

Guia docent

Identificació de l'assignatura

Assignatura / Grup	21752 - Fonaments de Física / 4
Titulació	Doble titulació: grau de Matemàtiques i grau d'Enginyeria Telemàtica - Primer curs Grau d'Enginyeria Telemàtica - Primer curs Grau de Matemàtiques - Quart curs
Crèdits	6
Període d'impartició	Primer semestre
Idioma d'impartició	Català

Professors

Professor/a	Horari d'atenció als alumnes					
	Hora d'inici	Hora de fi	Dia	Data d'inici	Data de fi	Despatx / Edifici
Victor Homar Santaner	16:00	18:00	Dimarts	03/09/2018	28/02/2019	F-329
(Responsable) victor.homar@uib.cat	16:00	19:00	Divendres	03/09/2018	28/02/2019	F-329
Arnau Amengual Pou arnau.amengual@uib.es						Cal concertar cita prèvia amb el/la professor/a per a fer una tutoria
Daniel Argüeso Barriga d.argueso@uib.es						Cal concertar cita prèvia amb el/la professor/a per a fer una tutoria
Alejandro Hermoso Verger alejandro.hermoso@uib.es						Cal concertar cita prèvia amb el/la professor/a per a fer una tutoria
Daniel Martínez Villagrasa dani.martinez@uib.cat						Cal concertar cita prèvia amb el/la professor/a per a fer una tutoria

Contextualització

Aquesta assignatura ofereix l'oportunitat d'aprendre els fonaments electromagnètics, oscil·ladoris i de teoria de circuits necessaris per a afrontar la resta d'assignatures de grau. Es treballen els coneixements físics imprescindibles per a una adequada comprensió i interpretació dels sistemes i mètodes emprats actualment en el món de les telecomunicacions i la telemàtica.

Un Graduat en Enginyeria Telemàtica, per fer front als nous reptes, ha de poder entendre i utilitzar de manera adequada les noves eines tecnològiques posades a la seva disposició, així com les seves limitacions físiques. Totes les eines es basen en conceptes físics i sistemes de mesura elèctrics i electrònics. En aquesta assignatura treballaràs els fonaments per al futur desenvolupament de les teves competències professionals.

Des d'un punt de vista organitzatiu, *Fonaments de Física* s'integra, juntament amb l'assignatura *Introducció a l'Electrònica*, a la matèria de *Física* del mòdul bàsic o inicial de la titulació *Grau en Enginyeria Telemàtica*. Així mateix, i gràcies al seu caràcter introductor i però amb el rigor físico-matemàtic necessari, aquesta assignatura també pot cursar-se com a optativa del Grau de Matemàtiques, i també comptabilitza per a l'obtenció de la corresponent doble titulació.

L'atractiu que té la comprensió dels fenòmens i lleis físiques que ens envolten justifica la necessitat d'aplicar eines matemàtiques elegants. L'ús freqüent d'aquestes eines i tècniques matemàtiques en les activitats programades d'aquesta assignatura causen sovint un cert desànim en aquells estudiants que no compten amb

Guia docent

una base sòlida en derivació, integració, càlcul vectorial bàsic i geometria. Aquest fet s'intenta mitigar amb la revisió d'alguns d'aquests conceptes, així com amb la coordinació amb la resta de professors de la titulació.

Les activitats que es desenvolupen en aquesta assignatura són de tres tipus: Classes teòriques amb presentació a pissarra, mostra d'exemples multimèdia i elaboració d'exercicis il·lustratius en petit grup; Classes de problemes on s'aprèn a resoldre problemes emprant els conceptes apresos a les classes teòriques; i Classes de pràctiques de laboratori on es treballen experimentalment els conceptes clau de l'assignatura.

La millor manera de superar aquesta assignatura és a través de la conscienciació de la seva rellevància curricular i de l'essencialitat dels conceptes que s'hi treballen. L'adquisició de les competències en interpretació de fenòmens, resolució de problemes i comprensió de les lleis físiques s'obté a través del treball continu i des de la primera classe.

El professorat hi posarem tot el que tinguem a les nostres mans per a que gaudiu d'aquesta assignatura.

