenc". Proverbi Xinès atribuït a Confuci (551-470 A.C.). Aquesta màxima resumeix be quelcom bastant acceptat al camp de la pedagogia, que la millor manera d'aprendre és tractant d'entendre o resoldre un problema, amb la feina individual o contribuint a un esforç de grup. Part vital per a ajudar a mantenir la motivació de l'alumne ha de ser una avaluació continuada de l'esforç fet i del seu resultat, cosa que es tractarà a l'apartat d'Avaluació.

Tenint en compte això, l'èmfasi principal docent es posarà en l'apartat d'activitat supervisada o autònoma, ja sigui individual com grupal, de manera que les classes de teoria o de pràctiques d'aula aniran encarades a proporcionar informació mínima bàsica i preguntes (teoria) que treballar de manera més quantitativa a les classes de pràctiques d'aula i així donar respostes crítiques en forma d'encàrrecs de treball que es faran accessibles de manera periòdica a través del Campus Virtual.

Les classes de teoria: (també anomenades magistrals) proporcionaran informació bàsica accessible al llibre de referència recomanat però tindran sempre una certa part interactiva de preguntes envers l'alumne. Aquest tipus de preguntes s'adreçaran després amb més detall a les sessions de problemes, tutoria i Campus Virtual, reforçant per tant per repetició els conceptes i estratègies bàsiques que es vol que s'aprenguin. El idioma de treball oral serà català (o castellà si es donen participacions en aquesta llengua). Per altre part, el idioma principal als texts de consulta i de referència principal (lectura) serà l'anglès. A les participacions escrites o orals tindrà un valor afegit (veure l'apartat d'Avaluació) l'ús de la llengua anglesa.

Aprenentatge basat en problemes: El grup es dividirà en dos subgrups les llistes dels quals es faran públiques a començaments de curs i cada persona assistirà a les sessions programades pel seu grup. A començaments de semestre es lliurarà a través del Campus Virtual un dossier d'enunciats de problemes de l'assignatura que s'aniran resolent al llarg de les sessions. En un nombre limitat de sessions repartides durant el semestre, el professorat de problemes exposarà els principis experimentals i de càlcul necessaris per treballar-los, explicant les pautes per la seva resolució i impartint al mateix temps una part de la matèria complementària a les classes de teoria. Els problemes es prepararan fora de l'horari de classe, en grups de treball de quatre a cinc persones que es mantindran durant tot el curs. Les sessions presencials no expositives es dedicaran a la resolució de problemes prèviament treballats en grup, que seran exposats a la pissarra a càrrec de membres dels diferents grups de treball. El professorat vetllarà per a que tots els grups tinguin l'oportunitat d'explicar públicament les seves propostes de resolució de problemes al llarg del semestre i en ocasions recollirà el full de resolució d'alguns dels problemes. Addicionalment, es proposaran nous enunciats que s'hauran de treballar en grup a la mateixa classe i dels que s'haurà de lliurar la seva resolució en acabar la sessió. A final de curs, els membres del grup de treball també hauran de contestar un qüestionari a través el Campus Virtual on valoraran el seu propi treball i el del seu grup.

Les pràctiques de laboratori estan reduïdes a només dues sessions, encara que una part important de formació pràctica relacionada amb EFB es farà també a una altre assignatura de primer (Laboratori I). Aquestes sessions han de permetre a l'alumne tenir una perspectiva de la distància entre fer servir de manera crítica unes dades trobades a la literatura científica i produir-les amb les seves pròpies mans.

