



Guia docent 220094 - AF - Ampliació de Física

Última modificació: 22/04/2022

Unitat responsable: Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2022 **Crèdits ECTS:** 7.5 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: Vilaseca Alavedra, Ramon
Pons Rivero, Antonio Javier

Altres: Calaf Zayas, Jaume
Cañadas Lorenzo, Juan Carlos
Masoller, Cristina
Mudarra Lopez, Miguel

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements bàsics de Física i Matemàtiques corresponents a les assignatures de Física I, Física II, Càlcul I, Àlgebra Lineal i Càlcul II.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. 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.

METODOLOGIES DOCENTS

Sessions de teoria i classes de problemes:

Les classes de teoria es realitzaran en l'aula, amb tot el grup simultàniament, i consistiran en classes expositives i de síntesi, on es presentaran els conceptes i exemples d'aplicacions.

En les classes de problemes es mostraran i s'exercitaran les tècniques de resolució de situacions pràctiques.

En les sessions de pràctiques els estudiants realitzaran estudis qualitius i quantitius dels fenòmens electromagnètics que es tracten a l'assignatura. Aquestes sessions de pràctiques tindran dues hores de durada, amb periodicitat quinzenal. També es proposaran supòsits de caràcter pràctic amb la finalitat de que els estudiants s'exercitin en la resolució de problemes de manera dirigida.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu d'aquesta assignatura és que l'estudiant conegui els principis bàsics de la teoria electromagnètica, tant en el buit com en els medis materials, així com llurs aplicacions en els diferents camps d'interès per a l'enginyeria industrial. També, els estudiants hauran d'adquirir coneixements pràctics i habilitats en les aplicacions dels camps electromagnètics en els esmentats temes d'interès per a l'enginyeria industrial.



HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	112,5	60.00
Hores grup gran	47,0	25.07
Hores grup petit	14,0	7.47
Hores grup mitjà	14,0	7.47

Dedicació total: 187.5 h

CONTINGUTS

1 Electrostatica en el buit

Descripció:

(Paper de l'assignatura en el marc de la titulació)

Les forces a la natura. La càrrega elèctrica i la seva presència en els constituents de la matèria.

Llei de Coulomb. Principi de superposició.

Camp elèctric. Línies de camp

Distribucions contínues de càrrega.

Llei de Gauss.

Potencial electrostàtic.

Treball i energia potencial electrostàtica.

Equacions diferencials i condicions de frontera per al camp i el potencial.

Objectius específics:

- Conèixer la fenomenologia associada a la càrrega elèctrica i les propietats d'aquesta
- Conèixer el significat físic dels conceptes de camp i potencial electrostàtics.
- Adquirir la capacitat de determinar el camp electrostàtic associat a distribucions de càrregues discretes i contínues aplicant diferents mètodes: principi de superposició i integració directa, aplicació del teorema de Gauss, i per derivació del potencial.
- Adquirir la capacitat de determinar el potencial electrostàtic associat a distribucions de càrregues discretes i contínues aplicant diferents mètodes: principi de superposició i integració directa, integració del camp, i per resolució de les equacions de Poisson o Laplace.
- Conèixer la relació directa que té el potencial amb el treball (treball necessari per desplaçar càrregues) i amb l'energia potencial electrostàtica d'una càrrega o d'un conjunt de càrregues.
- Assolir la capacitat de determinar l'energia electrostàtica associada a una distribució de càrrega i interpretar el seu resultat.

Activitats vinculades:

Actius. 1 a 5

Dedicació: 23h 15m

Grup gran/Teoria: 5h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 15m

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 15h



2 Electrostàtica amb medis conductors. Capacitat

Descripció:

Conductor aïllat. Capacitat.
Conductor sotmés a un camp exterior.
Influència electrostàtica. Apantallament. Gàbia de Faraday. Aplicacions.
Condensadors. Tipus, energia emmagatzemada.
Forces entre conductors.
Sistemes de conductors.

