



Guia docent 820018 - STM - Sistemes Mecànics

Última modificació: 08/08/2024

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Unitat que imparteix: 712 - EM - Departament d'Enginyeria Mecànica.
737 - RMEE - Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA BIOMÈDICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA DE MATERIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

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

PROFESSORAT

Professorat responsable: MARIA DE LA VEGA PEREZ GRACIA

Altres: Primer quadrimestre:
JAVIER ALONSO CARRASCO - Grup: T12, Grup: T13, Grup: T23
WALTER CRUPANO - Grup: T21, Grup: T22, Grup: T23
EVA MARTÍNEZ GONZÁLEZ - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M21, Grup: M22
MARIA DE LA VEGA PEREZ GRACIA - Grup: M31, Grup: M32, Grup: M33, Grup: M34
FRANCISCO QUINTILLA BLANCO - Grup: M13, Grup: M14, Grup: T11, Grup: T12, Grup: T13
GIL SERRANCOLÍ MASFERRER - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13, Grup: M14
MOHAMMAD TALHA SHARIF RAFIQUE - Grup: M51, Grup: M52, Grup: M53, Grup: M54
JUAN VELAZQUEZ AMEIJIDE - Grup: M23, Grup: M24, Grup: M33, Grup: M34, Grup: M41,
Grup: M42, Grup: M43, Grup: M44

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements previs: mecànica vectorial aplicada a masses puntuals, producte vectorial, producte mixte, càlcul amb matrius, trigonometria, integrals definides, integrals dobles, integrals triples.

Habilitats previes: competència transversal de treball en grup, nivell I.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. Coneixements sobre els principis de la teoria de màquines i mecanismes.
2. Coneixements sobre els principis de la resistència de materials i sobre com s'apliquen.

Transversals:

5. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
3. TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.
6. COMUNICACIÓ EFICAC ORAL I ESCRITA - Nivell 1: Planificar la comunicació oral, respondre de manera adequada les qüestions formulades i redactar textos de nivell bàsic amb correcció ortogràfica i gramatical.
4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura combina la metodologia expositiva (aproximadament, un 40%) amb el treball individual (més o menys un 20%), el treball en petits grups (treball cooperatiu, col·laboratiu o d'altres tipus en un 25%), i les pràctiques (un 15%). El procés d'aprenentatge autònom es desenvolupa fent servir el Campus Digital Atenea, en el que s'inclouen diversos recursos, com poden ser qüestionaris d'autoavaluació, detalls per fer treballs en grup, descripcions sobre la forma de treballar cada competència, les especificacions per fer un treballs en grup, debats, exercicis proposats...

L'assignatura combina la metodologia expositiva (aproximadament un 40%) amb el treball individual (més o menys un 40%) i amb les pràctiques (un 20% del temps). En l'activitat de pràctiques es desenvolupa el treball en grup i el procés d'aprenentatge autònom realitzant mitjançant l'aprofitament dels recursos que ofereixen a l'estudiantat.

Aquesta assignatura té programades proves de reevaluació, regulades per la normativa del centre.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Objectius generals: introduir l'estudiantat en els conceptes bàsics dels sistemes en equilibri, en les propietats geomètriques de seccions i en el moment d'inèrcia de masses, desenvolupant la capacitat de resoldre problemes d'equilibri estàtic relacionats amb màquines, mecanismes i estructures, de càlcul propietats geomètriques de seccions i moments d'inèrcia de masses.

Competències generals (transversals): la assignatura està plantejada per afavorir la pràctica de la competència de treball en equip, impulsant la pràctica d'habilitats necessàries per aquest tipus de treball.