Per poder assistir-hi a les sessions de pràctiques de laboratori cal que l'estudiant justifiqui haver superat les proves de bioseguretat i de seguretat que trobarà en el Campus Virtual i ser coneixedor i acceptar les normes de funcionament dels laboratoris de la Facultat de Biociències.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de teoria	36	1,44	7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 21
Pràctiques de laboratori	8	0,32	7, 18, 25
Sessions de pràctiques d'aula	10	0,4	2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 18, 21, 22, 24
Tipus: Supervisades			
Lliurament de treballs i interacció a través del Campus Virtual	14	0,56	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 20, 21, 24, 25, 26
Tutories individuals	2	0,08	5, 13
Tipus: Autònomes			

Cerca d'informació, estudi, processament i enviament electrònic de treball supervisat pel Campus Virtual	53	2,12	13, 15, 16, 22
Redacció memòria de pràctiques	4	0,16	7, 16, 18, 25
Resolució de problemes	15	0,6	2, 3, 4, 7, 8, 9, 21, 22, 24

Avaluació

Avaluació

L'avaluació d'aquesta assignatura tindrà el format de continuada amb una prova final de conjunt. L'objectiu de l'avaluació continuada (de la que en formen part les avaluacions de les proves parcials, els lliuraments a través del CV i els lliuraments a classe de problemes) 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 de conjunt serveix per a comprovar que l'estudiant ha assolit el grau necessari d'integració de coneixements de l'assignatura.

Teoria

Avaluació individual mitjançant:

- Dues proves parcials amb preguntes de tipus test. No s'estableixen condicions per a presentar-se a qualsevol de les proves programades.
- Una prova final de conjunt amb el format de preguntes de resposta curta i que cobrirà tot el temari de l'assignatura. Aquesta prova final es farà conjuntament amb el segon parcial de preguntes tipus test i amb una prova de problemes. Cal observar que, la prova final de conjunt+problemes, en suposar un pes en la qualificació global equivalent tan sols al 20% de la nota, no hi haurà recuperació. L'absència de la possibilitat de recuperació per aquesta darrera prova comporta que no existeixi tampoc un mínim de nota exigible per poder aprovar globalment l'assignatura.
- Una prova final de recuperació dels dos exàmens parcials, amb el format de preguntes de tipus test, dirigides a aquells estudiants que, o bé no s'hi hagin pogut presentar o no hagin obtingut una nota superior a 4,0 en un d'ells o en els dos. Aquesta prova és optativa per qui vulgui millorar la nota dels parcials. El qui es presenti a aquesta prova renúncia a la qualificació obtinguda anteriorment en el corresponent parcial

El pes de l'avaluació de teoria serà del 65% del total.

Problemes

Avaluació grupal amb un component addicional d'avaluació individual:

- Resolució dels problemes treballats en grup al llarg del curs i exposició a classe, pauta de manera que tots els grups tinguin oportunitat de resoldre exercicis a la pissarra.
- Resolució en grup de problemes proposats a l'aula.
- La nota obtinguda en aquests dos apartats, inicialment la mateixa per a tots els membres del grup, podrà ser ponderada a partir de les dades d'un qüestionari d'avaluació que cada estudiant farà sobre el treball del seu grup i el seu propi.

Examen individual on es resoldrà un o dos problemes prèviament no tractats a classe i que es farà a la data fixada per l'examen del segon parcial i la prova de conjunt de teoria.

El pes de l'avaluació de problemes serà del 20% del total: un 15% corresponent a l'avaluació grupal i un 5% corresponent a la prova final.

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 notenir 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 15% del total.

Qualificacions

Els tres apartats són indestruïbles, 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 teoria compta globalment un 65% de la nota, l'apartat de problemes un 20% i el de pràctiques el 15% restant. Per poder superar l'assignatura és requisit indispensable haver assolit una nota igual o superior a 4,0 en cada un dels exàmens parcials de teoria. Una vegada acomplert aquest requisit, l'assignatura es considerarà superada quan la nota final sigui igual o superior a 50 sobre un màxim de 100.

