



Grado en Ingeniería de Organización Industrial 30100 - Matemáticas I

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- **Álvaro Barreras Peral** albarrer@unizar.es
- **Antonio Ramon Laliena Bielsa** -
- **Maria Victoria Sebastian Guerrero** msebasti@unizar.es
- **Antonio Miguel Oller Marcen** oller@unizar.es
- **Antonio Otal German** aotal@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

El perfil recomendable para cursar la asignatura es poseer los conocimientos y destrezas adquiridos en las asignaturas Matemáticas I y II de Bachillerato, preferiblemente de orientación científico-tecnológica.

Para seguir de un modo correcto esta asignatura es además necesario tener una buena disposición para realizar un trabajo y esfuerzo continuado desde el inicio del curso. Se requiere por tanto un trabajo diario de la asignatura para poder seguir sin problema las clases. Es aconsejable que el alumno resuelva sus dudas a medida que vayan surgiendo, tanto en el aula como haciendo uso de las tutorías y medios que el profesor pone a su disposición.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Consultar las páginas web de los centros para obtener información acerca de:

- calendario académico (periodo de clases y periodos no lectivos, festividades, periodo de exámenes)
- horarios y aulas

□ fechas en las que tendrán lugar los exámenes de las convocatorias oficiales de la asignatura

Además el profesor informará con la suficiente antelación de las fechas de realización de las distintas pruebas asociadas al sistema de evaluación continua. Estas fechas se fijarán con antelación por el profesor, y pueden modificarse con previo aviso si el desarrollo del calendario así lo exige.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:** Sabe aplicar los resultados fundamentales del Cálculo Diferencial e Integral de funciones de una y varias variables. Es además capaz de describir los conceptos básicos como el de límite, continuidad, derivabilidad e integración, así como sus aplicaciones e interpretaciones geométricas más importantes.
- 2:** Desarrolla y experimenta estrategias de resolución de problemas y distingue el método más adecuado en cada situación.
- 3:** Es capaz de razonar la dificultad de resolver un problema de forma exacta y la necesidad de recurrir a la aplicación de métodos de aproximación numérica para su resolución, determinando el grado de precisión y el error cometido.
- 4:** Sabe utilizar algún software matemático en sus aplicaciones al Cálculo Diferencial e Integral de funciones de una y varias variables.
- 5:** Es capaz de plantear y resolver con rigor problemas de las áreas anteriores aplicados a la Ingeniería de Organización Industrial, seleccionando de forma crítica los métodos y resultados teóricos más adecuados, y ante la complejidad de la resolución de estos problemas reales de modo analítico es capaz de resolverlos con el software matemático propuesto en el apartado 4.
- 6:** Es capaz de resolver, trabajando en equipo, los problemas del apartado 5, ampliando la información y los métodos propuestos en el aula. Es además capaz de realizar presentaciones orales de los resultados obtenidos, usando el lenguaje matemático adecuado y los programas informáticos convenientes.
- 7:** Es capaz de expresar tanto de forma oral como escrita y utilizando el lenguaje científico, los conceptos básicos de la asignatura así como el proceso de resolución de problemas.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura Matemáticas I pretende introducir al alumno en los conceptos del Análisis Matemático y los Métodos Numéricos, que van a resultar básicos en su formación posterior y que necesitará para cursar con éxito otras asignaturas del Grado.

La asignatura se estructura en dos bloques básicos:

- Cálculo Diferencial en una y varias variables
- Cálculo Integral en una y varias variables

En el primer bloque se estudia la parte correspondiente al Cálculo Diferencial, repasando los conceptos de límite,

continuidad y derivabilidad. Se hace hincapié en las aplicaciones de dichos conceptos a problemas relacionados con la Ingeniería de Organización Industrial y se introducen los métodos numéricos para la resolución de problemas.

