

II. Eje de Formación Profesional.

Las asignaturas que forman este eje son:

- Física computacional I
- Introducción a la Física moderna I
- Métodos matemáticos de la Física I
- Mecánica teórica
- Introducción a la Física moderna II
- Óptica
- Instrumentación I
- Métodos matemáticos de la Física II
- Termodinámica clásica
- Introducción a la mecánica cuántica
- Instrumentación II
- Teoría electromagnética
- Física cuántica
- Desarrollo experimental I

A continuación anexamos los programas de estas materias.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Física computacional I

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Ecuaciones diferenciales I		
	Programación y lenguaje Fortran		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	2	4	0
Créditos:	08		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

En el estudio de los diferentes campos de la Física, al establecer modelos matemáticos para el estudio de los fenómenos, es común que no se pueda dar una solución exacta al problema matemático inherente al modelo, por lo que se hace necesario recurrir a soluciones obtenidas mediante el empleo de métodos numéricos a través del uso de computadoras. La Física Computacional es un enfoque multidisciplinario que combina a la Física, a las Ciencias de la Computación y a las Matemáticas Aplicadas, para resolver problemas aplicados de interés en el mundo real. El área de aplicación es muy amplia, va desde la modelación ambiental, manejo de residuos tóxicos, diseño de materiales, transporte de aguas subterráneas, estructura de la materia y las partículas elementales, análisis de imágenes, etc. El campo de la física computacional, requiere conocer no sólo el funcionamiento de las computadoras y sistemas operativos, los temas específicos de física y matemáticas, sino también conocer los algoritmos computacionales involucrados y cómo estos se pueden combinar para realizar un trabajo de forma integral.

Las herramientas modernas de cómputo simbólico, de cómputo numérico y de visualización científica, se han convertido en aliados insustituibles, en el estudio de problemas lineales y no lineales interesantes en las ciencias aplicadas. Estas herramientas proporcionan lenguajes de alto nivel para facilitar la modelación y extender el alcance de la mente humana para el estudio y comprensión de los fenómenos. En la actualidad, existen una gran diversidad de herramientas computacionales propietarias y de software libre, que nos permiten trabajar en la modelación matemática de fenómenos físicos y de otras ciencias. Así mismo, el desarrollo de nuevas arquitecturas computacionales para el cómputo de alto rendimiento (programación vectorial y en paralelo), facilitan la simulación de problemas mucho más complejos.

La evolución de sistemas de álgebra computacional, como *Axiom*, *Derive*, *Macysma*, *Maple*, *Mathematica*, *Maxima*, *MuPad*, *Yacas* y otros, permiten el estudio de problemas prácticos donde las tareas de manipulación algebraica de sistemas complejos de ecuaciones son prácticamente imposibles de trabajarlos sin la ayuda de estas herramientas. Por otro lado existen sistemas que incluyen herramientas para cómputo numérico, como *Matlab*, *Mathematica*, *Octave*, *RLaBplus*, y otros, que de igual manera se han convertido en herramientas de uso general para auxiliar en las simulaciones numéricas de uso cotidiano. En cuanto a lenguajes de programación utilizados en análisis numérico, además de los lenguajes tradicionales como *Fortran90*, *Ansi C*, *C++* o *Pascal*, se cuenta con herramientas complementarias desarrolladas en lenguajes orientados a objetos como *Java*, *Python* y otros. Desde la generalización de la Web en Internet y la consolidación de los movimientos de software libre, la colaboración de la comunidad de programadores en Internet han llevado a cristalizar repositorios ricos en recursos de herramientas de software como *SourceForge.Net*, al igual que *Netlib.Org* se convirtió en el repositorio de herramientas de software matemático para el análisis numérico.

El conjunto de estas herramientas enriquecen y extienden la aplicabilidad de los métodos de la física-matemática tradicionales, y es en este contexto que surge la necesidad de desarrollar en el estudiante de la Licenciatura en Física las habilidades computacionales que constituyen el núcleo central de la asignatura *Física computacional I*, que ha sido dividido en dos partes. En la primera parte se estudian los sistemas de ecuaciones lineales y las herramientas empleadas para manipular matrices, así como la solución de problemas de valores y vectores propios, mientras que en la segunda parte se introduce al estudiante en el estudio y conocimiento de los métodos empleados en la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias, así como en las herramientas para realizar simulación computacional.

