Mecànica Racional (250108)

Informació general

Centre docent	ETSECCPB
Departaments	Departament de Física (FIS) Departament de Física Aplicada (FA) Departament de Física i Enginyeria Nuclear (FEN) Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB)
Crèdits	7.5 ECTS
Titulacions	GRAU EN ENGINYERIA CIVIL (pla 2017) GRAU EN ENGINYERIA CIVIL (pla 2010)
Curs	2021/22

Idioma majoritari per grup

- Grup 10 idioma pendent de denifir (Q2)
- Grup ENG Anglès (Q2)

Professorat de l'assignatura

Professorat responsable: Juan Jose Sanchez Umbria
Professorat: Alberto Falques Serra, Juan Jose Sanchez Umbria

Objectius formatius

Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica i en particular estàtica, dinàmica i cinemàtica i capacitat per a l'aplicació a la resolució de problemes propis de l'enginyeria

En finalitzar el curs l'alumne haurà adquirit la capacitat de:
1. La solució de problemes de cinemàtica tant del punt com del sòlid.
2. Aplicar les equacions de conservació de massa, moment i energia tant al punt material com al sòlid.
3. Aplicar els conceptes de la mecànica (cinemàtica, estàtica i dinàmica) al càlcul d'estructures elementals.

Coneixements d'àlgebra vectorial incloent sistemes de vectors lliscants. Coneixements de cinemàtica del punt, trajectòries, velocitat i acceleració. Coneixement de les lleis de Newton tant en sistemes inercials com no inercials. Anàlisi dimensional. Coneixements de sistemes de referència. Coneixements de cinemàtica del sòlid. Coneixements de moment lineal i angular. Conservació del moment. Coneixements d'energia, treball i potència. Conservació de l'energia. Aplicació a sistemes de partícules i sistemes de massa variable. Coneixements d'estàtica de partícules, sòlids i fluids. Tensor de tensions. Equilibri del sòlid: problemes isostàtics i hiperestàtics. Coneixements de l'estàtica d'estructures, incloent moments d'inèrcia i centres de massa. Coneixements de dinàmica de sòlids tridimensionals en 3 dimensions. Mecànica de sòlids i mecànica de fluids. Hidrostàtica i hidrodinàmica.

Competències

Específiques

Capacitat predictiva en problemes d'enginyeria civil de conceptes sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme.
Capacitat de modelització i predicció analítica i computacional del comportament mecànic de sistemes.

Transversals

SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL - Nivell 1: Analitzar sistèmicament i críticament la situació global, atenent la sostenibilitat de forma interdisciplinària així com el desenvolupament humà sostenible, i reconèixer les implicacions socials i ambientals de l'activitat professional del mateix àmbit.
COMUNICACIÓ EFICAÇ 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.
ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 2: Després d'identificar les diferents parts d'un document acadèmic i d'organitzar-ne les referències bibliogràfiques, dissenyar-ne i executar-ne una bona estratègia de cerca avançada amb recursos d'informació especialitzats, seleccionant-hi la informació pertinent tenint en compte criteris de rellevància i qualitat.
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.

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

		Hores	Percentatge
Aprenentatge dirigit	Grup gran	30.0 h	36.36 %
	Grup mitjà	30.0 h	36.36 %
	Grup petit/Laboratori	15.0 h	18.18 %
	Activitats dirigides	7.5 h	9.09 %
Aprenentatge autònom		105.0 h	

Temari

Tema 1: Cinemàtica de la partícula

Vectors de posició, velocitat i acceleració. Moviment uniforme i uniformement accelerat.
Moviment circular. Vectors velocitat i acceleració angulars. Components intrínseques de l'acceleració. Radi de curvatura.
Problemes de cinemàtica de la partícula I.
Integració de les equacions del moviment en 1D. Canvi de sistema de referència: translació d'eixos.
Problemes de cinemàtica de la partícula II.

