

## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

Unitat responsable:	250 - ETSECCPB - Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona	
Unitat que imparteix:	751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental	
Curs:	2015	
Titulació:	MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN MECÀNICA COMPUTACIONAL (Pla 2013). (Unitat docent Obligatòria) MÀSTER UNIVERSITARI EN MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA (Pla 2012). (Unitat docent Obligatòria) MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA CIVIL (Pla 2009). (Unitat docent Optativa) MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA ESTRUCTURAL I DE LA CONSTRUCCIÓ (Pla 2009). (Unitat docent Optativa) MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA ESTRUCTURAL I DE LA CONSTRUCCIÓ (Pla 2015). (Unitat docent Optativa)	
Crèdits ECTS:	5	Idiomes docència: Anglès

### Professorat

Responsable:	CARLOS AGELET DE SARACIBAR BOSCH
Altres:	CARLOS AGELET DE SARACIBAR BOSCH

### Horari d'atenció

Horari:	A convenir
---------	------------

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

- 8378. Coneixements de modelització numèrica pràctica. Capacitat per adquirir coneixements en modelització numèrica avançada aplicada a diferents àrees de l'enginyeria tals com: o enginyeria civil i mediambiental o enginyeria mecànica i aeroespacial o Nanoenginyeria i bioenginyeria o enginyeria naval i marina, etc
- 8379. Coneixements de l'estat de l'art en algorismes numèrics. Capacitat per posar-se al dia en les últimes tecnologies numèriques per a la resolució de problemes d'enginyeria i ciències aplicades.
- 8380. Coneixements de modelització de materials. Capacitat per adquirir els coneixements relatius als models físics moderns de ciència de materials (models constitutius avançats) en mecànica de sòlids i de fluids.
- 8382. Experiència en simulacions numèriques. Adquisició de soltesa en les eines de simulació numèrica modernes i la seva aplicació en problemes multidisciplinaris d'enginyeria i ciències aplicades.
- 8383. Interpretació de models numèrics. Comprendre l'aplicabilitat i les limitacions de les diferents tècniques de càlcul per ordinador.
- 8384. Experiència en la programació de mètodes de càlcul. Capacitat per adquirir formació en el desenvolupament i utilització de programes de càlcul existents, així com de pre i post processadors, coneixement de llenguatges de programació i de llibreries de càlcul estàndard.

## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

### Metodologies docents

El curs consta de 40 hores de classe presencial, que s'imparteixen de manera intensiva al llarg de tres setmanes.

Les classes presencials inclouen teoria, problemes i activitats dirigides. Per a cada tema, s'introdueixen els conceptes teòrics necessaris, es presenten i resolen alguns exemples, es plantegen i resolen de manera interactiva alguns exercicis, es proposen exercicis avaluables que l'estudiant ha de resoldre a classe amb la tutela personalitzada del professor, i s'assignen exercicis avaluables que l'estudiant ha de resoldre fora de l'aula.

L'estudiant disposa com a material docent bàsic per al seguiment i comprensió del curs: (1) els fitxers en format pdf amb els continguts actualitzats de les classes; (2) els enregistraments en vídeo de les classes presencials impartides en el curs 2012-2013; les referències bibliogràfiques bàsiques i complementàries.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

És un curs complet en mecànica no lineal del mitjà continu enfocat a enginyers. Es realitza una profunda revisió dels conceptes fonamentals, inclòs el moviment, deformacions, esforços, balanç de lleis de balanç, principis variacionals i una introducció a la Mecànica de sòlids i de fluids.

\* L'alumne serà capaç d'entendre i assimilar els fonaments de la mecànica de sòlids identificant els aspectes més importants en la modelació d'un material, com els mecanismes de dissipació associats al comportament no lineal. \*Ha de ser capaç d'interpretar el significat físic de les propietats del material i identificar correctament els mètodes numèrics per a la solució dels problemes de mecànica de sòlids amb la seva aplicació en l'elasticitat i conèixer els fonaments de la mecànica de fluids. \* L'alumne desenvoluparà habilitats pràctiques per manejar tensors, formular i realitzar anàlisis de diversos problemes d'enginyeria en sòlids."