2. Objetivo general

Este curso tiene como objetivo desarrollar las capacidades del estudiante para la incorporación de herramientas de sistemas de cómputo simbólico, numérico y de visualización científica en la solución de problemas lineales y no lineales que se manejan en el campo de la Física-Matemática; al finalizar el curso el estudiante será capaz de analizar y

aplicar métodos computacionales para resolver problemas físicos que impliquen la solución de problemas algebraicos o matriciales, así como aquellos en que se involucren ecuaciones diferenciales ordinarias.

3. Objetivos específicos

Durante el desarrollo del curso el estudiante desarrollará experiencias de aprendizaje mediante la realización de algunas de las siguientes actividades: exposición de alguno de los temas, realización de un reporte final o prácticas en el laboratorio de cómputo, que lo vinculen con las actividades típicas del desarrollo de la profesión del Físico, ya sea en el campo de la docencia, la investigación y/o la extensión, explotando las ventajas que tiene el apoyarse en sistemas de cómputo y lenguajes de alto nivel para el estudio de un problema en particular.

Al terminar el curso, el estudiante será capaz de:

- Resolver sistemas de ecuaciones lineales haciendo uso de matrices, así como resolver problemas de valores y vectores propios, mediante el empleo de técnicas de cómputo (simbólico, numérico y/o de visualización).
- Hacer uso de métodos computacionales para la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias, tanto para problemas de valores iniciales como de valores a la frontera.
- Resolver ecuaciones diferenciales de orden superior y sistemas de ecuaciones diferenciales mediante el uso de herramientas computacionales, tanto para problemas de valores iniciales como valores a la frontera.

3. Temario

- 1) Introducción.
- 2) Sistemas de ecuaciones lineales y estrategias de pivoteo. Matrices. Inversión de matrices. Determinantes. Factorización de matrices.
- 3) Valores y vectores propios de matrices.
- 4) Problemas de valor inicial para ecuaciones diferenciales. Teoría elemental.
- 5) Métodos de Euler y de Taylor de orden superior.
- 6) Métodos de Runge-Kutta. Métodos multipasos.
- 7) Ecuaciones de orden superior y sistemas de ecuaciones diferenciales.
- 8) Método de disparo lineal. Método de disparo para problemas no lineales.

4. Estrategias didácticas

Como parte de las estrategias didácticas de esta asignatura se sugiere:

1. procurar que el curso se desarrolle centrandó el proceso de aprendizaje en el alumno, promoviendo la participación activa de los estudiantes con especial

- atención al desarrollo de habilidades de carácter general así como específicas de los métodos computacionales involucrados.
2. desarrollar el curso en forma de taller bajo la modalidad de problemas dirigidos donde se involucren las herramientas requeridas (aprendizaje basado en proyectos).
 3. tener acceso a un laboratorio de estaciones de trabajo Linux, donde se encuentren sistemas de cómputo simbólico, numérico y de visualización instalados, para que el estudiante pueda trabajar en forma individual, buscando desarrollar el curso utilizando recursos de software libre y de fuente abierta.
 4. contar con una página en Internet donde se encuentren los materiales para apoyar las actividades del curso, donde cada estudiante pueda acceder a los materiales y actividades en línea para el trabajo en forma individual.
 5. tener acceso a sistemas de cómputo de alto rendimiento con sus herramientas (Fortran90, C, MPI, etc).
 6. promover la investigación bibliográfica sobre los aspectos teóricos del curso.

5. Estrategias para la evaluación

La evaluación del curso será con base en los productos desarrollados a lo largo del curso, donde el estudiante ira mostrando su avance en la incorporación de las herramientas de cómputo simbólico, numérico y de visualización como un método auxiliar en simulación y resoluciones de problemas.