En el segundo bloque se trabaja con el Cálculo Integral, se repasan los métodos de integración ya conocidos y se introducen nuevos métodos para resolver ciertos tipos de integrales. En aquellos casos en los que el método analítico no permita obtener una solución se trabajará con métodos numéricos aproximados. Se incide en las aplicaciones geométricas y físicas de la integral, cálculo de áreas, volúmenes, superficies de revolución, longitudes de curva, etc.

Se sientan las bases, tanto en Cálculo Diferencial como Integral, para que el alumno sea capaz de resolver las cuestiones propuestas en los bloques 1 y 2 pero con funciones de varias variables, sabiendo resolver por ejemplo integrales de línea y de superficie.

Se pretende así cubrir un área de conocimiento estándar en Matemáticas, que sirve como punto de partida en el resto de las asignaturas básicas, y se emplea en prácticamente la totalidad de las asignaturas técnicas.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Los métodos matemáticos básicos forman parte de las numerosas herramientas con las que todos los profesionales de la Ingeniería y la Defensa deben contar para resolver los problemas que aparecen en su trabajo. A pesar de que esta titulación no habilita para el ejercicio de la profesión regulada de Ingeniero Técnico Industrial, en el diseño de la titulación en IOI se han incorporado buena parte de las competencias y módulos definidos por la orden CIN 351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. En particular, esta asignatura pertenece al módulo de formación básica para abordar, además de las competencias genéricas del Ingeniero Técnico Industrial, la capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización. Esta capacidad viene cubierta por las asignaturas Matemáticas I, Matemáticas II, Matemáticas III y Estadística. Matemáticas I es una asignatura de carácter obligatorio de 6 créditos ECTS y se imparte en el primer cuatrimestre de primer curso.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura Matemáticas I se imparte durante el primer semestre del primer curso del Grado en Ingeniería de Organización Industrial. La asignatura pretende capacitar al alumno para el seguimiento de otras asignaturas de carácter científico del plan de estudios que tienen las matemáticas como herramienta básica. Los contenidos que se tratarán en la asignatura tienen gran aplicación práctica en otras disciplinas de la titulación como la física, la estadística, el dibujo, la informática, la mecánica o la economía. El lenguaje, el pensamiento crítico y el modo de razonar que proporcionan las matemáticas, facilitará al alumno la comprensión de dichas asignaturas.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1: Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 2: Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.
- 3: Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- 4: Aplicar las tecnologías de la información y de las comunicaciones en la ingeniería.

5: Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la Ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: Cálculo Diferencial e Integral, Métodos Numéricos y Algoritmia Numérica.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Los resultados de aprendizaje que se obtienen son importantes porque proporcionan a los estudiantes los conocimientos matemáticos y procedimentales que se encuentran en la base de otras asignaturas de carácter científico-tecnológico del Grado, como, por ejemplo, las asignaturas de Física, Informática, Mecánica, Estadística, Investigación Operativa, Economía, Electrónica, Resistencia de materiales... La capacidad para aplicar técnicas matemáticas a la resolución de problemas concretos de los distintos campos relacionados con la ingeniería, resulta una competencia fundamental de un ingeniero/oficial, así como la utilización de recursos ya existentes y la interpretación de los resultados obtenidos.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

1:

A lo largo del semestre el alumno deberá realizar pruebas de varios tipos, teórico prácticas y pruebas aplicadas.

En las pruebas Teórico-Prácticas se evaluará:

- El entendimiento de los conceptos matemáticos usados para resolver los problemas.
- El uso de estrategias y procedimientos eficientes en su resolución.
- El uso de explicaciones claras y detalladas.
- La ausencia de errores matemáticos en el desarrollo y las soluciones.
- El uso correcto de la terminología y notación.
- La exposición ordenada, clara y organizada.