Objectius específics:

Conèixer els comportaments dels medis materials conductors sota l'acció de camps elèctrics

- Saber determinar el valor del camp i potencial electrostàtics creats per sistemes de conductors carregats.
- Conèixer el concepte de capacitat d'un conductor i d'un condensador i el seu significat físic i pràctic, així com adquirir l'habilitat per la seva determinació.
- Conèixer els principis de la influència entre conductors i la relació que resulta entre les càrregues i els potencials en els sistemes de conductors en influència.
- Conèixer l'aplicació pràctica dels conductors a l'apantallament electrostàtic.
- Saber determinar l'energia emmagatzemada en un condensador, i interpretar les forces entre conductors a partir de consideracions energètiques.

Activitats vinculades:

Activs. 1 a 5

Dedicació: 21h

Grup gran/Teoria: 5h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 13h



3 Electrostàtica en medis dielèctrics

Descripció:

Introducció. Dipol elèctric. Camp creat i forces sobre el dipol. Quadrupol.

Tipus de materials dielèctrics. Ferroelèctrics.

Magnituds utilitzades: Polarització, càrregues de polarització, Desplaçament elèctric.

Acció del camp elèctric sobre un dielèctric. Règims: lineal, ruptura dielèctrica. Importància pràctica.

Règim lineal: constant dielèctrica, susceptibilitat elèctrica.

Condensadors amb medis dielèctrics.

Energia. Forces sobre dielèctrics.

Llei de Gauss generalitzada.

Condicions de contorn a la superfície de separació entre medis.

Fenòmens mixtes: piezo-electricitat, piro-electricitat. Aplicacions.

Objectius específics:

- Conèixer el concepte de dipol elèctric, el seu moment dipolar associat, l'efecte d'un camp elèctric extern (uniforme i no uniforme) sobre un dipol "rígid", i adquirir la capacitat de determinar el camp i potencial electrostàtics que creen els dipols.
- Conèixer els diferents tipus de medis materials dielèctrics, així com el seu comportament en front del camp elèctric i la seva forma de resposta.
- Entendre els conceptes de permitivitat, constant dielèctrica, rigidesa elèctrica.
- Conèixer els mecanismes bàsics de la polarització i adquirir l'habilitat de determinar les càrregues de polarització i la capacitat d'interpretar el seu significat físic.
- Conèixer les relacions entre els camps de desplaçament, elèctric i de polarització i d'aquests amb les seves fonts.
- Conèixer la influència benèfica dels dielèctrics en els condensadors, i en l'aïllament elèctric en general.
- Saber determinar l'energia electrostàtica en presència de dielèctrics i evaluar les forces que actuen sobre ells.
- Adquirir la capacitat de establir i discutir les condicions de contorn del camp elèctric, del camp de desplaçament i del potencial.
- Conèixer fenòmens mixtes tals com la piezo-electricitat i les seves creixents aplicacions tecnològiques.

Activitats vinculades:

Actius. 1 a 5

Dedicació: 20h 45m

Grup gran/Teoria: 5h 15m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 13h



4 Electrocinètica

Descripció:

Tipus de corrents elèctrics.

Intensitat i densitat de corrent.

Equació de continuïtat.

Corrent continu en materials: Conductivitat i mobilitat elèctrica. Interpretació física. Llei d'Ohm. Resistència elèctrica.

Superconductors, conductors, semiconductors i aïllants. Dependència en la temperatura.

Associació de resistències.

Dissipació d'energia. Llei de Joule.

Generadors. Força electromotriu. Receptors; acumuladors i motors.

Lleis de Kirchhoff.

Efectes mixtes: termo-elèctrics i opto-electrònics (breu)

Objectius específics:

- Conèixer el processos bàsics de transport de càrrega i les magnitud físiques associades.
- Conèixer el principi de conservació de la càrrega i la seva formulació matemàtica.
- Conèixer l'origen de la llei d'Ohm i les possibles formes d'expressar-la, així com l'existència dels diferents tipus de materials segons la seva conductivitat.
- Adquirir la capacitat de determinar la resistència elèctrica d'un conductor de forma geomètrica senzilla, així com la d'un conjunt de resistències associades.
- Conèixer i comprendre el procés de dissipació de potència en forma de calor en un conductor pel que circula un corrent.
- Conèixer el concepte de força electromotriu.
- Entendre les regles de Kirchhoff en funció de principis bàsics i adquirir l'habilitat de resoldre problemes de circuits de corrent continu en condicions estacionaries.
- Conèixer aplicacions tecnològiques basades en els principis mostrats.
- Conèixer l'existència de fenòmens mixtes termo- i opto-electrònics.