En acabar el curs, l'estudiant haurà de ser capaç de:

- Treballar amb sistemes de forces en equilibri en 2D i 3D.
- Obtenir sistemes de forces i parells equivalents.
- Identificar estructures isoestàticament determinades, sabent calcular les reaccions en les seues unions i suports.
- Determinar totes les forces que actuen sobre cada peça o element d'una estructura, màquina o mecanisme sota condicions d'equilibri estàtic.
- Calcular les tensions axials en elements axials longitudinals.
- Calcular centres de gravetat de superfícies i de volums en dues i en tres dimensions.
- Aplicar els coneixements de centres de gravetat per resoldre problemes de bigues amb càrregues distribuïdes.
- Aplicar els coneixements de centres de gravetat per calcular la superfície externa i el volum de peces de revolució.
- Entendre i explicar què són els moments d'inèrcia, el moment polar d'inèrcia, els productes d'inèrcia, els eixos principals d'inèrcia i els moments principals d'inèrcia.
- Calcular els moments i els productes d'inèrcia de superfícies i de masses, respecte de qualsevol eix o punt.
- determinar els eixos principals d'inèrcia centrats en un punt determinat i els moments d'inèrcia associats.
- Utilitzar el cercle de Mohr.
- Resoldre problemes d'equilibri que involucren forces de fregament.
- Aplicar les condicions d'equilibri estàtic a sistemes i casos particulars en què es produeixin forces de fregament i analitzar les condicions d'equilibri del sistema.
- Desenvolupar habilitats i tècniques que faciliten el treball en grup.



HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	45,0	30.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Tema 1. EQUILIBRI DEL SÒLID RÍGID

Descripció:

1.1. Repàs de forces concurrents en un punt i dequilibri dun punt mitjançant resolució de problemes dequilibri.

1.2. Repàs de:

a) Moment dun sistema de forces respecte dun punt.

b) Moment dun sistema de forces respecte dun eix.

1.3. Repàs de parell de forces.

1.4. Sistemes de forces equivalents:

a) Definició de sistemes equivalents

b) Sistemes força-parell

c) Sistema equivalent més senzill possible en el cas de forces coplanàries

d) Sistema equivalent més senzill possible en el cas de forces paral·leles

e) Cas general: moment torsor i clau de torsió

1.5. Equilibri d'un sòlid rígid:

a) Concepte d'equilibri en dues dimensions i tres dimensions

b) Condicions d'equilibri estàtic

c) Cas particular d'un sòlid sotmès a forces a dos punts

d) Cas particular d'un sòlid sotmès a forces en tres punts

1.6. Reaccions als suports en dues dimensions

1.7. Reaccions als suports en tres dimensions

1.8. Resolució de problemes de reaccions als suports en dues dimensions i en tres dimensions.

1.9. Diferència entre sistemes hiperestàtics i sistemes isoestàtics.

Objectius específics:

En acabar el tema, l'estudiant haurà de ser capaç de resoldre qualsevol tipus de problema determinat estàticament quan es pugui simplificar l'estudi d'un punt. Serà capaç de calcular el moment d'un sistema de forces respecte un punt i un eix, tant en dues com en tres dimensions, treballant amb vectors i amb mòduls i diferenciant els resultats en cada cas. Podreu identificar els parells de forces i sabreu associar-los amb el vector moment equivalent. Haurà de ser capaç de resoldre problemes d'equilibri on apareixen parells de forces, moments i forces puntuals. Sabrà calcular en dues dimensions i en tres dimensions sistemes equivalents força-parell, podent realitzar també la seva representació gràfica. Sabrà obtenir el sistema equivalent més senzill possible d'un sistema de forces quan siguin paral·leles entre si o coplanàries. També serà capaç de calcular el moment torsor i la clau de torsió quan hagi d'obtenir el sistema equivalent més senzill possible d'un sistema de forces qualsevol en tres dimensions (que no compleixen les condicions de paral·lelisme o estar contingudes en un mateix pla). Serà capaç de dibuixar el diagrama de sòlid lliure d'un cos bidimensional o tridimensional, i podrà identificar les condicions d'equilibri en cada cas i resoldre les forces desconegudes sempre que es tracti d'estructures isoestàtiques, que podrà identificar clarament i diferenciar d'una estructura hiperestàtica .

Activitats vinculades:

Explicacions teòriques i resolució de problemes individuals i grupals a l'aula i fora d'aquesta. Pràctiques de laboratori 1, 2 i 5.