Tema 1: Cinemàtica de la partícula

Vectors de posició, velocitat i acceleració. Moviment uniforme i uniformement accelerat.
Moviment circular. Vectors velocitat i acceleració angulars. Components intrínseques de l'acceleració. Radi de curvatura.
Problemes de cinemàtica de la partícula I.
Integració de les equacions del moviment en 1D. Canvi de sistema de referència: translació d'eixos.
Problemes de cinemàtica de la partícula II.

Tema 2: Dinàmica de la partícula

Força i massa. Sistemes de referència inercials i primera llei de Newton. Segona i tercera lleis de Newton.
Forces a distància i forces de contacte. Forces de lligadura. Fregament sec entre sòlids.
Problemes de dinàmica de la partícula I.
Forces d'inèrcia. Introducció a l'anàlisi dimensional.
Problemes de dinàmica de la partícula II
Pràctica de laboratori sobre llei de Hooke i oscil*lacions

Tema 2: Dinàmica de la partícula

Força i massa. Sistemes de referència inercials i primera llei de Newton. Segona i tercera lleis de Newton.
Forces a distància i forces de contacte. Forces de lligadura. Fregament sec entre sòlids.
Problemes de dinàmica de la partícula I.

Escola de Camins

Forces d'inèrcia. Introducció a l'anàlisi dimensional.
Problemes de dinàmica de la partícula II
Pràctica de laboratori sobre llei de Hooke i oscil*lacions

Tema 3: Sistemes de forces

Equilibri d'una partícula. Equilibri d'un sòlid rígid: moment d'una força respecte d'un punt. Resultant i moment resultant d'un sistema de forces.
Definició d'equivalència i reducció de sistemes. Trinomi invariant i eix central.
Classificació de sistemes i reducció. Sistemes plans. Exemples i exercicis.
Problemes de sistemes de forces

Tema 3: Sistemes de forces

Equilibri d'una partícula. Equilibri d'un sòlid rígid: moment d'una força respecte d'un punt. Resultant i moment resultant d'un sistema de forces.
Definició d'equivalència i reducció de sistemes. Trinomi invariant i eix central.
Classificació de sistemes i reducció. Sistemes plans. Exemples i exercicis.
Problemes de sistemes de forces

Tema 4: Estàtica

Problemes d'equilibri de sistemes de sòlids. Problemes isostàtics i hiperestàtics. Problemes de moviment imminent.
Problemes d'estàtica de sòlids
Distribucions contínues de força. Vector tensió. Tensions normal i tallant. Equació de la Hidrostàtica.
Principi d'Arquímedes. Forces d'origen hidrostàtic.
Problemes d'Hidrostàtica

Tema 4: Estàtica

Problemes d'equilibri de sistemes de sòlids. Problemes isostàtics i hiperestàtics. Problemes de moviment imminent.
Problemes d'estàtica de sòlids
Distribucions contínues de força. Vector tensió. Tensions normal i tallant. Equació de la Hidrostàtica.
Principi d'Arquímedes. Forces d'origen hidrostàtic.
Problemes d'Hidrostàtica

Tema 5: Estàtica d'estructures

Equilibri d'estructures articulades. Estructures simples planes. Anàlisi per el mètode dels nusos.
Anàlisi per el mètode de les seccions. Exemples i exercicis.
Problemes d'estàtica d'estructures
Treball en grups reduïts sobre problemes

Tema 5: Estàtica d'estructures

Equilibri d'estructures articulades. Estructures simples planes. Anàlisi per el mètode dels nusos.
Anàlisi per el mètode de les seccions. Exemples i exercicis.
Problemes d'estàtica d'estructures
Treball en grups reduïts sobre problemes

Tema 6: Canvi de sistema de referència

Rotació d'eixos a l'espai. Derivada d'una funció vectorial. Transformació de velocitats i acceleracions.
Acceleracions centrípeta i de Coriolis. Forces d'inèrcia: força centrífuga i força de Coriolis.
Efectes de la rotació de la Terra
Problemes de sistemes de referència en rotació I
Problemes de sistemes de referència en rotació II
Problemes de recapitulació