Activitats vinculades:

Actius. 1 a 5

Dedicació: 22h 45m

Grup gran/Teoria: 5h 45m

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 13h



5 Magnetostàtica

Descripció:

Forces entre corrents estacionaris: llei d'Ampère.

Camp magnètic: llei de Biot i Savart. Força associada al camp magnètic.

Camp magnètic i força magnètica en configuracions bàsiques: fils conductors rectilinis, espires i solenoides. Moment dipolar magnètic. Aplicacions pràctiques.

Altres casos. Corrents laminars o volúmics, efecte Hall.

Teorema d'Ampère. Aplicacions.

Equacions diferencials per al camp magnètic. Potencial vector.

Força de Lorentz (sobre càrregues lliures). Exemples d'aplicació. Sincrotró.

Objectius específics:

- Que l'estudiant conegui les equacions bàsiques del camp magnètic estacionari i les seves implicacions físiques.
- Adquirir la capacitat de determinar el camp magnètic produït per corrents estacionaris, i en especial en els casos de més interès pràctic, mitjançant integració directa i aplicant el teorema d'Ampère.
- Adquirir l'habilitat de determinar la força i el parell que rep un conductor pel que circula un corrent, quant està sotmès a un camp magnètic extern, en particular en les situacions de més interès pràctic.
- Conèixer els efectes de les combinacions de camps elèctrics i magnètics sobre el moviment de càrregues puntuals. Conèixer aplicacions actuals tals com la radiació sincrotró, etc.

Activitats vinculades:

Activs. 1 a 5

Dedicació: 23h 45m

Grup gran/Teoria: 5h 45m

Grup mitjà/Pràctiques: 2h 15m

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 13h 45m



6 Inducció electromagnètica

Descripció:

Llei de Henry-Faraday. Llei de Lenz.

Inducció per variació del camp magnètic en el temps. Autoinductància. Inductància mútua. Aplicacions.

Energia magnètica.

Inducció per desplaçament, rotació o variació de l'àrea d'un circuit. Aplicacions; generació de corrent altern.

Corrents de Foucault. Conseqüències i aplicacions pràctiques.

Relació entre energia i força magnètica.

Objectius específics:

- Conèixer els fenòmens d'inducció magnètica i adquirir la capacitat de calcular la força electromotriu induïda, el corrent i camp induït en situacions en les que les variacions de flux magnètic es produeixen tant en medis estacionaris com en medis no estacionaris.
- Conèixer el significat físic de la llei de Lenz i el seu ús per a la determinació ràpida del sentit dels corrents i forces induïts.
- Conèixer les lleis que regeixen els fenòmens d'autoinducció i inducció mútua y capacitat d'aplicar-les en situacions senzilles.
- Conèixer la idoneïtat genèrica dels fenòmens magnètics i de la inducció electromagnètica per a la generació de corrent elèctric altern i per al disseny de motors elèctrics.
- Entendre i calcular l'energia emmagatzemada en el camp magnètic en un sistema de corrents lliures, i adquirir la capacitat de determinar la força entre dos circuits a partir de consideracions energètiques.

Activitats vinculades:

Activs. 1 a 5

Dedicació: 22h

Grup gran/Teoria: 4h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 2h 15m

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 13h 45m



7 Magnetisme en medis materials

Descripció:

Origen del magnetisme en els materials.

Imantació. Densitats de corrent equivalent. Camp d'intensitat magnètica H .

Condicions de continuïtat per a B i H . Generalització del teorema d'Ampère.

Susceptibilitat i permeabilitat magnètiques.

Materials diamagnètics. Resposta a camps magnètics.

Materials paramagnètics. Resposta a camps magnètics.

Materials ferromagnètics. Dominis de Weiss. Resposta a camps magnètics. Cicle d'histèresi. Energia magnètica.

Aplicacions: Transformador. Circuits magnètics, reluctància. Electroimants. Imants permanents.