Requisits

Essent una assignatura de primer curs i programada al primer trimestre, *Fonaments de Física* no té requisits formals. No obstant això, és molt recomanable que aquells estudiants que necessitin un reforç en diferenciació, integració, càlcul vectorial bàsic i geometria es matriculin en cursos de preparació al grau que organitza l'Escola Politècnica Superior de la UIB.

Competències

Específiques

- * Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones, i electromagnetisme; i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria .
- * Comprensió i domini dels conceptes bàsics de sistemes lineals i les funcions i transformades relacionades, teoria de circuits elèctrics, circuits electrònics, principi físic dels semiconductors i famílies lògiques, dispositius electrònics i fotònics, tecnologia de materials i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria .

Genèriques

- * Raonament crític: capacitat per analitzar i valorar diferents alternatives .
- * Resolució de problemes: capacitat per trobar les solucions òptimes a problemes i projectes complexos .
- * Coneixement del programari i les eines informàtiques d'ajuda per a la generació i presentació de la documentació .

Bàsiques

- * Podeu consultar les competències bàsiques que l'estudiant ha d'haver assolit en acabar el grau a l'adreça següent: http://estudis.uib.cat/ca/grau/comp_basiques/

Continguts



Guia docent

Entre els conceptes físics i electrònics bàsics que es tracten en la matèria, i que ha de conèixer tot Graduat en Enginyeria Telemàtica, estan: els fonaments i principis d'oscil·lacions, ones i interferències; introducció a l'electromagnetisme; principis d'acústica i òptica; propagació guiada i no guiada en el domini del temps i de la freqüència; nocions bàsiques de teoria de circuits; elements de circuits passius, lineals i no lineals; elements actius; anàlisi de circuits elèctrics i la seva aplicació a les telecomunicacions; criteris d'elecció i utilització de dispositius electrònics; principis físics dels semiconductors i famílies lògiques; anàlisi de dispositius fotònics i la seva utilització en telecomunicacions i bioenginyeria; principis bàsics de fabricació i disseny de materials i nanomaterials.

S'adjunta a la descripció de cada apartat la seva corresponent càrrega de treball relativa als 6 ECTS totals de l'assignatura. Un 5% de dedicació a un tema significa que s'estima una dedicació total al tema per part de l'estudiant (sessions presencials + treball autònom) de 7.5h (5%*150).

Continguts temàtics

Tema 1. Introducció general a les lleis de l'electromagnetisme

Camps elèctrics i magnètics. Conceptes de flux i circulació. Les lleis fonamentals de l'electromagnetisme. (5%)

BLOC I. CAMPS ELÈCTRIC I MAGNÈTICS ESTÀTICS

Tema 2. Electroestàtica I

Llei de Coulomb. Lleis per camps estàtics. Principi de superposició. Potencial elèctric. Distribucions de càrrega senzilles (cerce, línia de càrrega, disc). Llei de Gauss. Aplicacions (càrrega puntual, línia de càrrega, pla, esfera). Conductors en equilibri. (10%)

Tema 3. Electroestàtica II

El dipol elèctric. L'aproximació dipolar per a una distribució arbitrària de càrregues. Capacitat i condensadors. Energia electroestàtica d'un sistema de càrregues. Energia d'un condensador. Forces sobre conductors. (10%)

Tema 4. Medis dielèctrics

La constant dielèctrica. Càrregues de polarització. Camps de polarització i de desplaçament elèctric. Les lleis electroestàtiques amb dielèctrics. (5%)

Tema 5. Magnetostàtica I

La força de Lorentz. El ciclotró. Forces magnètiques sobre corrents. Les lleis de la magnetostàtica. Llei d'Ampere i aplicacions (fil de corrent i solenoide). (5%)

Tema 6. Magnetostàtica II

La llei de Biot-Savart (camp magnètic creat per un element de corrent). Interacció entre corrents. Energia del camp magnètic. (5%)

BLOC II. CAMPS ELECTROMAGNÈTICS DEPENDENTS DEL TEMPS

Tema 7. Inducció Electromagnètica

Llei de Faraday-Henry. Inducció mútua. Autoinducció. Síntesi de les lleis de Maxwell. (5%)

Tema 8. Corrent altern

Llei d'Ohm. Força electromotriu. Generadors de corrent altern. Elements sensibles al corrent altern: bobines i condensadors. Representació complexa. Circuits RC, RL, i RLC. Ressonància. Filtres. Potència en circuits de corrent altern. (10%)