Tema 6: Canvi de sistema de referència

Rotació d'eixos a l'espai. Derivada d'una funció vectorial. Transformació de velocitats i acceleracions.
Acceleracions centrípeta i de Coriolis. Forces d'inèrcia: força centrífuga i força de Coriolis.
Efectes de la rotació de la Terra
Problemes de sistemes de referència en rotació I
Problemes de sistemes de referència en rotació II
Problemes de recapitulació

Tema 7: Cinemàtica del solid rígid

Graus de llibertat d'un sòlid. Camp de velocitats. Translació pura i rotació pura. Camp d'acceleracions.
Eix instantani de rotació i lliscament. Classificació de moviments. Moviment pla.
Derivada d'angles i velocitat angular. Composició de rotacions. Exemples i exercicis.
Problemes de cinemàtica 2D del sòlid I.
Problemes de cinemàtica 2D del sòlid II
Problemes de cinemàtica 3D del sòlid

Tema 7: Cinemàtica del solid rígid

Graus de llibertat d'un sòlid. Camp de velocitats. Translació pura i rotació pura. Camp d'acceleracions.
Eix instantani de rotació i lliscament. Classificació de moviments. Moviment pla.
Derivada d'angles i velocitat angular. Composició de rotacions. Exemples i exercicis.
Problemes de cinemàtica 2D del sòlid I.
Problemes de cinemàtica 2D del sòlid II
Problemes de cinemàtica 3D del sòlid

Tema 8: Dinàmica de sistemes de partícules

Moment lineal i centre de masses. Llei de balanç i dinàmica del centre de masses. Forces percussives.
Moments angulars orbital i intrínsec. Llei de balanç. Forces centrals.

Problemes de moments lineal i angular I
Moment d'inèrcia. Moment d'una força respecte d'un eix. Dinàmica de la rotació plana.
Problemes de moments lineal i angular II
Problemes de dinàmica 2D del sòlid
Treball en grups reduïts de resolució de problemes
No es farà aquest curs.

Tema 8: Dinàmica de sistemes de partícules

Moment lineal i centre de masses. Llei de balanç i dinàmica del centre de masses. Forces percussives.
Moments angulars orbital i intrínsec. Llei de balanç. Forces centrals.

Problemes de moments lineal i angular I
Moment d'inèrcia. Moment d'una força respecte d'un eix. Dinàmica de la rotació plana.
Problemes de moments lineal i angular II
Problemes de dinàmica 2D del sòlid
Treball en grups reduïts de resolució de problemes
No es farà aquest curs.

Tema 9: Treball i energia per una partícula

Energia cinètica, potència i treball per una partícula. Forces dissipatives i forces conservartives.
Camp conservatiu i energia potencial. Gradient d'energia potencial. Teorema de l'energia mecànica.
Energia potencial gravitatòria i energia potencial elàstica. Exemples i exercicis.
Problemes de treball i energia per a una partícula
Anàlisi de corbes d'energia potencial. Posicions d'equilibri i estabilitat. Linealitçació i petites oscil*lacions.
Problemes d'estabilitat i de petites oscil*lacions

Tema 9: Treball i energia per una partícula

Energia cinètica, potència i treball per una partícula. Forces dissipatives i forces conservartives.
Camp conservatiu i energia potencial. Gradient d'energia potencial. Teorema de l'energia mecànica.
Energia potencial gravitatòria i energia potencial elàstica. Exemples i exercicis.

Problemes de treball i energia per a una partícula
Anàlisi de corbes d'energia potencial. Posicions d'equilibri i estabilitat. Linealitçació i petites oscil*lacions.
Problemes d'estabilitat i de petites oscil*lacions

Tema 10: Treball i energia per un sistema

Energia cinètica. Energies orbital i intrínseca. Teorema de les forces vives: treball exterior i treball intern de deformació.

Energia potencial per un sistema de partícules. Energies potencial externa i interna. Energia i treball en un sòlid rígid.