Objectius específics:

- Conèixer els comportaments magnètics dels diferents tipus de medis materials en presència de camps.
- Entendre els fonaments dels mecanismes microscòpics que donen lloc, en cada tipus de material, a la imantació corresponent i adquirir l'habilitat de determinar els camps quan hi ha medis presents.
- Conèixer en especial els medis ferromagnètics i en particular el fenomen de la histèresi magnètica.
- Conèixer el concepte de densitats de corrents equivalents i el seu significat físic.
- Entendre les relacions entre els camps de densitat de flux magnètic, intensitat magnètica i imantació, i d'aquests amb les seves fonts.
- Adquirir la capacitat d'establir i discutir les condicions de contorn dels camps d'inducció magnètica i intensitat de camp magnètic.
- Familiaritzar-se amb la terminologia dels circuits magnètics i adquirir habilitats per resoldre problemes senzills relacionats amb ells.
- Conèixer aplicacions dels materials ferromagnètics tals com els transformadors, els electroimants, sabent-ne calcular la força portant, i els imants permanents.

Activitats vinculades:

Actius. 1 a 5

Dedicació: 22h 15m

Grup gran/Teoria: 5h 45m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 13h



8 Circuits de corrent elèctric no estacionari. Corrent altern

Descripció:

Circuit RC: càrrega i descàrrega del condensador.
Circuit RL: transitoris de connexió i desconnexió.
Circuit LC: oscil·ladors. Aplicacions. Circuit RLC sense generador.
Corrent altern: Circuit RLC sèrie connectat a un generador altern.
Reactància, impedància. Desfasaments entre corrent i tensions.
Pas de la notació real als fasors i a la notació complexa.
Potència. Factor de potència. Ressonància.
(Filtres).

Objectius específics:

- Conèixer i saber calcular els temps de resposta dels transitoris en circuits RC i RL.
- Conèixer la capacitat dels circuits LC (i RLC) de generar corrents i tensions alternes (oscil·ladors), i saber-les calcular.
- Conèixer el comportament dels elements passius ideals davant el pas d'un corrent altern estacionari.
- Entendre les magnituds associades als corrents alterns estacionaris, així com el concepte de ressonància.
- Adquirir capacitat de aplicar les regles de Kirchhoff per a resoldre circuits de corrent altern en règim estacionari.
- Conèixer aplicacions tecnològiques basades en els principis mostrats.

Activitats vinculades:

Activs. 1 a 5

Dedicació: 20h 45m

Grup gran/Teoria: 5h 15m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h

9 Equacions de Maxwell i ones electromagnètiques

Descripció:

Inducció elèctrica. Corrent de desplaçament.
Equacions de Maxwell.
Equació d'ones. Ones electromagnètiques.
Espectre electromagnètic. Propietats i aplicacions de les ones, en cada domini de l'espectre.
Flux de potència electromagnètica: vector de Poynting.
Moment d'una ona electromagnètica: pressió de radiació. Polarització.

Objectius específics:

- Entendre el fenomen d'inducció elèctrica i el corrent de desplaçament.
- Conèixer les equacions fonamentals i constitutives dels camps electromagnètics.
- Conèixer els diferents dominis i subdominis de l'espectre electromagnètic, i les aplicacions principals de les ones en cada un d'ells.
- Entendre el formalisme utilitzat per a la descripció dels fenòmens ondulatoris en general, i les ones electromagnètiques en particular.
- Conèixer el concepte de densitat de flux de potència electromagnètica i la seva magnitud associada, el vector de Poynting.
- Entendre el moment d'una ona electromagnètica i el concepte de pressió de radiació. Entendre el concepte de polarització i conèixer-ne els tipus.

Activitats vinculades:

Activs. 2 i 5

Dedicació: 11h

Grup gran/Teoria: 4h 15m

Grup mitjà/Pràctiques: 0h 45m

Aprenentatge autònom: 6h

ACTIVITATS

1.- CLASSES DE PROBLEMES

Descripció:

Preparació prèvia i posterior de les sessions pràctiques i de problemes i assistència a aquestes.

Objectius específics:

Adquirir les habilitats necessàries per a una correcta interpretació dels problemes de l'assignatura, així como capacitat de resolució d'aquestos.

Preparació per a la part pràctica dels exàmens de l'assignatura.

Resolució de dubtes en relació al temari de l'assignatura.

Material:

Exercicis a la plataforma ATENEA.