Dedicació: 16h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 6h

Tema 2. ANÀLISI D'ESTRUCTURES EN EQUILIBRI

Descripció:

2.1. Definició i diferències de tipus d'estructures:

- a) Estructures articulades o armadures
- b) Entramats o carcasses
- c) Màquines i mecanismes

2.2. Resolució d'estructures articulades en dues dimensions mitjançant el mètode dels nusos.

2.3. Configuracions especials de forces i barres descarregades.

2.4. Resolució d'estructures articulades en 2D mitjançant el mètode de les seccions:

- a) Condicions per aplicar el mètode
- b) Seccions que tallen més de tres barres
- c) Resolució de problemes

2.5. Resolució d'estructures articulades en 2D utilitzant conjuntament el mètode dels nusos i el de les seccions

2.6. Resolució d'estructures articulades senzilles en 3D fent servir el mètode dels nusos.

2.8. Resolució d'entramats.

2.9. Resolució de màquines

Objectius específics:

En acabar el tema, l'estudiant haurà de ser capaç de calcular la força sobre cada element d'una estructura articulada, utilitzant el mètode dels nusos, el mètode de Ritter o tots dos conjuntament. Haurà de ser capaç de distingir elements descarregats i dibuixar diagrames de sòlid lliure correctes, ja sigui d'un element, d'un conjunt d'elements o de tota l'estructura. Haurà de ser també capaç de resoldre entramats, màquines i mecanismes, podent diferenciar els elements que són axials dels que no ho són. També sabrà treballar amb unions entre tres o més elements, unions sobre les quals s'aplica una força puntual i que uneixen dos elements o més, i amb unions entre un suport i dues peces o més. Haurà de saber resoldre estructures articulades tridimensionals senzilles utilitzant el mètode dels nusos. També ha de ser capaç de calcular la tensió en un element axial i la secció mínima que ha de tenir la peça axial quan se sap la tensió màxima que pot suportar.

Activitats vinculades:

Explicacions teòriques a l'aula. Resolució de problemes individuals i grupals a l'aula i fora d'hores lectives.

Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h



Tema 3. CENTROIDES, CENTRES DE MASSA I CENTRES DE GRAVETAT

Descripció:

- 3.1. Definicions, diferència entre centroide, centre de massa i centre de gravetat
- 3.2. Centroides de línies, àrees i volums simples
- 3.3. Centroides de línies, àrees i volums compostos
- 3.4. Aplicació 1 de centroides: sistemes de forces puntuals equivalents a forces distribuïdes sobre bigues
- 3.5. Aplicació 2 de centroides: teoremes de Pappus-Guldinus
- 3.6. Centres de massa i centres de gravetat de cossos simples en dues i tres dimensions
- 3.7. Centres de massa i centres de gravetat de cossos compostos en dues i tres dimensions

Objectius específics:

En acabar el tema, l'estudiant haurà de ser capaç de definir i il·lustrar amb exemples les distribucions de forces lineals, superficials i de volum. Haurà de saber les diferències que hi ha entre el concepte de centroide, de centre de massa i de centre de gravetat, identificant les situacions en què coincideixen. Ha de ser capaç d'obtenir les expressions per a les coordenades dels centroides de línies, d'àrees i de volums, i saber utilitzar-les per determinar el centroide d'una línia, d'una àrea o d'un volum simple mitjançant integració. També ha de ser capaç d'obtenir i de comprendre les expressions per a línies, àrees i volums compostos, i pot calcular el centroide de qualsevol línia, àrea o volum compost. Haurà de conèixer i reconèixer els moments de primer ordre per a línies, per a àrees i per a volums. Haurà de ser capaç d'utilitzar les simetries en la resolució de problemes. Haurà de ser capaç de presentar els càlculs i els resultats de forma organitzada mitjançant taules. Haurà de ser capaç, per a qualsevol distribució de càrrega sobre una biga, d'obtenir la força puntual equivalent i el punt d'aplicació sobre la biga, podent utilitzar aquesta dada en el càlcul posterior de l'estructura. També haurà de ser capaç de calcular el centre de masses i el centre de gravetat de cossos en dues dimensions i en tres dimensions, tant simples com compostos. Haurà de poder utilitzar correctament els teoremes de Pappus-Guldinus per obtenir el volum i la superfície externa de cossos de revolució.