En las pruebas Aplicadas se evaluará:

- El dominio y uso correcto de los comandos del software matemático necesarios para resolver los problemas.
 - La correcta resolución de los problema y los métodos y estrategias matemáticas empleadas.
 - El detalle del código utilizado en la resolución de los problemas.
 - La correcta interpretación de los resultados obtenidos.
 - La capacidad para seleccionar el método más apropiado.
 - El lenguaje matemático utilizado.
-

Actividades y recursos

Perfil empresa

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

La metodología que se propone trata de fomentar el trabajo continuado del estudiante y se centra en los aspectos más

prácticos del cálculo diferencial e integral en una y varias variables. Con el fin de conseguir este objetivo se fomentará el uso de herramientas de tipo informático. Las explicaciones teóricas de los conceptos de la asignatura serán reforzadas con ejemplos o casos prácticos analizados con el ordenador. Asimismo se realizarán tutorías con el fin de reforzar los conceptos desarrollados en las clases. Con este mismo propósito se realizarán seminarios a lo largo del curso.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

\item La asignatura se articula con 4 horas de clase presencial a la semana durante las 15 semanas que dura el semestre. Se imparten conceptos teóricos que son reforzados con el trabajo práctico y mediante el uso de programas de cálculo simbólico y/o numérico.

\item Trabajo autónomo tutorizado: 2 horas semanales durante 12 semanas donde el alumno trabaja de forma autónoma en la realización de trabajos y resolución de problemas.

\item Seminarios: 6 horas. Clases de aprendizaje activo con fuerte interacción/colaboración entre quien imparte y quien asiste al seminario. Se abordarán materias directa o tangencialmente relacionadas con el contenido de la asignatura.

\item Trabajo personal: 60 horas

La asignatura se articula con 4 horas de clase presencial a la semana durante las 15 semanas que dura el semestre. Se imparten conceptos teóricos que son reforzados con el trabajo práctico y mediante el uso de programas de cálculo simbólico y/o numérico, según el siguiente programa:

- 1.- Números complejos.
- 2.- Función real de variable real. Límites, indeterminaciones y equivalencias.
- 3.- Continuidad, discontinuidades. Teoremas clásicos. Método de la bisección.
- 4.- Derivada y recta tangente. Propiedades de la derivada. Regla de la cadena. Derivación de la función inversa, implícita y paramétrica.
- 5.- Teoremas clásicos: Rolle, valor medio, L'Hôpital,... Desarrollos limitados de Taylor.
- 6.- Aplicaciones: Monotonía, extremos, concavidad y convexidad.
- 7.- Métodos de la tangente y la secante. Interpolación.
- 8.- Integral de Riemann. Propiedades básicas de la integral de Riemann.
- 9.- Teoremas fundamentales del cálculo. Integrales impropias.
- 10.- Aplicaciones de la integral. Métodos de cuadratura numérica.
- 11.- Funciones de varias variables: límites y continuidad.
- 12.- Derivadas direccionales y parciales.
- 13.- La regla de la cadena.
- 14.- Diferenciabilidad y plano tangente.
- 15.- Extremos y extremos condicionados: el método de los multiplicadores de Lagrange.

2:

Trabajo personal: 90 horas

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La distribución aproximada por semanas de los contenidos tiene el siguiente esquema:

\begin{enumerate}

\item Funciones reales de variable real; límites.

\item Continuidad de funciones; teoremas clásicos.

\item El concepto de derivada. Recta tangente. La regla de la cadena.

\item Teoremas clásicos sobre derivación. Desarrollos limitados de Taylor. Aplicaciones de la derivación.

\item Interpolación.

\item Cálculo de primitivas.
\item Integral de Riemann. Teoremas fundamentales del cálculo. Integrales impropias.
\item Aplicaciones de la integral. Cuadratura numérica.
\item Funciones de varias variables: límites y continuidad.
\item Derivadas direccionales y parciales; la regla de la cadena.
\item Diferenciabilidad y plano tangente.
\item Extremos y extremos condicionados: el método de los multiplicadores de Lagrange.
\item El concepto de integral doble. Integrales iteradas sobre rectángulos.
\item Integrales dobles sobre recintos más generales. Cambios de variable.
\item Integrales triples.
\end{enumerate}

Durante el curso se concretarán (en función del calendario real) y publicarán en la plataforma Moodle las fechas concretas de las pruebas escritas, entrega de trabajos, etc.