Problemes de treball i energia per sistemes de partícules
Problemes de treball i energia per el sòlid rígid

Tema 10: Treball i energia per un sistema

Energia cinètica. Energies orbital i intrínseca. Teorema de les forces vives: treball exterior i treball intern de deformació.

Energia potencial per un sistema de partícules. Energies potencial externa i interna. Energia i treball en un sòlid rígid.

Problemes de treball i energia per sistemes de partícules
Problemes de treball i energia per el sòlid rígid

Tema 11: Geometria de masses i tensor d'inèrcia

Centre de masses de cossos continus. Propietats de simetria. Teoremes de Pappus-Guldin. Cossos compostos i cossos amb forats.
Tensor d'inèrcia d'un cos respecte d'un punt. Moment angular i energia cinètica d'un sòlid rígid.
Propietats de degeneració i simetria del tensor d'inèrcia. Teorema de Steiner. Cossos plans. Propietat extremal.

Pràctica de laboratori sobre moment d'inèrcia
Problemes de càlcul del centre de masses
Cossos compostos i cossos amb forats. Tensors d'inèrcia d'una vareta, d'un rectangle i d'un paral*lelepípede.
Tensors d'inèrcia d'un cilindre i d'una esfera. Moment d'inèrcia de seccions planes i flexió de barres.

Problemes sobre el tensor d'inèrcia

Tema 11: Geometria de masses i tensor d'inèrcia

Centre de masses de cossos continus. Propietats de simetria. Teoremes de Pappus-Guldin. Cossos compostos i cossos amb forats.
Tensor d'inèrcia d'un cos respecte d'un punt. Moment angular i energia cinètica d'un sòlid rígid.
Propietats de degeneració i simetria del tensor d'inèrcia. Teorema de Steiner. Cossos plans. Propietat extremal.

Pràctica de laboratori sobre moment d'inèrcia
Problemes de càlcul del centre de masses
Cossos compostos i cossos amb forats. Tensors d'inèrcia d'una vareta, d'un rectangle i d'un paral*lelepípede.
Tensors d'inèrcia d'un cilindre i d'una esfera. Moment d'inèrcia de seccions planes i flexió de barres.

Problemes sobre el tensor d'inèrcia

Tema 12: Dinàmica 3D del sòlid rígid

Equacions d'Euler. Rotació al voltant d'un eix fix. Rotació al voltant d'un eix principal d'inèrcia. Exemples.
Problemes simples de dinàmica 3D del sòlid I
Problemes simples de dinàmica 3D del sòlid II
Problemes de recapitulació

Tema 12: Dinàmica 3D del sòlid rígid

Equacions d'Euler. Rotació al voltant d'un eix fix. Rotació al voltant d'un eix principal d'inèrcia. Exemples.
Problemes simples de dinàmica 3D del sòlid I
Problemes simples de dinàmica 3D del sòlid II
Problemes de recapitulació

Activitats

Resolució problemes o tests

Resolució d'un problema o un test.

Dedicació

2h

Resolució problemes o tests

Resolució de problemes o d'un test.

Dedicació

2h

Resolució problemes o tests

Resolució de problemes o d'un test.

Dedicació

2h

Resolució problemes o tests

Resolució de problemes o d'un test.

Dedicació

1h 30m

Metodologia docent

L'assignatura consta de:
a) Classes de teoria. El professor exposa els conceptes i materials bàsics de la matèria, presenta exemples i realitza alguns exercicis.
b) Classes de problemes. Es dediquen a la resolució de problemes amb una major interacció amb els estudiants. Normalment s'avisa amb antelació quins problemes es resoldran a classe. Es realitzen exercicis pràctics per tal de consolidar els objectius d'aprenentatge generals i específics.
c) Classes en grup petit. De dos tipus: i) pràctiques de laboratori i ii) tallers de resolució de problemes en els que s'espera una participació molt activa dels estudiants.
d) Proves d'avaluació. Veure mètode de qualificació.

Hi ha 3 hores a la setmana de classes de teoria i 2 hores setmanals de problemes. Aquestes classes estaran repartides segons indica el horari lectiu de cada grup.