Tota participació oral o escrita avaluable que es faci en idioma anglès, excepte la prova final de conjunt, tindrà un factor multiplicador màxim d'1,2 i mínim d'1.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen de conjunt de teoria amb preguntes curtes	15%	1,5	0,06	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 21, 22, 24, 26
Examen de problemes	5%	0,5	0,02	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 21, 22, 24, 26
Lliurament d'exercicis d'autoaprenentatge	5%	1	0,04	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
Lliurament de dossier/qüestionaris de pràctiques	15%	1	0,04	7, 16, 18, 25
Lliurament de problemes resolts i resolució presencial de problemes	15%	1	0,04	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 21, 22, 24, 26
Proves parcials tipus test	45%	3	0,12	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 21, 22, 24, 26

Bibliografia

Els llibres que es recomanen com a bibliografia bàsica de l'assignatura són els següents (per ordre alfabètic):

Última versió publicada:

Baynes JW, Dominiczak MH.

Medical Biochemistry, 5th Edition

Elsevier, 2018.

Última versió del llibre traduïda al castellà:

Baynes JW, Dominiczak MH.

Bioquímica Médica. 4ª Edición.

Editorial Elsevier, 2015

Recurs electrònic gratuït:

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/uab/detail.action?docID=3429739>

Última versió publicada:

Berg JM, Tymoczko JL, Gatto GL, Stryer L.

Biochemistry. 8th Edition.

W.H. Freeman, 2015

Última versió del llibre traduïda al castellà:

Stryer L, Berg JM, Tymoczko JL.

Bioquímica con aplicaciones clínicas. 7ª Edición.

W.H. Freeman, 2013

Última versió publicada:

Lieberman M, Peet A.

Marks' Basic Medical Biochemistry. 5th Edition.

Wolters Kluwer, 2017

Última versió del llibre traduïda al castellà:

Marks AD, Lieberman M.

Bioquímica básica de Marks. Un enfoque clínico. 4ª Edición.

Wolters Kluwer, 2014

Última versió publicada:

McKee T, McKee JR.

Biochemistry. The molecular basis of life. 6th Edition.

Oxford University Press, 2015

Última versió del llibre traduïda al castellà:

McKee T, McKee JR.

Bioquímica. Las bases moleculares de la vida. 5ª Edición.

Mc Graw Hill Education, 2014

Última versió publicada:

Nelson DL, Cox MM.

Lehninger-Principles of Biochemistry. 7th Edition.

Macmillan Learning, 2017

Última versió del llibre traduïda al castellà:

Nelson DL, Cox MM.

Lehninger-Principios de Bioquímica. 6ª Edición.

Ediciones Omega, 2014

Última versió publicada:

Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA

Harper's Illustrated Biochemistry. 30th Edition.

Mc Graw Hill Education, 2015

Última versió del llibre traduïda al castellà:

Murray RK, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA

Harper Bioquímica ilustrada. 29ª Edición.

Mc Graw Hill Education, 2013

Última versió publicada:

Tymoczko JL, Berg JM, Stryer L.

Biochemistry: A Short Course. 3rd Edition

W.H. Freeman, 2016

Última versió del llibre traduïda al castellà:

Tymoczko JL, Berg JM, Stryer L.

Bioquímica. Curso básico. 2ª Edición

Editorial Reverté, 2013

Última versió publicada:

Voet D, Voet JG, Pratt CW.

Principles of Biochemistry, 5th Edition

Wiley, 2016

Última versió del llibre traduïda al castellà:

Voet D, Voet JG, Pratt CW.

Fundamentos de Bioquímica, 4ª Edición

Editorial Médica a Panamericana, 2016

Recurs electrònic gratuït:

Última versión publicada:

Wilson K., Walker J.

Principles and techniques of practical Biochemistry, 8th Ed.

Cambridge University Press, 2018

PROBLEMES

- Textos com Lehninger, Mathews, Stryer contienen problemas al final de cada capítulo.
- Stephenson F.H. (2012) Cálculo en Biología molecular y Biotecnología. 2ª ed. Ed. Elsevier España