Activitats vinculades:

Explicacions teòriques a l'aula. Resolució de problemes individuals i grupals a l'aula i fora d'hores lectives. Pràctica 3 de laboratori

Dedicació: 19h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 12h



Tema 4. MOMENTS D'INÈRCIA DE SECCIONS

Descripció:

- 5.1. Definicions de: moment d'inèrcia d'àrees, moment d'inèrcia de masses, moment polar d'inèrcia de àrees, radi de gir, producte d'inèrcia. Aplicacions i comparació entre el moment d'inèrcia d'àrees i el moment d'inèrcia de masses.
- 5.2. Moments d'inèrcia, moment polar d'inèrcia, radis de gir i productes d'inèrcia d'àrees simples.
- 5.3. Teoremes de Steiner.
- 5.4. Moments d'inèrcia moment polar d'inèrcia, radis de gir i productes d'inèrcia d'àrees compostes.
- 5.5. Moments d'inèrcia i productes d'inèrcia respecte d'eixos girats.
- 5.6. Eixos principals i moments principals d'inèrcia.
- 5.7. Cercle de Mohr.

Objectius específics:

En finalitzar aquest tema, l'estudiant ha de poder definir què és el moment d'inèrcia d'àrees, indicant la seva expressió matemàtica final i sabent il·lustrar la definició amb un exemple; indicar les unitats dels moments d'inèrcia d'àrees; calcular mitjançant integració els moments d'inèrcia respecte als eixos cartesianes, per a una àrea bidimensional senzilla o definida mitjançant una equació. També ha de saber calcular el moment polar d'inèrcia mitjançant integració per a una àrea bidimensional senzilla o definida mitjançant una equació, essent capaç de, per a una àrea determinada, calcular els radis de gir respecte als eixos cartesianes i el radi polar. Ha de saber calcular el producte d'inèrcia d'una àrea bidimensional senzilla o definida per una equació, mitjançant integració. Ha de ser capaç de definir les condicions d'aplicació del teorema de Steiner, raonant, i de resoldre un problema de moments d'inèrcia, de moment polar d'inèrcia o de productes d'inèrcia en dues dimensions utilitzant el teorema de Steiner quan sigui necessari, i els valors tabulats de moments d'inèrcia de seccions simples. Ha de poder utilitzar el teorema de Steiner per obtenir el moment d'inèrcia o el producte d'inèrcia associats a un eix que pot passar o no pel centre de gravetat de la secció, conegut el moment d'inèrcia o el producte d'inèrcia respecte d'un eix o uns eixos paral·lels a l'eix o als eixos considerats. Ha de saber, conegut el moment d'inèrcia d'una àrea respecte d'un eix qualsevol que no passa pel centre de gravetat, utilitzar el teorema de Steiner per obtenir el moment d'inèrcia de la mateixa àrea respecte d'un altre eix que tampoc passa pel centre de gravetat. Ha de ser capaç de calcular el moment d'inèrcia d'una àrea composta, utilitzant les taules per obtenir els moments d'inèrcia de les diferents àrees components. També, coneguts els moments d'inèrcia d'una àrea respecte dels eixos cartesianes, ha de poder determinar els moments d'inèrcia d'aquesta àrea respecte d'uns eixos girats un cert angle respecte als cartesianes, sabent definir correctament els eixos principals d'inèrcia i els moments principals d'inèrcia. Ha de saber calcular els eixos principals d'inèrcia i els moments principals d'inèrcia per a una secció bidimensional, dibuixar el cercle de Mohr (coneguts els moments i els eixos principals d'inèrcia d'una secció bidimensional) i, a partir del cercle de Mohr, saber obtenir gràficament de manera aproximada els moments d'inèrcia i els productes d'inèrcia per eixos girats diferents angles, considerant una secció bidimensional.

Activitats vinculades:

Explicacions teòriques a l'aula. Resolució de problemes individuals i grupals a l'aula i fora de l'aula.