Recull de problemes de l'assignatura (a ATENEA)

Dedicació: 51h

Grup mitjà/Pràctiques: 14h

Aprenentatge autònom: 37h

2.- CLASSES DE TEORIA

Descripció:

Preparació prèvia i posterior de les sessions de teoria i assistència a aquestes

Objectius específics:

Adquirir els coneixements necessaris per a una correcta interpretació dels continguts. Preparació per a la part teòrica i pràctica dels exàmens de l'assignatura.

Resolució de dubtes en relació al temari de l'assignatura.

Material:

Apunts i transparències a la plataforma Atenea.

Bibliografia general de l'assignatura.

Dedicació: 86h

Grup gran/Teoria: 42h

Aprenentatge autònom: 44h

3.- CLASSES DE PRÀCTIQUES DE LABORATORI

Descripció:

L'assignatura d'Ampliació de Física té, com un dels seus trets característics, la realització de pràctiques de laboratori. Aquestes pràctiques es duran a terme al Laboratori de Física, en equips de dues persones, en sessions de dues hores. Abans de la sessió al laboratori, l'alumnat haurà d'haver fet una lectura prèvia del guió i redactat un resum de la pràctica, a fi i efecte de què l'estudiantat identifiqui la motivació, els objectius, el material necessari, el mètode experimental i els resultats esperats en l'experiment. Al Laboratori els grups prenen les dades, i fan un tractament inicial de les mateixes, per veure la consistència dels seus resultats. Posteriorment, elaboraran un informe sobre la pràctica realitzada, en el que s'inclouran taules, gràfiques i càlcul d'errors.

Objectius específics:

Al finalitzar la pràctica, l'alumnat haurà de ser capaç de:

1. Entendre la motivació de la pràctica i la justificació física de la mateixa.
2. Identificar el diferent material que s'utilitzarà.
3. Comprendre el mètode empleat en la consecució dels objectius (mètode científic)
4. Manipular correctament el dispositiu experimental emprat
5. Presentar en forma de taula un conjunt de dades experimentals. Representar de forma gràfica aquestes dades, i fer un ajust a un model, si s'escau.
6. Dur a terme un càlcul de la propagació d'errors inherents a la mesura experimental.
7. Treballar en equip, panificar tasques i assumir responsabilitats.
8. Conèixer els procediments i les normes bàsiques de seguretat en el treball de laboratori.

Material:

El material necessari el trobarà Laboratori. Els guions de les pràctiques estan disponibles a ATENEA.

Lliurament:

Resum de la pràctica realitzat abans de la sessió.

Informe de la pràctica realitzada 15 dies després de la sessió al laboratori.

Dedicació: 32h

Grup petit/Laboratori: 14h

Aprenentatge autònom: 18h

4.- ACTIVITATS PER FER O ENTREGAR

Descripció:

Propostes de treballs i/o exercicis sota la supervisió del professor

Objectius específics:

Adquirir habilitat en l'anàlisi i la resolució de situacions pràctiques. Adquirir capacitat de presentar de manera ordenada la resolució de problemes i els raonaments sobre els continguts de l'assignatura, o bé la descripció d'una aplicació.

Lliurament:

Es presentarà (oralment o per escrit) la resolució del treball i/o exercici proposats, tot respectant les indicacions i calendaris donats pel professor.

Dedicació: 13h 30m

Aprenentatge autònom: 13h 30m

5.- PROVES D'AVUACIÓ

Descripció:

Es realitzaran proves d'avaluació de:

- Coneixement de continguts,
- Capacitat de resolució de problemes pràctics, ja siguin nous, ja siguin basats en pràctiques realitzades al laboratori.

Es donen més detalls en l'apartat de "Sistema de Qualificació". En particular, s'especifica que hi haurà un examen parcial i un examen final, entre altres actes avaluatius.

Objectius específics:

- Ajudar a l'estudiant a adquirir els coneixements i competències previstos en l'assignatura, i demostrar que els coneix i domina.
- Ajudar a l'estudiant a practicar l'anàlisi i síntesi, i estimular la capacitat d'iniciativa i d'enfrontament de problemes mitjançant la resolució de problemes pràctics, demostrant-ho.
- Ajudar a l'estudiant a fixar-se millor i recordar els fenòmens observats al laboratori, demostrant que els coneix i recorda.
- Dotar al professor d'elements per a avaluar i qualificar justament, ni per damunt ni per sota, el grau de coneixements i de competències adquirides per l'estudiant.