Tema 9. Introducció a les ones

Ones harmòniques: amplitud, freqüència, longitud d'ona, velocitat de propagació. Equació del moviment ondulatori. Exemples. Ones sonores. Velocitat de fase i de grup. Mitjans dispersius. (5%)

Tema 10. Ones electromagnètiques



Guia docent

Equació d'ones per als camps elèctric i magnètic. Espectre de la radiació electromagnètica. Producció d'ones electromagnètiques. Circuits oscil·ladors, dipols oscil·lants, antenes. Propagació d'ones electromagnètiques: índex de refracció, dispersió. Ones confinades: cavitats ressonants, fil coaxial, guies d'ones. Recepció d'ones electromagnètiques. (10%)

Tema 11. Òptica

Camí òptic. Principi de Fermat. Lleis generals de l'Òptica Geomètrica. Reflexió. Miralls. Refracció. Lents. (5%)

PRÀCTIQUES DE LABORATORI. Sessions de pràctiques. Dedicació: 25%

- P1. El transformador
- P2. Llei d'Ohm. Característica I-V
- P3. Camp elèctric: línees de camp i superfícies equipotencials
- P4. Mesures del camp magnètic
- P5. Determinació de la velocitat del so
- P6. òptica
- P7. Fenòmens magnètics i electromagnètics

Metodologia docent

En aquesta assignatura treballam els conceptes i competències a través de dues tècniques metodològiques: discussió teòrica a classe liderada pel professor i classes de problemes i pràctiques, liderades per l'estudiant.

El contingut teòric es presentarà a través de classes presencials, seguint un o dos llibres de text de referència, que serviran per fixar els coneixements lligats a les competències previstes.

A les classes de problemes s'aplicaran les definicions i propietats exposats en les classes teòriques, de manera que en aquestes classes pràctiques els estudiants s'iniciïn en les competències previstes. En aquestes classes pràctiques els estudiants podran compartir amb els seus companys i amb el professor els dubtes que trobin i s'organitzaran petits grups que hauran de treballar sobre problemes prèviament assignats, els quals es lliuraran al final de la sessió i hauran de ser exposats posteriorment.

L'objectiu de les set pràctiques programades en el laboratori és el de treballar des d'un punt de vista experimental alguns dels fenòmens electromagnètics, ondulatoris i òptics vistos a les classes teòriques, i implicaran el muntatge d'un dispositiu experimental, l'adquisició de mesures, la realització de càlculs i gràfiques i la posterior interpretació dels resultats obtinguts. Sempre que es consideri convenient, s'utilitzaran mitjans informàtics.

La metodologia que han d'emprar els estudiants en les hores no presencials d'aquesta assignatura consistirà en l'estudi i revisió dels conceptes teòrics plantejats i discutits a les classes de teoria amb consulta continua de la bibliografia, resolució de problemes plantejats, càlcul de resultats de les pràctiques i realització d'un informe de pràctiques.

De tot això, els estudiants hauran de respondre, mitjançant el lliurament i exposició dels exercicis proposats, l'elaboració de l'informe de pràctiques i la realització d'exàmens parcial i global. L'assignatura és susceptible de participar en el projecte Aula Digital promogut per la UIB, dedicat a l'ensenyament flexible i a distància, que incorpora l'ús de la telemàtica a l'ensenyament universitari, a través de l'eina Moodle.

Guia docent

Volum de treball

Aquesta assignatura està dissenyada per a ser superada quan s'hi dediquen un total d'unes 150h, de les quals 90h són de treball autònom. Això implica que cada sessió de teoria o problemes requereix de 2 hores de treball autònom per a consolidar aspectes teòrics o practicar la resolució de problemes de manera autònoma. Amb més freqüència del desitjable, l'estudiant no assumeix la càrrega no presencial i les dificultats per a superar l'assignatura es multipliquen.

És fortament recomanat distribuir les hores de treball autònom al llarg del semestre i vincular-les a les sessions presencials.