6. Bibliografía

La bibliografía, recursos en Internet y herramientas sugeridas para este curso son los siguientes:

1. Advanced Mathematical Methods with Maple, Derek Richards, Cambridge University Press, November 2001, ISBN 0521779812
2. Advanced Mathematics and Mechanics Applications Using Matlab, Howard B Wilson, Louis H Turcotte, David Halpern, CRC Press, September 2002, ISBN 158488262X
3. Mathematical Computing, David Betounes, Mylan Redfern, Springer Verlag, January 2002, ISBN 0387953310
4. Experimentation in Mathematics, Jonathan M Borwein, A K Peters, Ltd, April 2004, ISBN 1568811365
5. Computer Algebra and Symbolic Computation, Joel S. Cohen, A K Peters, Ltd, January 2003, ISBN 1568811594
6. A First Course in Scientific Computing: Symbolic, Graphic, and Numerical Modeling Using Maple, Java, Mathematica, and Fortran90., Rubin H. Landau, Princeton University Press, 2005, ISBN 0.691-12183-4
7. An Introduction to Computational Physics, Tao Pang, Cambridge University Press, September 1997, ISBN 0521485924
8. Computational physics. Fortran Version. Steven E. Koonin, Dawn C. Meredith. Westview press, 1990, ISBN: 0-201-38623-2

9. Computational Physics: An introduction, Franz Vesely, Franz J. Vesely. Second edition. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1994, ISBN: 0-306-46631-7
10. Computational Methods in Physics and Engineering, Samuel S M Wong, World Scientific, April 2003, ISBN 9810230435
11. Computational Physics, J M Thijssen, Cambridge University Press, June 1999, ISBN 0521575885
12. Numerical Recipes in Fortran 77, The Art of Scientific Computing, Vol. 1 of Fortran Numerical Recipes, Cambridge University Press, Second Edition, 2001 (<http://library.lanl.gov/numerical/bookfpdf.html>)
13. Numerical Recipes in Fortran90, Vol. 2 of Fortran Numerical Recipes, Cambridge University Press, Second Edition, 2002 (<http://library.lanl.gov/numerical/bookf90pdf.html>)
14. Numerical Recipes in C, The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, Second Edition, 2002. (<http://library.lanl.gov/numerical/bookcpdf.html>)
15. The Math Forum on Numerical Analysis (<http://mathforum.org/advanced/numerical.html>)
16. Michael Wester, A Critique of the Mathematical Abilities of CA Systems (http://www.math.unm.edu/~wester/cas_review.html)
17. Sistema Axiom (<http://savannah.nongnu.org/projects/axiom>). Axiom BSD, es un sistema de álgebra computacional diseñado para cómputo científico.
18. Sistema Maxima (<http://maxima.sourceforge.net/>). Maxima, es un sistema de álgebra computacional desarrollado en Lisp para realizar cómputo simbólico. El sistema está basado en MACSYMA y es licencia GPL.
19. Sistema Yacas (<http://yacassourceforge.net/>). El sistema YACAS GPL, es un sistema de álgebra computacional de propósito general. Está diseñado para tanto para cómputo simbólico, como numérico.
20. Sistema Octave (<http://www.octave.org/>). El sistema GNU Octave, es un lenguaje de alto nivel diseñado principalmente para cómputo numérico. El lenguaje Octave es compatible con Matlab.
21. Sistema Rlabplus (<http://rlabplus.sourceforge.net/>). Rlabplus es un ambiente de programación científica interpretado. Proporciona un lenguaje de alto nivel diseñado para el desarrollo rápido de programas y prototipos, así como para el procesamiento y visualización de datos.
22. Gnuplot (<http://www.gnuplot.info/>). Herramienta potente para graficación de datos y funciones.
23. PtPlot (<http://ptolemy.eecs.berkeley.edu/java/ptplot/>). Herramienta para graficación de datos y funciones desarrollada en Java.
24. Grace (<http://plasma-gate.weizmann.ac.il/Grace/>). Herramienta de graficación WYSIWYG desarrollada para el sistema de ventana X.
25. SourceForge.Net (<http://sourceforge.net>). Repositorio de Software de Libre y de Fuente Abierta..
26. Netlib.Org (<http://www.netlib.org/>). Repositorio de software matemático.
27. Jscience (<http://jscience.org/>). Repositorio de herramientas Java para aplicaciones científicas.