Dedicació: 29h

Grup gran/Teoria: 9h

Aprenentatge autònom: 20h

Tema 5. MOMENTS D'INÈRCIA DE MASSES

Descripció:

- 6.1. Definició de moment d'inèrcia de una massa
- 6.2. Moments d'inèrcia de plaques primes.
- 6.3. Teoremes de Steiner.
- 6.4. Moments d'inèrcia i productes d'inèrcia de masses simples.
- 6.5. Moments d'inèrcia i productes d'inèrcia de masses compostes.

Objectius específics:

En finalitzar el tema és estudiant haurà de ser capaç de definir i il·lustrar amb exemples el moment d'inèrcia de masses, indicant la seva expressió matemàtica final. Haurà de ser capaç d'indicar les unitats del moment d'inèrcia de masses i de conèixer diferències amb el moment d'inèrcia de seccions. Ha de poder calcular, a partir del moment d'inèrcia de seccions bidimensionals, el moment d'inèrcia de plaques planes, primes, de gruix constant i amb densitat constant, referit a cada un dels tres eixos cartesianes. Ha de ser capaç d'analitzar les simetries en el càlcul de moments d'inèrcia i de productes d'inèrcia en tres dimensions, de definir les condicions d'aplicació del teorema de Steiner en tres dimensions, raonant i de resoldre un problema de moments d'inèrcia o de productes d'inèrcia d'una massa en tres dimensions, respecte d'un eix cartesià qualsevol, utilitzant el teorema de Steiner quan correspongui i les taules de moments d'inèrcia. Conegut el moment d'inèrcia d'una massa respecte d'un eix qualsevol, utilitzant el teorema de Steiner per obtenir el moment d'inèrcia de la mateixa massa respecte d'un eix que passa pel centre de gravetat. Conegut el producte d'inèrcia d'una massa respecte d'un parell d'eixos qualssevol, l'estudiant ha de saber utilitzar el teorema de Steiner per obtenir el producte d'inèrcia de la mateixa massa respecte d'eixos paral·lels que passen pel centre de gravetat. D'altra banda, l'estudiant, conegut el moment d'inèrcia d'una massa respecte d'un eix que passa pel seu centre de gravetat, ha de saber utilitzar el teorema de Steiner per obtenir el moment d'inèrcia de la mateixa massa respecte d'un eix paral·lel que no passa pel centre de gravetat de la massa, i conegut el producte d'inèrcia d'una massa respecte d'un parell d'eixos centrats en el seu centre de gravetat, haurà de poder utilitzar el teorema de Steiner per obtenir el producte d'inèrcia de la mateixa massa respecte d'eixos paral·lels que no passen pel centre de gravetat. També haurà de saber calcular mitjançant integració i utilitzant els moments i els productes d'inèrcia de plaques primes i el teorema de Steiner, els moments i els productes d'inèrcia respecte als eixos cartesianes d'una massa delimitada per un volum senzill o definida per una equació, calcular el moment d'inèrcia d'una massa composta respecte als tres eixos cartesianes, utilitzant les taules per obtenir els moments d'inèrcia de les diferents masses components i, si cal, el teorema de Steiner, i calcular el producte d'inèrcia d'una massa composta respecte d'eixos cartesianes, utilitzant les taules per obtenir els productes d'inèrcia de les diferents masses components i, si cal, el teorema de Steiner. Finalment, l'estudiant haurà de ser capaç de calcular el moment d'inèrcia d'un volant respecte del seu eix de gir.

Activitats vinculades:

Explicacions teòriques a l'aula. Resolució de problemes i qüestionaris individuals i grupals a l'aula i fora de l'aula.

Dedicació: 16h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 10h



Tema 6. FREGAMENT SEC

Descripció:

- 7.1. Fregament sec o de Coulomb
- 7.2. Coeficients de fregament i angles de fregament
- 7.3. Pla inclinat i problemes sobre fricció seca
- 7.4. Aplicacions amb fregament.

Objectius específics:

Al finalitzar el tema, l'estudiant ha de ser capaç de:

- 1) Definir fregament sec
- 2) Resoldre problemes simples d'equilibri amb forces de fregament
- 3) Resoldre problemes de màquines i estructures on apareguin forces de fregament
- 4) Determinar les condicions d'equilibri estàtic en el cas de problemes amb forces de fregament
- 5) Resoldre aplicacions concretes de fregament (falques, cargols...)