Material:

Paper, llàpiz, bolígraf, regla, calculadora sense fórmules o text memoritzats. En funció de cada prova el professor podria autoritzar o no, amb antelació, el dur un full amb un nombre màxim de fórmules escrites.

Lliurament:

Realització de la prova i lliurament del que s'hagi escrit, si és el cas.

Dedicació: 5h

Grup gran/Teoria: 5h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es realitzaran dos exàmens programats: un examen parcial sobre els temes d'electricitat (continguts 1 a 4; activitats 1, 2 i possiblement també la 4 -vegeu més avall-) i un examen final sobre els temes de Magnetisme (continguts 5 a 9; activitats 1, 2 i possiblement també la 4 -vegeu més avall-). Aquests exàmens tindran caràcter teòric-pràctic, això és, contindran alhora preguntes de teoria i problemes.

Els alumnes realitzaran i hauran de lliurar també una sèrie pràctiques de laboratori i d'exercicis pràctics en les classes de pràctiques programades, que es tindran en compte per a l'avaluació. La assistència a les sessions de pràctiques i el lliurament dels treballs de pràctiques és un prerrequisit per aprovar l'assignatura. Es podrà realitzar també una prova per avaluar el progrés de l'estudiant amb les pràctiques.

La nota global de l'assignatura NG es calcularà d'acord amb la següent equació:

$$NG = 0.40 NP + 0.40 NF + 0.10 NL + 0.10 NAFE$$

NG : nota global

NP : nota avaluació de l'examen parcial

NF : nota avaluació de l'examen final

NL : nota avaluació de pràctiques de laboratori

NAFE: nota avaluació activitats per fer o entregar (activitat 4)

La nota NL es podrà basar principalment en la prova de pràctiques. La correcta realització de les pràctiques al laboratori i l'entrega del bon informe corresponent es podrà valorar dins de la NL o la NAFE. Els professors de l'assignatura ho establiran a l'inici de cada semestre; també establiran llavors si els continguts i destreses adquirits amb l'activitat 4 entren o no dins les avaluacions parcial i final.

Tots aquells estudiants que suspenguin, vulguin millorar nota o no puguin assistir a l'examen parcial, tindran oportunitat d'examinar-se el mateix dia de l'examen final. Si les circumstàncies no fan viable que sigui el mateix dia de l'examen final, el professor responsable de l'assignatura proposarà, via la plataforma Atenea, que l'esmentat examen de recuperació es dugui a terme un altre dia, en horari de classe.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

-



BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Sadiku, Matthew N. O. Elementos de electromagnetismo. 3a ed. México: Oxford Univeristy Press, 2003. ISBN 970613672X.
- Tipler, Paul Allen. Física, vol. 2. 3a ed. Barcelona: Reverté, 1992. ISBN 8429143688.
- Ohanian, H.C.; Markert, J.T. Física para ingeniería y ciencias, vol. 2. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2009. ISBN 9789701067468.
- Gettys, W. Edward [et al.]. Física: clásica y moderna. Madrid: McGraw-Hill, 1991. ISBN 8476156359.
- Cheng, David K. Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana, 1997. ISBN 9684443277.
- Tipler, Paul Allen; Mosca, Gene. Física per a la ciència i la tecnologia, vol. 1 [en línia]. Barcelona [etc.]: Reverté, 2010 [Consulta: 17/06/2022]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5758258>. ISBN 9788429144321.
- Tipler, Paul Allen; Mosca, Gene. Física per a la ciència i la tecnologia, vol. 2 [en línia]. Barcelona [etc.]: Reverté, 2010 [Consulta: 17/06/2022]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5758259>. ISBN 9788429144338.

Complementària:

- Plonus, Martin A. Electromagnetismo aplicado. Barcelona: Reverté, 1982. ISBN 8429130632.
- Wangsness, Roald K. Campos electromagnéticos. México: Limusa, 1983. ISBN 9681813162.

RECURSOS

Enllaç web:

- <http://atenea.upc.edu>. Recull de problemes de l'assignatura, exàmenes resolts i guions per a la realització de les pràctiques