Activitats de treball presencial (2,4 crèdits, 60 hores)

Modalitat	Nom	Tip. agr.	Descripció	Hores
Classes teòriques	Presentació i discussió de conceptes teòrics	Grup gran (G)	Mitjançant el mètode expositiu i la promoció de la participació dels estudiants, el professor presentarà i promourà l'aprenentatge dels fonaments teòrics, així com l'exemplificació pràctica dels principis i fonaments físics inclosos en les diferents unitats didàctiques de què consta l'assignatura. A més, s'oferirà informació per a cada unitat didàctica sobre el material didàctic que haurà d'utilitzar l'alumnat per a repassar i assimilar els continguts amb treball autònom.	27.5
Classes pràctiques	Resolució de problemes	Grup gran (G)	Mitjançant el mètode de resolució d'exercicis i problemes de diferent nivell de dificultat, l'alumne posarà en pràctica els fonaments teòrics exposats en les classes de teoria. El professor i els propis companys assistiran discutint i resolent els dubtes teòrics-pràctics que sorgeixin. Es programaran lliuraments de problemes al final de les sessions.	14
Classes de laboratori	Realització de pràctiques de laboratori	Grup mitjà (M)	Amb la supervisió i assistència del professor, es realitzaran set sessions pràctiques en el Laboratori de Física. Les pràctiques es realitzaran per parelles i els estudiants disposaran d'un guió explicatiu de cadascuna de les pràctiques. Els estudiants hauran de realitzar els càlculs necessaris de cada pràctica. Al final del calendari de sessions ordinàries de pràctiques, disposaran d'una sessió de pràctiques extraordinària per a refer mesures d'aquelles pràctiques que no hagin donat resultats acceptables, si escau.	14
Avaluació	Examen global	Grup gran (G)	Es realitzarà un examen global corresponent a la convocatòria oficial, consistent en la resolució de qüestions teòriques i problemes. Aquest examen s'ha de fer en la seva totalitat pels alumnes que no hagin realitzat o superat l'examen parcial. Qui hagués superat el parcial, tindrà l'opció d'examinar únicament de la segona meitat del temari.	1.5
Avaluació	Examen parcial	Grup gran (G)	L'examen parcial consisteix en la resolució de qüestions teòriques i problemes que comprendrà aproximadament la meitat del temari.	3

Guia docent

Modalitat	Nom	Tip. agr.	Descripció	Hores
			Aquesta avaluació continuada permetrà a l'alumne calibrar el seu seguiment de l'assignatura, a més de possibilitar l'eliminació de matèria de l'examen global si es supera.	

A començament del semestre hi haurà a disposició dels estudiants el cronograma de l'assignatura a través de la plataforma UIBdigital. Aquest cronograma inclourà almenys les dates en què es faran les proves d'avaluació contínua i les dates de lliurament dels treballs. A més, el professor o la professora informará els estudiants si el pla de treball de l'assignatura es durà a terme a través del cronograma o per una altra via, inclosa la plataforma Aula Digital.

Activitats de treball no presencial (3,6 crèdits, 90 hores)

Modalitat	Nom	Descripció	Hores
Estudi i treball autònom individual pràctiques	Realització de l'informe de pràctiques	Després d'haver completat totes les sessions de pràctiques de laboratori, s'assignarà a cada alumne una de les set pràctiques, de la qual n'haurà d'elaborar un informe detallat, sobre el qual haurà de treballar de manera autònoma. L'informe ha de recollir tots els aspectes de la pràctica: objectiu, fonaments teòrics, dispositiu experimental, mesures, càlculs i resultats, discussió de resultats, conclusions i referències bibliogràfiques emprades. Aquest treball és autònom i requereix d'una contribució personal molt significativa en quant a interpretació i discussió de resultats i conclusions.	24
Estudi i treball autònom individual o en grup	Estudi i assimilació de conceptes	Les exposicions i discussions teòriques a les sessions presencials hauran d'anar seguides d'estudi i treball autònom en el qual l'alumne haurà d'aprofundir en la matèria des del punt de vista teòric i pràctic. Per facilitar aquesta tasca, s'indicaran les referències bibliogràfiques de la matèria i es proposaran col·leccions específiques de problemes. L'estudiant haurà de revisar el material treballat a classe, estudiar les seccions corresponents de la bibliografia i practicar amb senzills exercicis teòrico-pràctics.	66

Riscs específics i mesures de protecció

Les activitats d'aprenentatge d'aquesta assignatura no comporten riscos específics per a la seguretat i salut dels alumnes i, per tant, no cal adoptar mesures de protecció especials.