La bibliografía complementaria sugerida es la siguiente:

- 1) Richard L. Burden, J. Douglas Faires. *Análisis Numérico*, Séptima Edición, Thomson Learning, (2002). ISBN: 0-534-38216-9.
- 2) David Kincaid, Ward Cheney. *Numerical analysis. Mathematics of scientific computing*. Third edition. Thomson Brooks/Cole (2002). ISBN: 0-534-38905-8.
- 3) Melvin J. Maron, Robert J. Lopez. *Análisis Numérico. Un enfoque práctico*, Tercera edición. CECSA (1995). ISBN: 9-682-61251-9.
- 4) Brice Carnahan, H.A. Luther, James O. Wilkes. *Applied numerical methods*. John Wiley and Son (1969). ISBN: 0-471-13507-0.
- 5) David Kahaner, Cleve Moler, Stephen Nash. *Numerical Methods and Software*. Prentice Hall (1988). ISBN: 0-136-27258-4.
- 6) William H Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery. *Numerical Recipes in Fortran 77. The Art of Scientific Computing*, Second edition. Cambridge University Press (1992). ISBN: 0-521-43064-X.
- 7) William H Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery. *Numerical Recipes in Fortran 90. The Art of Scientific Computing*, Second edition. Cambridge University Press (1996). ISBN: 0-521-57439-0.

7. Perfil docente

El profesor que imparte esta materia deberá poseer una formación sólida en el campo de la física, así como experiencia en el uso del cómputo simbólico, numérico y sistemas de visualización científica. Deberá además tener la capacidad de dirigir al estudiante para que este adquiera habilidades en Física Computacional. Se requiere que el profesor o facilitador del curso, tenga fluidez de trabajo en ambientes de cómputo científico en plataformas Linux/UNIX, ambientes gráficos y en aplicaciones via Internet; además de poseer un dominio completo del temario del curso, que le permita trascender su contenido con base en sus opiniones y comentarios.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Introducción a la Física moderna I

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Mecánica II con laboratorio		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	4	1	1
Créditos:	10		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

Este curso extiende los conceptos de Mecánica y establece la relación de esos conceptos con los del curso de Electromagnetismo. El curso enfatiza la unidad del espacio y el tiempo en el concepto de espacio-tiempo, introduce el concepto de invariantes y establece el principio de relatividad como norma para la creación de teorías físicas. El curso termina con una precisión del concepto de energía para la descripción de partículas sin masa, la introducción de la hipótesis de Planck para la descripción de la interacción luz-materia. Durante todo el curso se da especial énfasis a la fenomenología observada y por lo tanto contiene una componente de laboratorio y taller, en ellos se espera reproducir algunos de los experimentos presentados.

Los cálculos matemáticos se hacen con álgebra vectorial elemental y cálculo diferencial e integral de una variable y se presenta, de una manera no rigurosa, el concepto de norma en un espacio-tiempo plano.

2. Objetivo general

Al finalizar el curso, el alumno conocerá y explicará las ideas básicas de la relatividad especial y de la interacción entre radiación y materia.

3. Objetivos específicos

Al terminar este curso el estudiante debe ser capaz de:

1. Describir el espacio-tiempo a través de eventos.
2. Calcular la distancia entre eventos en el espacio-tiempo.
3. Reconocer y aplicar el Principio de la Relatividad.
4. Describir la cinemática y dinámica de objetos moviéndose a altas velocidades:
 - a. Calcular el tiempo y la distancia propia entre dos eventos.
 - b. Calcular el vector de 4-momento y la masa total de un sistema.
5. Describir la interacción entre partículas de luz (presión de la luz, energía del fotón equivalencia energía-masa).
6. Describir la interacción entre radiación electromagnética y partículas masivas (efecto fotoeléctrico, efecto Compton, producción de rayos X,)

4. Temario

Se deberán cubrir como mínimo los siguientes temas:

- 1) Experimento de Michelson-Morley.
- 2) Principio de Relatividad.
- 3) Geometría del espaciotiempo.
- 4) Cinemática relativista: Tiempo y longitud propios.
- 5) Dinámica relativista: Masa y Energía.
- 6) Transformaciones de Lorentz.
- 7) Hipótesis de Planck.
- 8) La radiación como fenómeno corpuscular.
- 9) Efecto Fotoeléctrico.
- 10) Efecto Compton.
- 11) Creación de rayos X.
- 12) Creación y aniquilación de partículas.