La distribución aproximada por semanas de los contenidos tiene el siguiente esquema:

- 1.- Números complejos.
- 2.- Función real de variable real. Límites, indeterminaciones y equivalencias.
- 3.- Continuidad, discontinuidades. Teoremas clásicos. Método de la bisección.
- 4.- Derivada y recta tangente. Propiedades de la derivada. Regla de la cadena. Derivación de la función inversa, implícita y paramétrica.
- 5.- Teoremas clásicos: Rolle, valor medio, L'Hôpital,... Desarrollos limitados de Taylor.
- 6.- Aplicaciones: Monotonía, extremos, concavidad y convexidad.
- 7.- Métodos de la tangente y la secante. Interpolación.
- 8.- Integral de Riemann. Propiedades básicas de la integral de Riemann.
- 9.- Teoremas fundamentales del cálculo. Integrales impropias.
- 10.- Aplicaciones de la integral. Métodos de cuadratura numérica.
- 11.- Funciones de varias variables: límites y continuidad.
- 12.- Derivadas direccionales y parciales.
- 13.- La regla de la cadena.
- 14.- Diferenciabilidad y plano tangente.
- 15.- Extremos y extremos condicionados: el método de los multiplicadores de Lagrange.

Durante el curso se concretarán (en función del calendario real) y publicarán en la plataforma Moodle las fechas concretas de las pruebas escritas, entrega de trabajos, etc.

Contenidos

Teóricos

Los contenidos teóricos son los clásicos de un primer curso de cálculo diferencial e integral en una y varias variables.

Prácticos

Utilización del programa **wxMaxima** para cálculos simbólicos.

Recursos

Materiales

- Transparencias del curso: La exposición de los conceptos teóricos se realizará por medio de presentaciones que estarán a disposición de los alumnos en la plataforma Moodle.
- Colecciones de problemas: Los ejercicios prácticos propuestos en las clases de problemas se recopilarán en una colección que estará a disposición de los alumnos en la plataforma Moodle.

Evaluación

Actividades de evaluación

1: Pruebas escritas:

A lo largo del curso se realizarán dos pruebas escritas. Versarán sobre aspectos teóricos y/o prácticos de la asignatura. Su peso en la nota final será de un 80 %.

En las pruebas escritas se evaluará:

- el entendimiento de los conceptos matemáticos usados para resolver los problemas.
- el uso de estrategias y procedimientos eficientes en su resolución.
- explicaciones claras y detalladas.
- la ausencia de errores matemáticos en el desarrollo y las soluciones.
- uso correcto de la terminología y notación.
- exposición ordenada, clara y organizada.

2: Controles participativos:

Para evaluar la participación de los alumnos en clase se llevarán a cabo controles periódicos en clase. Como mínimo se realizarán 4 controles que consistirán en la realización de ejercicios de tipo práctico.

Su peso total en la nota final será del 20 %.

En los controles participativos se evaluará:

- el entendimiento de los conceptos matemáticos usados para resolver los problemas.
- el uso de estrategias y procedimientos eficientes en su resolución.
- explicaciones claras y detalladas.
- la ausencia de errores matemáticos en el desarrollo y las soluciones.
- uso correcto de la terminología y notación.
- exposición ordenada, clara y organizada.

3: Prueba global:

Los alumnos que no hayan superado la asignatura con el sistema de calificación continuada, deberán realizar en las convocatorias oficiales una prueba escrita de carácter obligatorio equivalente a las pruebas escritas descritas en el punto 1, cuyo peso en la nota final será del 100 %. Los criterios de evaluación serán los expuestos en los apartados anteriores.