Avaluació de l'aprenentatge dels estudiants

Les competències treballades a l'assignatura seran valorades mitjançant l'aplicació d'una sèrie de procediments d'avaluació. A la taula següent es descriu, per a cada procediment d'avaluació, els criteris d'avaluació i el seu pes en la qualificació de l'assignatura segons l'itinerari avaluatiu. Un dels procediments d'avaluació és la presentació escrita i oral de la solució als problemes assignats a les classes pràctiques. Els altres procediments són l'examen parcial i global en què els estudiants hauran de respondre a qüestions teòriques i resoldre problemes relacionats amb els temes i problemes exposats a classe, demostrant les competències previstes, i el lliurament d'un informe individual d'una de les pràctiques.

Guia docent

El sistema de qualificacions s'expressarà mitjançant qualificació numèrica entre 0 i 10 per a cada activitat avaluativa, la qual serà ponderada segons el seu pes a fi d'obtenir la qualificació global de l'assignatura. És molt important tenir en compte el següent:

- * A més d'exigir-se que la mitjana ponderada anterior no sigui inferior a 5, **és requisit indispensable per poder superar l'assignatura haver obtingut un mínim de 4 punts en cadascuna de les activitats avaluatives** (examen, problemes i informe de pràctiques).
- * L'examen parcial permetrà eliminar matèria (únicament per a l'examen global de la convocatòria ordinària, no per a la extraordinària) si la seva qualificació no és inferior a 4, contribuint en aquest cas a la meitat de la nota de l'examen global.
- * El caràcter "no presentat" de l'assignatura vindrà donat per la no compareixença a l'examen global. **La no realització dels altres elements d'avaluació (problemes i informe) serà valorada amb un 0.**
- * Encara que l'informe de pràctiques assignat a cada alumne correspon a només una de les pràctiques de laboratori, és obligatori haver-les realitzat totes. Això implica assistència obligatòria a totes les sessions ordinàries.
- * Els alumnes "no presentats" o que no hagin superat l'assignatura al febrer podran fer-ho al juliol mitjançant la repetició obligatòria de les activitats que no hagin arribat a un 5 en febrer i després de l'aplicació dels mateixos criteris anteriors.
- * **No s'accepta la possibilitat de pujar nota a la convocatòria extraordinària** d'activitats ja superades a la convocatòria ordinària.

Frau en elements d'avaluació

D'acord amb l'article 33 del Reglament acadèmic, "amb independència del procediment disciplinari que es pugui seguir contra l'estudiant infractor, la realització demostradorament fraudulenta d'algun dels elements d'avaluació inclosos en guies docents de les assignatures comportarà, a criteri del professor, una menysvaloració en la seva qualificació que pot suposar la qualificació de «suspens 0» a l'avaluació anual de l'assignatura".

Resolució de problemes

Modalitat	Classes pràctiques
Tècnica	Proves d'execució de tasques reals o simulades (recuperable)
Descripció	Mitjançant el mètode de resolució d'exercicis i problemes de diferent nivell de dificultat, l'alumne posarà en pràctica els fonaments teòrics exposats en les classes de teoria. El professor i els propis companys assistiran discutint i resolent els dubtes teòrico-pràctics que sorgeixin. Es programaran lliuraments de problemes al final de les sessions.
Criteris d'avaluació	Mitjançant el plantejament de problemes relacionats amb la matèria exposada a classe i la seva resolució a les classes pràctiques per part dels estudiants, es valorarà l'adequació dels procediments aplicats per resoldre els exercicis proposats i l'exactitud dels resultats obtinguts, així com l'eficàcia del format de presentació, la claredat de l'exposició i el grau de preparació de la matèria. El caràcter recuperable de l'activitat consisteix en la presentació d'un full de problemes resolt pel juliol, en cas de no haver superat aquesta activitat pel febrer. Per a aquesta activitat es pot considerar un Itinerari B que no requereixi la presencialitat de l'estudiant.