5. Estrategias didácticas

Es importante que se establezcan puentes entre el contenido que se cubra en este curso y el conocimiento que ha adquirido el estudiante en cursos previos. En la medida de lo posible, se sugiere que se haga referencia explícita de la relación de los temas del curso con los temas cubiertos en los precedentes, en particular con las asignaturas de Física contemporánea, Mecánica I y Mecánica II. También se sugiere correlacionar con los tópicos cubiertos en Electromagnetismo.

El profesor de la asignatura puede utilizar:

- Exposición del maestro.
- Resolución de problemas ejemplo.
- Trabajo grupal en el laboratorio y la realización de al menos 6 prácticas.
- Trabajo grupal en el centro de cómputo.
- Exposiciones del estudiante.

Dentro de los experimentos a desarrollar en el laboratorio se sugieren los siguientes:

- Experimento de Michelson-Morley.
- Experimento sobre la radiación de cuerpo negro.
- Experimento sobre efecto fotoeléctrico.
- Otros experimentos demostrativos del material cubierto en el curso.

6. Estrategias para la evaluación

Como parte de la evaluación del curso se sugiere considerar:

- Tareas consistentes en la solución de problemas didácticos.
- Reportes de lectura.
- Reportes de prácticas y talleres.
- Exámenes parciales.

7. Bibliografía

La bibliografía sugerida para este curso es la siguiente:

- 1) “Spacetime Physics”, E. F. Taylor y J. A. Wheeler, W. H. Freeman (1992).
- 2) “Concepts of Modern Physics”, A. Beiser, McGraw-Hill Education (2002).

8. Perfil docente

El profesor que imparte esta materia deberá poseer una formación sólida en el campo de la Física y experiencia docente en la impartición de cursos a nivel licenciatura.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Métodos matemáticos de la Física I

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Cálculo Diferencial e Integral IV		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	4	2	0
Créditos:	10		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

Este curso proporciona algunas de las herramientas matemáticas más poderosas y más ampliamente usadas en toda la Física. En esta asignatura se estudian los fundamentos de la teoría de variable compleja, de series de Fourier y de transformada de Fourier, poniendo especial atención en la aplicación a problemas físicos. En la primera parte se revisan muy brevemente las propiedades de los números complejos para abordar luego la teoría de funciones de variable compleja y el cálculo diferencial e integral de dichas funciones, se da un énfasis especial al cálculo de integrales mediante el teorema del residuo. En la segunda parte se estudia el desarrollo de funciones periódicas en términos de series de Fourier y se concluye con la teoría y aplicaciones de la transformada de Fourier.

2. Objetivo general

Iniciar al estudiante en la teoría y aplicaciones de funciones de variable compleja y proporcionar los conocimientos y habilidades que requieren las múltiples aplicaciones que tiene la variable compleja en la Física. Asimismo, desarrollar los fundamentos de la teoría de series de Fourier y transformada de Fourier con énfasis en sus aplicaciones a la Física.

3. Objetivos específicos

Al terminar el curso el estudiante será capaz de:
Usar con soltura el cálculo con números complejos.
Dominar el cálculo de funciones de variable compleja.
Usar técnicas de residuos en el cálculo de integrales.
Calcular series de Fourier de funciones periódicas.
Calcular transformadas de Fourier de funciones integrables.

4. Temario

El temario de esta asignatura comprende lo siguiente:

1. Álgebra de números complejos.
2. Funciones de variable compleja.
3. Derivada e integral de funciones de variable compleja.
4. Series. Criterios de convergencia. Series de Taylor y Laurent.
5. Teoremas de Cauchy y del Residuo.
6. Series de Fourier de funciones periódicas.
7. Teorema integral de Fourier. Transformada de Fourier.
8. Tópicos especiales.

5. Estrategias didácticas

Las sugerencias didácticas para este curso incluyen:

- Exposición por parte del maestro.
- Aplicación de problemas de tarea.
- Elaboración de trabajos escritos por parte del estudiante.

Se sugiere usar las horas de taller para que el estudiante resuelva problemas típicos de la materia.

6. Estrategias para la evaluación

Se sugiere que la calificación final tome en cuenta tanto el resultado de evaluaciones parciales como la respuesta del estudiante a problemas de tarea y a la elaboración de trabajos escritos.