Les classes en grup petit i les proves es faran en 'hores grises' de l'horari lectiu.

Mètode de qualificació

(*) El calendari d'avaluació i el mètode de qualificació s'aprovaran abans de l'inici de curs.

La qualificació de tots els grups es basa en les següents proves distribuïdes durant el curs:

PR: nota global de les proves fetes en horari de classe i activitats dirigides.
P1: examen de problemes (2-3 hores),
P2: examen de problemes (2-3 hores),

i en la qualificació dels informes de dues pràctiques de laboratori, L1 i L2. Cap prova elimina matèria.

La nota de l'assignatura es calcula amb la fórmula

Nfinal = 0.20*PR + 0.35*(P1+P2) + 0.05* (L1+L2)

on totes les qualificacions són sobre 10.

Criteris de qualificació i d'admissió a la reavaluació: Els alumnes suspesos a l'avaluació ordinària que s'hagin presentat regularment a les proves d'avaluació de l'assignatura suspesa tindran opció a realitzar una prova de reavaluació en el període fixat en el calendari acadèmic. No podran presentar-se a la prova de reavaluació d'una assignatura els estudiants que ja l'hagin superat ni els estudiants qualificats com a no presentats. La qualificació màxima en el cas de presentar-se a l'examen de reavaluació serà de cinc (5,0). La no assistència d'un estudiant convocat a la prova de reavaluació, celebrada en el període fixat no podrà donar lloc a la realització d'una altra prova amb data posterior. Es realitzaran avaluacions extraordinàries per a aquells estudiants que per causa de força major acreditada no hagin pogut realitzar alguna de les proves d'avaluació continuada.

Aquestes proves hauran d'estar autoritzades pel cap d'estudis corresponent, a petició del professor responsable de l'assignatura, i es realitzaran dins del període lectiu corresponent.

Normes de realització de proves

No fer una prova en el dia establert, sense justificació documentada, implica una puntuació cero.
La presentació d'un informe de pràctiques només es pot fer si s'ha assistit a la pràctica corresponent.

Horari d'atenció

Departament de Física, Campus Nord UPC, mòdul B5.
* Albert Falqués: despatx 103. Dilluns, 14:00-15:00, dimecres, 11:00-13:00, i a convenir.
* Joan Sánchez Umbría: despatx 105. Dilluns, 15:00-18:00 i a convenir.

Bibliografia

Bàsica

- Bedford, A.; Fowler, W. Estática: mecánica para ingeniería. Argentina: Addison-Wesley Iberoamericana, 1996. ISBN 0-201-65367-2.
- Bedford, A.; Fowler, W. Dinámica. Mecánica para ingeniería. Argentina: Addison-Wesley Iberoamericana, 1996. ISBN 0-201-65368-0.

Complementària

- Agulló i Batlle, J. Mecànica de la partícula i del sòlid rígid. 3a ed. Barcelona: OK punt, 2010. ISBN 8492085061.
- Meriam, J.L.; Kraige, L.G. Mecánica para ingenieros, vol. 1: Estática. 3a ed. Barcelona: Reverté, 1998-1999. ISBN 8429142576.

- Meriam, J.L.; Kraige, L.G. Mecánica para ingenieros, vol.2: Dinámica. 3a ed. Barcelona: Reverté, 1998-1999. ISBN 8429142592.
- Nelson, E.W.; Best, C.L.; McLean, W.G. Mecánica vectorial: estática y dinámica (SCHAUM). 5a ed. Madrid: McGraw Hill, 2004. ISBN 84-481-2950-4.
- Tippler, P.A. Física para la ciencia y la tecnologia, vols.1 mecánica, oscilaciones y ondas, termodinámica. 6a ed. Barcelona: Reverté, 2010. ISBN 9788429144260.
- Burbano, S.; Burbano, E.; Gracia, C. Física General, vol.1: Estática, cinemática y dinámica. 32 ed. Madrid: Tébar, 2006. ISBN 847360234X.

Escola de Camins