Percentatge de la qualificació final: 25% amb qualificació mínima 4



Guia docent

Examen global

Modalitat	Avaluació
Tècnica	Proves objectives (recuperable)
Descripció	Es realitzarà un examen global corresponent a la convocatòria oficial, consistent en la resolució de qüestions teòriques i problemes. Aquest examen s'ha de fer en la seva totalitat pels alumnes que no hagin realitzat o superat l'examen parcial. Qui hagués superat el parcial, tindrà l'opció d'examinar únicament de la segona meitat del temari.
Críteris d'avaluació	Mitjançant el plantejament de qüestions teòriques i problemes relacionats amb la matèria exposada a classe i els procediments de resolució de les classes pràctiques, es valorarà el coneixement teòric de l'estudiant i la seva habilitat per aplicar a nivell pràctic els fonaments teòrics i els procediments treballats. Es valorarà l'adequació dels procediments aplicats per resoldre els exercicis proposats i l'exactitud dels resultats obtinguts. En cas d'haver de fer l'examen de febrer, s'haurà de fer en qualsevol cas el global, sense possibilitat d'eliminar matèria del parcial.

Percentatge de la qualificació final: 50% amb qualificació mínima 4

Examen parcial

Modalitat	Avaluació
Tècnica	Proves objectives (recuperable)
Descripció	L'examen parcial consisteix en la resolució de qüestions teòriques i problemes que comprendrà aproximadament la meitat del temari. Aquesta avaluació continuada permetrà a l'alumne calibrar el seu seguiment de l'assignatura, a més de possibilitar l'eliminació de matèria de l'examen global si es supera.
Críteris d'avaluació	Mitjançant el plantejament de qüestions teòriques i problemes relacionats amb la matèria exposada a classe i els procediments de resolució de les classes pràctiques, es valorarà el coneixement teòric de l'estudiant i la seva habilitat per aplicar a nivell pràctic els fonaments teòrics i els procediments treballats. Es valorarà l'adequació dels procediments aplicats per resoldre els exercicis proposats i l'exactitud dels resultats obtinguts.

Percentatge de la qualificació final: 0% amb qualificació mínima 4

Realització de l'informe de pràctiques

Modalitat	Estudi i treball autònom individual
Tècnica	Informes o memòries de pràctiques (recuperable)
Descripció	Després d'haver completat totes les sessions de pràctiques de laboratori, s'assignarà a cada alumne una de les set pràctiques, de la qual n'haurà d'elaborar un informe detallat, sobre el qual haurà de treballar de manera autònoma. L'informe ha de recollir tots els aspectes de la pràctica: objectiu, fonaments teòrics, dispositiu experimental, mesures, càlculs i resultats, discussió de resultats, conclusions i referències bibliogràfiques emprades. Aquest treball és autònom i requereix d'una contribució personal molt significativa en quant a interpretació i discussió de resultats i conclusions.
Críteris d'avaluació	L'estudiant lliurarà un document tècnic relatiu a l'execució d'una de les pràctiques de laboratori. El document ha de reflectir clarament els diferents aspectes de la pràctica: objectiu, fonaments teòrics, dispositiu experimental, mesures, càlculs i resultats, discussió de resultats, conclusions i referències bibliogràfiques emprades. Amb



Guia docent

aquest informe s'avaluarà l'habilitat de l'estudiant per aplicar a nivell pràctic els coneixements adquirits durant el curs així com l'eficàcia del format de presentació, la claredat d'idees i el grau de preparació de la matèria.

Percentatge de la qualificació final: 25% amb qualificació mínima 4

Recursos, bibliografia i documentació complementària

Els continguts d'aquesta assignatura són molt universals i presents en qualsevol font bibliogràfica o de material en línia de Física Universitària. A més dels llibres en que estan basades les sessions, hi ha fulls de problemes i material complementari com enllaços i vídeos d'internet que pretenen ajudar a entendre els continguts i contribuir a la motivació pel seu aprenentatge.

Tot el material es posarà a disposició dels estudiants a través de l'Aula Digital.

Bibliografia bàsica

- Física General, Vol. II: Campos y Ondas, M. Alonso y E.J. Finn, Fondo Educativo Interamericano 1976.
- Física, Parte II, D. Halliday, R. Resnick, Compañía Editorial Continental S.A. 1977.

Bibliografia complementària

- Física, Vol. II: Electromagnetismo, R.P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, Editorial Addison-Wesley Iberoamericana 1987.

Altres recursos

- Col·leccions de problemes i guions de les pràctiques de laboratori.
- Enllaços i vídeos online.