Activitats vinculades:

Explicacions teòriques a l'aula. Resolució de problemes individuals i grupals a l'aula i fora de l'aula. Pràctica 4 al laboratori

Dedicació: 20h

Grup gran/Teoria: 9h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 10h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'avaluació de l'assignatura separa l'avaluació de competències específiques o coneixements de l'avaluació de competències genèriques (treball en grup en aquesta assignatura).

Avaluació de la competència específica: es planta la realització d'un primer parcial (40% de la nota), un examen final (40% de la nota), informes de pràctiques de laboratori (10% de la nota) i control sobre pràctiques (10% de la nota). L'examen final engloba a la totalitat de la matèria de l'assignatura i permet recuperar l'examen parcial.

Avaluació de la competència genèrica: es valora a partir del treball de laboratori durant les pràctiques.

En el cas de suspendre la part avaluada mitjançant examen parcial i examen final, l'estudiant pot presentar-se a un examen de reevaluació quan es compleixin els requisits exigits pel centre i seguint en tot moment la normativa vigent en l'instant de realitzar la prova. Així doncs, podran accedir a la prova de reevaluació aquells estudiants que compleixen els requisits fixats per la EEBE a la seva Normativa d'Avaluació i Permanència (https://eebe.upc.edu/ca/estudis/normatives-academiques/documents/eebe_normativa_avalua_perman_2023_2024_2024_acord_rov_je0_202.pdf)

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

L'examen parcial, l'examen final i l'examen de reevaluació es realitzaran a les dates que indiquen el centre en cada curs

Pràctiques de laboratori: no es poden recuperar. En el cas de no poder assistir a una sessió, s'ha d'avisar i canviar la data de pràctiques amb un company d'un altre grup o bé assistir a la pràctica amb un altre grup de l'assignatura en el que quede alguna plaça lliure. No es realitza cap sessió de recuperació de pràctiques. Els informes es lliuraran al final de la sessió en el format que s'indica cada curs, i només és possible entregar-los si s'ha assistit a la sessió de laboratori.

Control de pràctiques: serà tipus de prova i pot ser presencial u online. Es realitzarà el dia i l'hora que indique l'equip de professors de l'assignatura, que serà el mateix per a tots els grups.



BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Bedford, A.; Fowler, W. Mecánica para ingeniería, vol. 1, Estática [en línea]. 5a ed. México: Pearson Educación, cop. 2008 [Consulta: 29/04/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1285. ISBN 9786074428766.
- Beer, F. P. [et al.]. Mecánica vectorial para ingenieros : estática [en línea]. 10a ed. México [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2017 [Consulta: 12/06/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8077. ISBN 9781456269173.
- Riley, W. F.; Sturges, L. D. Ingeniería mecánica : estática. Barcelona [etc.]: Reverté, 1995-1996. ISBN 842914255X.

Complementària:

- Nelson, E. W.; Best, C. L.; McLean, W. G. Mecánica vectorial : estática y dinámica. 5ª ed. Madrid [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2004. ISBN 8448129504.
- Beer, F. P.; Johnston, E. R.; Eisenberg, E. R. Mecánica vectorial para ingenieros : dinámica [en línea]. 10a ed. México [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2013 [Consulta: 12/06/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4261. ISBN 9781456218324.
- Spiegel, M. R.; Abellanas, L.; Liu, J. Fórmulas y tablas de matemática aplicada [en línea]. 4ª ed. Madrid [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2014 [Consulta: 12/06/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=5688. ISBN 9781456239596.
- Gordon, J. E. Estructuras : o por qué las cosas no se caen. Madrid: Calamar, cop. 2004. ISBN 8496235068.
- Walker, J. "The mechanics of rock climbing, or surviving the ultimate physics exam". Scientific American. Vol. 260, núm. 6 (1989), p. 118-121.
- Gere, J. M.; Timoshenko, S.; Bugada, G. Resistencia de materiales. 5ª ed. España [etc.]: International Thomson Editores, cop. 2002. ISBN 8497320654.