7. Bibliografía

La bibliografía sugerida para este curso es la siguiente:

1. W. R. Derrick. *Variable compleja con aplicaciones*. Grupo Editorial Iberoamerica. (1984).
2. J. W. Brown y R. V. Churchill. *Complex Variables and Applications*. 7ª. Edición. McGraw-Hill (2003)
3. M. R. Spiegel. *Schaum's Outline of Complex Variables*. McGraw-Hill (1968)
4. Arfken, G. B. y Weber, H. J., *Mathematical Methods for Physicists*. 4a. Edition. Academic Press. (1995).

8. Perfil docente

El profesor de este curso deberá poseer una sólida formación tanto en Matemáticas como en Física y amplia experiencia en la enseñanza en la Licenciatura en Física. Es importante que el profesor tenga conocimiento claro de la importancia de la asignatura en el plan de estudios y su relación con el resto del programa.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Mecánica teórica

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Mecánica II		
	Ecuaciones Diferenciales I		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	4	2	0
Créditos:	10		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

Este es un curso intermedio de mecánica que proporciona al estudiante la formación necesaria para la comprensión y análisis de los fenómenos mecánicos. Es una asignatura vertebral de la Licenciatura en Física ya que los conceptos de la mecánica se encuentran en la base de otras teorías físicas que los usan y generalizan. En este curso se revisa la mecánica como una teoría física formulada a partir de las leyes de Newton, se usa como herramienta matemática las ecuaciones diferenciales y se desarrolla la teoría hasta las formulaciones de Lagrange y Hamilton, tratando con detalle ciertos problemas de importancia en la física, como el campo central. Se busca desarrollar en el estudiante una profunda comprensión en los principios de la mecánica y entrenarlo en la formulación matemática precisa del fenómeno mecánico y en la interpretación física del resultado matemático.

2. Objetivo general

Al finalizar el curso, el alumno será capaz de formular y resolver, de manera eficiente y rigurosa, problemas de la mecánica clásica.

3. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este curso son:

- Formular rigurosamente la mecánica newtoniana en sistemas inerciales y no inerciales.
- Describir el comportamiento de sistemas mecánicos.
- Obtener la formulación lagrangiana y hamiltoniana de la mecánica.
- Resolver con eficiencia problemas mecánica clásica.

4. Temario

1. Movimiento rectilíneo de una partícula.
2. Movimiento en dos y tres dimensiones.
3. Ecuaciones de Lagrange y ecuaciones canónicas de Hamilton de una partícula.
4. Movimiento de un sistema de partículas.
5. Campo central.
6. Movimiento con respecto a sistemas de referencia no inerciales.
7. Movimiento del cuerpo rígido.

5. Estrategias didácticas

Las sugerencias didácticas para este curso incluyen:

- Exposición por parte del maestro.
- Aplicación de problemas de tarea.
- Elaboración de trabajos escritos por parte del estudiante.

6. Estrategias para la evaluación

Se sugiere que la calificación final tome en cuenta tanto el resultado de evaluaciones parciales como la respuesta del estudiante a problemas de tarea y a la elaboración de trabajos escritos.

7. Bibliografía

La bibliografía sugerida para este curso es la siguiente:

1. Symon, K. B., *Mecánica*, Editorial Aguilar (1977).
2. Hauser, W., *Introducción a los principios de la mecánica*, UTEHA (1969).

3. Marion, J. B. y Thornton, S. T., *Classical Dynamics of Particles*, 4^a. Edition, Saunders College Pub.
4. Barger, V. D. y Olsson, M. G., *Classical Mechanics, a modern perspectiva*, 2^a. Edition, McGraw-Hill (1995).
5. Chow, T. L., *Classical Mechanics*, John Wiley & Sons (1995)

8. Perfil docente

El profesor que imparta esta materia deberá poseer una sólida formación en Física y tener una amplia experiencia docente impartiendo cursos en el nivel de licenciatura. Es importante que el profesor tenga conocimiento claro de la importancia de la asignatura en el plan de estudios y su relación con el resto del programa.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Introducción a la Física moderna II

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Introducción a la Física Moderna I		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	4	0	2
Créditos:	10		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

El curso revisa, a nivel elemental, los fenómenos naturales que dieron lugar al nacimiento de la Física Cuántica. El énfasis fundamental no está en la obtención teórica de las leyes sino en la comprensión de los conceptos físicos. Se presentan los elementos que llevaron a los químicos a proponer la estructura atómica de la materia y los fenómenos físicos que no pudieron ser explicados sobre la base de la Física Clásica. Se estudia la nueva base conceptual que lleva a la Teoría Cuántica y sus aportaciones a la comprensión de la estructura química de la materia.