Durante el curso se concretarán (en función del calendario real) y publicarán en la plataforma Moodle las fechas de las pruebas escritas, controles, etc.

Actividades y recursos

Perfil defensa

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

1. La presentación de los contenidos de la asignatura en clases magistrales por parte del profesorado.
2. La resolución, por parte del alumnado, de problemas planteados en clase.
3. El estudio personal de la asignatura por parte del alumnado.
4. El desarrollo de prácticas, por parte del alumnado y guiadas por el profesorado, que desarrollan los conocimientos teóricos.

El proceso de aprendizaje diseñado para esta asignatura combina los siguientes elementos:

1. Clases teóricas que permiten transmitir conocimientos al alumno, propiciando la participación de los mismos.
2. Clases de problemas en las que se combina la resolución de problemas en la pizarra por parte del profesor con el trabajo de los alumnos.
3. Clases de prácticas de ordenador impartidas en el aula o en los laboratorios de informática, utilizando un software matemático adecuado.
4. Atención personalizada tanto en grupos reducidos como individualizada.
5. Estudio y trabajo personal continuado por parte del alumno desde el inicio del curso.

En el ADD estarán disponibles los contenidos teóricos básicos, la relación de problemas, los guiones de las prácticas de ordenador así como el material complementario de apoyo a la asignatura.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

- 1:** Antes del inicio del semestre correspondiente, los profesores de la asignatura hacen público a sus alumnos el programa de actividades a través de la plataforma Moodle que pueden consultar autenticándose con su usuario y contraseña en la dirección <http://moodle.unizar.es>

Allí encontrarán el programa detallado de la asignatura, los materiales y bibliografía recomendada y otras recomendaciones para cursarla.

- 2:** **Actividades de tipo I, clases magistrales**

Se dedicarán 4 horas presenciales a la semana a las clases teórico-prácticas. Se utilizará la lección magistral mediante el uso de pizarra para presentar los contenidos teóricos y la resolución de problemas sin que haya una separación explícita entre ambas. Las explicaciones teóricas irán acompañadas de ejemplos ilustrativos. Al principio de cada tema, los alumnos dispondrán del material de cada unidad didáctica, así como de una relación de problemas.

- 3: Actividades de tipo II, prácticas de ordenador**

Se realizarán sesiones prácticas que se impartirán en el aula o en alguno de los laboratorios de informática. Se utilizará un software matemático adecuado que permitirá al alumno el trabajo con cálculo simbólico, numérico y gráfico, facilitando la comprensión de los resultados de aprendizaje propuestos. Los estudiantes dispondrán con antelación suficiente de un guión para cada una de las prácticas que contendrá los objetivos que se pretenden lograr, los contenidos teóricos que se están trabajando y una explicación de los comandos del software matemático empleado necesarios para resolver los problemas propuestos. En cada sesión, el profesor realizará una explicación general y dejará tiempo a los alumnos para que resuelvan los problemas. El desarrollo de la práctica será supervisado por los profesores presentes en el aula, que resolverán las dudas que vayan surgiendo.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y las sesiones de prácticas, se impartirán según la distribución establecida por la Dirección del Centro. Se puede encontrar información de los calendarios lectivos y horarios en la página web del Centro Universitario de la Defensa: <http://cud.unizar.es>

Contenidos

Contenidos de la asignatura indispensables para la obtención de los resultados de aprendizaje.

Los contenidos de la asignatura son los clásicos de un primer curso de cálculo diferencial e integral en una y varias variables.

Las sesiones de Teoría y Problemas versarán sobre los siguientes temas:

1. Sucesiones

2. Series numéricas
3. Funciones en una y varias variables
4. Derivación de funciones de una variable
5. Derivación de funciones de varias variables
6. Integral indefinida
7. Integral definida
8. Integral impropia
9. Integración de funciones de varias variables

Las prácticas estarán organizadas en los siguientes temas:

1. Introducción al software matemático
2. Resolución numérica de ecuaciones
3. Aproximación e Interpolación
4. Derivación e integración numérica

Recursos

Materiales

El alumno dispondrá de un libro de clase que recoge los contenidos de la asignatura: *Cálculo diferencial e integral y sus métodos numéricos*. E. Javierre; C. Rodrigo, E. Tresaco; Ed. Centro Universitario de la Defensa.