- \* Àlgebra tensorial (definicions, invariants, gradients, divergències, rotacionals, teoremes integrals?).
- \* Cinemàtica: moviments i deformació (tensors de deformació).
- \* Petites deformacions i compatibilitat.
- \* Tensors d'esforços.
- \* Lleis de balanç
- \* Lleis constitutives (Llei de la termodinàmica, energia de deformació, elasticitat)
- \* Problemes del valor del contorn en elasticitat lineal (2D)
- \* Introducció a la plasticitat (Von Mises, Tresca, Mohr Coulomb)
- \* Fluïts ideals i flux potencial.
- \* Flux viscos incompressible (amb una introducció al flux turbulent)
- \* Recursos per a l'aprenentatge:
- \* Recursos para el aprendizaje:
  - o Apunts de classe.
  - o Holzapfel, G.A., Nonlinear solid mechanics, a continuum approach for engineering, Wiley, 2000
  - o Currie,

Els objectius principals del curs són la presentació, comprensió i domini dels fonaments bàsics de la mecànica no-lineal de medis continus, i la seva aplicació a la mecànica de sòlids i mecànica de fluids.



## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 125h	Grup gran:	10h	8.00%
	Grup mitjà:	15h	12.00%
	Grup petit:	15h	12.00%
	Activitats dirigides:	5h	4.00%
	Aprenentatge autònom:	80h	64.00%

## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

## Continguts

## Algebra tensorial

Dedicació: 9h 36m

Grup gran: 1h 30m

Grup mitjà: 1h

Grup petit: 1h 30m

Aprentatge autònom: 5h 36m

## Descripció:

En aquest tema s'introdueix la notació a utilitzar en el curs i es fa un repàs, bastant exhaustiu, dels principals conceptes de àlgebra tensorial.

## Contingut:

- Introducció
- Àlgebra vectorial
- Àlgebra tensorial
- Tensors de més alt ordre
- Operadors diferencials
- Teoremes integrals

## Problemes

## Objectius específics:

Els objectius són introduir la notació tensorial que es va a utilitzar en el curs i fer un repàs d'àlgebra tensorial.

## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

<p>Moviment</p>	<p>Dedicació: 10h 48m</p> <p>Grup gran: 1h 30m Grup mitjà: 1h 30m Grup petit: 1h 30m Aprentatge autònom: 6h 18m</p>
<p>Descripció:</p> <p>En aquest tema s'introdueixen les hipòtesis principals de la Mecànica dels Medis Continus i els principals conceptes de la cinemàtica no-lineal de partícules: equació del moviment, descripció material i espacial de les propietats del medi continu, derivades material, espacial i convectiva, desplaçament, velocitat, acceleració, trajectòries, línies de corrent, superfícies material i espacial, i volums material i espacial.</p> <p>Contingut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definició de Medi Continu</li> <li>- Equació del moviment</li> <li>- Descripció material i espacial</li> <li>- Derivada material i espacial</li> <li>- Desplaçaments</li> <li>- Velocitats</li> <li>- Acceleracions</li> <li>- Trajectòries</li> <li>- Línies de corrent</li> <li>- Superfície material i espacial</li> <li>- Volum material i espacial</li> </ul> <p>Problemes</p> <p>Objectius específics:</p> <p>L'objectiu és introduir els principals conceptes de la cinemàtica no lineal de partícules.</p>	

## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

<p>Deformacions</p>	<p>Dedicació: 16h 48m</p> <p>Grup gran: 2h Grup mitjà: 2h Grup petit: 3h Aprentatge autònom: 9h 48m</p>
<p>Descripció: En aquest tema s'introdueixen els principals aspectes de la cinemàtica no-lineal de deformacions del medi continu.</p> <p>Contingut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensor gradient de la deformació</li> <li>- Tensors gradient material i espacial dels desplaçaments</li> <li>- Tensors de deformació de Green-Lagrange i de Almansi</li> <li>- Deformació volumètrica</li> <li>- Variació de l'àrea</li> <li>- Descomposició polar del tensor gradient de la deformació</li> <li>- Estiraments</li> <li>- Variació de angles</li> <li>- Tensor gradient espacial de la velocitat</li> <li>- Tensors velocitat de deformació i velocitat de rotació</li> <li>- Derivades materials de diferents tensors</li> </ul> <p>Problemes</p> <p>Objectius específics: L'objectiu és introduir els principals conceptes i tensors associats a la deformació d'un medi continu.</p>	

## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

<p>Deformacions infinitesimals</p>	<p>Dedicació: 7h 11m</p> <p>Grup gran: 1h Grup mitjà: 1h Grup petit: 1h Aprentatge autònom: 4h 11m</p>
<p><b>Descripció:</b> En aquest tema s'introdueixen les hipòtesis del marc de deformacions infinitesimals i s'obtenen les corresponents expressions simplificades a utilitzar en el context de deformacions infinitesimals. S'introdueix també el concepte d'equacions de compatibilitat per al cas del tensor de deformacions infinitesimals.</p> <p><b>Contingut:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hipòtesi de la teoria de deformacions infinitesimals</li> <li>- Tensor gradient dels desplaçaments</li> <li>- Tensor infinitesimal de deformació</li> <li>- Variació de volum infinitesimal</li> <li>- Descomposició polar</li> <li>- Estiraments</li> <li>- Variació de angles</li> <li>- Notació matricial</li> <li>- Equacions de compatibilitat</li> </ul> <p>Problemes</p> <p><b>Objectius específics:</b> Els objectius principals són introduir les hipòtesis de la teoria infinitesimal de la deformació i particularitzar els tensors introduïts en el cas no lineal, al cas de deformacions infinitesimals.</p>	
<p>Tensions</p>	<p>Dedicació: 2h 24m</p> <p>Grup gran: 1h Aprentatge autònom: 1h 24m</p>
<p><b>Descripció:</b> En aquest tema s'introdueixen els conceptes de forces i de tensions sobre un mitjà continuu.</p> <p><b>Continguts:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forces màssiques i de superfície</li> <li>- Teoremes de Cauchy</li> <li>- Tensors de tensions de Cauchy i primer de Piola Kirchoff</li> <li>- Transformació de Piola i identitat de Piola</li> <li>- Tensors de tensions de Kirchhoff i Segon de Piola-Kirchhoff</li> </ul> <p><b>Objectius específics:</b> Els objectius principals són introduir els conceptes de forces i de tensors de tensió.</p>	

## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

Equacions de conservació / balanç

Dedicació: 21h 36m

Grup gran: 2h

Grup mitjà: 4h

Grup petit: 3h

Aprenentatge autònom: 12h 36m

### Descripció:

En aquest tema s'introdueixen els principis fonamentals de conservació / balanç d'un medi continu, en forma global / local i material / espacial. L'objectiu final és arribar a plantejar les equacions de govern d'un problema de mecànica de medis continus.

### Contingut:

- Equacions fonamentals de conservació / balanç
- Conservació de la massa
- Flux convectiu d'una propietat
- Lema de Reynolds
- Teorema del transport de Reynolds
- Balanç de la quantitat de moviment
- Balanç del moment de la quantitat de moviment
- Termodinàmica
- Primer principi de la termodinàmica. Balanç d'energia
- Segon principi de la termodinàmica
- Processos termodinàmics
- Equacions de govern
- Problemes mecànic i tèrmic desacoplats

### Problemes

### Objectius específics:

Els objectius principals són introduir els principis fonamentals de conservació / balanç i obtenir, en forma local espacial i material, les equacions de govern d'un problema de mecànica de medis continus.



## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

<p>Elasticitat lineal</p>	<p>Dedicació: 14h 23m</p> <p>Grup gran: 1h Grup mitjà: 3h Grup petit: 2h Aprentatge autònom: 8h 23m</p>
---------------------------	---

**Descripció:**

En aquest tema es presenten els principals conceptes d'elasticitat lineal, arribant a plantejar i resoldre el problema elàstic lineal.

**Contingut:**

- Model elàstic lineal
- Problema elàstic lineal
- Solució del problema elàstic lineal
- Coordenades curvilínies ortogonals

**Problemes**

**Objectius específics:**

Els objectius principals són introduir les equacions constitutives per al model elàstic lineal i arribar a formular i resoldre el problema elàstic lineal.

<p>Mecànica de fluids</p>	<p>Dedicació: 2h 24m</p> <p>Grup gran: 1h Aprentatge autònom: 1h 24m</p>
---------------------------	--

**Descripció:**

En aquest tema s'introdueixen els conceptes addicionals necessaris per formular un problema genèric de mecànica de fluids.

**Contingut:**

- Introducció
- Equacions constitutives
- Equacions de govern

**Objectius específics:**

L'objectiu principal és introduir les equacions constitutives per a un problema de mecànica de fluids.

## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

<p>Fluids newtonians</p>	<p>Dedicació: 10h 48m          Grup gran: 1h          Grup mitjà: 1h 30m          Grup petit: 2h          Aprentatge autònom: 6h 18m</p>
<p><b>Descripció:</b>          En aquest tema s'introdueix l'equació constitutiva per a un fluid newtonià i es planteja i resol un problema de mecànica de fluids per a fluids newtonians.</p> <p><b>Contingut:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equació constitutiva</li> <li>- Equacions de govern</li> <li>- Condicions de contorn</li> <li>- Coordenades curvilínies ortogonals</li> </ul> <p>Problemes</p> <p><b>Objectius específics:</b>          Els objectius principals són introduir les equacions constitutives per a un fluid newtonià i arribar a plantejar i resoldre un problema de mecànica de fluids per a un fluid newtonià.</p>	

### Sistema de qualificació

La qualificació de l'assignatura s'obté a partir de les qualificacions de l'avaluació continuada (30%) i de l'examen final (70%).

**Avaluació continuada:** L'estudiant ha de resoldre al llarg del curs i de forma tutelada pel professor, diversos exercicis i problemes, tant dins de l'aula (durant les hores de classe), com fora d'ella.

**Examen final:** L'examen final consta d'unes qüestions i problemes, similars als que s'han plantejat i resolt a classe.

### Normes de realització de les activitats

**Avaluació continuada:** Si no es realitza alguna de les activitats d'avaluació continuada en les dates programades, es considerarà com a puntuació zero.

**Examen final:** L'examen final serà amb llibres oberts.

## 250952 - MECMEDCON - Mecànica dels Medis Continus

### Bibliografia

#### Bàsica:

Gerhard A. Holzapfel. *Nonlinear Solid Mechanics: A Continuum Approach for Engineering*. Wiley, ISBN 13: 978-0471823193.

#### Complementària:

Xavier Oliver, Carlos Agelet de Saracibar. *Mecánica de Medios Continuos para Ingenieros*. 3ª Edición. Barcelona: Ediciones UPC, 2002. ISBN 84-8301-582-X.

Javier Bonet, Richard Wood. *Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis*. Cambridge University Press, 1997.

Oscar González. *A first course in Continuum Mechanics*. Cambridge Text in Applied Mechanics, 2008.

Jerry Marsden, Tom J.R. Hugues. *Mathematical Foundations of Elasticity*. Courier Dover Publications, 1994.

C. Truesdell, W. Noll. *The Nonlinear Field Theories of Mechanics*. Springer-Verlag, 1992.