Además tendrá acceso al repositorio de material de la asignatura en el Anillo Digital Docente <https://moodle.unizar.es>.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

Centro Universitario de la Defensa

- Burden, Richard L.. Análisis numérico / Richard L. Burden, J. Douglas Faires . - 7ª ed. México [etc.] : International Thomson, imp. 2003
- Cálculo diferencial e integral y sus métodos numéricos / Etelvina Javierre, Carmen Rodrigo, Eva Tresaco . - 1ª ed. Zaragoza : Centro Universitario de la Defensa, 2012
- Franco Brañas, José Ramón. Introducción al cálculo : problemas y ejercicios resueltos / José Ramón Franco Brañas Madrid [etc.] : Prentice Hall, D.L. 2003
- Larson, Ron. Cálculo II / Ron Larson, Robert P. Hostetler, Bruce H. Edwards ; traductores, María Isabel de Lara Choy, Norma Angélica Moreno Chávez ; revisores técnicos, María del Carmen Hano Roa, Lorenzo Abellanas Rapún. - 8ª ed. México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2006
- Zill, Dennis G.. Cálculo con geometría analítica / Dennis G. Zill ; traductor Eduardo Ojeda Peña ; revisores técnicos Bertha Dávila de Apodaca...[et al.] México, D.F. : Iberoamérica, cop. 1987

Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia

- Apostol, Tom M.. Calculus. Vol.1, Cálculo con funciones de una variable, con una introducción al álgebra lineal / Tom M. Apostol. - 2ª ed. reimp. Barcelona [etc.] : Reverté, cop. 2002
- Apostol, Tom M.. Calculus. Vol.2, Cálculo con funciones de varias variables y álgebra lineal, con aplicaciones a las ecuaciones diferenciales y a las probabilidades / Tom M. Apostol. - 2ª ed., 7ª reimp. Barcelona, [etc.] : Reverté, D.L. 2002
- Burgos Román, Juan de. Cálculo infinitesimal de una variable / Juan de Burgos Román Madrid[etc.] : McGraw-Hill, D.L.1997
- Burgos Román, Juan de. Cálculo infinitesimal de varias variables / Juan de Burgos Román . - 2ª ed. Madrid [etc.] : McGraw-Hill/Interamericana, cop. 2008
- Galindo Soto, Félix. Guía práctica de cálculo infinitesimal en una variable real / Félix Galindo Soto, Javier Sanz Gil, Luis A. Tristán Vega . - 1ª ed. Madrid [etc.] : Thomson, D. L. 2003
- Kress, Rainer. Numerical analysis / Rainer Kress New York : Springer, cop. 1998
- Larson, Ron. Cálculo 1 : De una variable / Ron Larson, Bruce H. Edwards ; revisión técnica, Marlene Aguilar Abalo ... [et al.] ; [traducción: Joel Ibarra Escutia ... (et al.)]. - 9ª ed. México [etc.] : McGraw Hill, cop. 2010
- Larson, Ron. Cálculo 2 : De varias variables / Ron Larson, Bruce H. Edwards ; revisión técnica, Marlene Aguilar Abalo ... [et al.] ; [traducción: Joel Ibarra Escutia ... (et al.)]. - 9ª ed. México [etc.] : McGraw Hill, cop. 2010
- Marsden, Jerrold E.. Cálculo vectorial / Jerrold E. Marsden, Anthony J. Tromba ; Versión en español Javier Páez Cárdenas ; Colaboración técnica Purificación González Sancho . - 4a. ed México [etc.] : Addison-Wesley Longman, 1998