2. Objetivo general

El objetivo general de este curso es que el estudiante conozca y aplique los conceptos cuánticos que dan explicación a la estructura de la materia.

3. Objetivos específicos

Al terminar el curso el estudiante será capaz de:

- Describir los resultados de la física y de la química que llevan a la necesidad de introducir conceptos cuánticos en la Física.
- Comprender los modelos atómicos de Thomson, de Rutherford y de Bohr.
- Explicar el experimento de Davisson y Germer, las aportaciones de de Broglie y de Pauli a los conceptos cuánticos hasta describir la tabla periódica de los elementos químicos.

4. Temario

1. Ley de proporciones definidas, Ley de proporciones múltiples y la teoría atómica.
2. Experimentos con gases que llevan a la hipótesis de Avogadro.
3. Experimentos sobre electrólisis de Faraday, “átomos” de electricidad.
4. Experimento de la gota de aceite de Milikan y experimento de Thomson sobre el descubrimiento del electrón.
5. Experimentos a bajas temperaturas, calores específicos en sólidos y ley de Dulong y Petit.
6. Distribución de Boltzmann para gases, equipartición de la energía.
7. Origen del problema de la radiación del cuerpo negro. Ley de Kirchhoff, Leyes de Wien, Ley de Rayleigh-Jeans y Ley de Planck.
8. Modelo de Einstein para explicar el calor específico de sólidos.
9. Modelo de Thomson para el átomo y el trabajo de Rutherford.
10. Modelo atómico de Bohr, haciendo énfasis en el concepto de número cuántico.
11. Experimento de Davisson y Germer, Hipótesis de de Broglie, el principio de Pauli.
12. Fenómenos cuánticos y la tabla periódica de los elementos químicos.

5. Estrategias didácticas

En el desarrollo del curso se sugieren las siguientes estrategias didácticas:

- Exposición del maestro.
- Resolución de problemas ejemplo.
- Trabajo grupal en el laboratorio.
- Exposiciones del estudiante

Además se sugiere, en la parte experimental, la realización de experimentos como el de la gota de aceite de Milikan y experimentos sobre líneas espectrales, así como otros experimentos demostrativos del material cubierto en el curso.

6. Estrategias para la evaluación

Como parte de la evaluación del curso se sugiere considerar:

- 1) Tareas consistentes en la solución de problemas didácticos.
- 2) Reportes de lectura.
- 3) Exámenes parciales.
- 4) Reportes de Laboratorio.

7. Bibliografía

La bibliografía sugerida para este curso es la siguiente:

1. “Concepts of Modern Physics”, A. Beiser. McGraw-Hill, 6^a edición (2002).
2. “Quantum Physics of atoms, molecules, solids, nuclei and particles”, John Wiley 3^a edición (1985).

8. Perfil docente

El profesor que imparte esta materia deberá poseer una formación sólida en el campo de la Física y experiencia docente en la impartición de cursos a nivel licenciatura.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Óptica

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Electromagnetismo con laboratorio		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	4	0	2
Créditos:	10		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

Este curso toma como partida el conocimiento del curso de Electromagnetismo, así como del curso de Mecánica II. La naturaleza electromagnética la luz se fundamenta con las bases del curso de Electromagnetismo, mientras que la naturaleza ondulatoria se fundamenta análogamente con las bases del curso de Mecánica II. Es en la parte introductoria del curso donde se ve la naturaleza ondulatoria y electromagnética de la luz. Posteriormente se ve el fenómeno de esparcimiento que permite una discusión más realista de la transmisión de la luz; también se estudian los fenómenos de la reflexión, transmisión y absorción de la luz. Los conceptos de frente de onda y rayo de luz se estudia en una primera aproximación en la parte asignada a la óptica geométrica, de modo que el estudiante tenga nociones suficientes sobre lentes, prismas, espejos, etc, es decir, sistemas, ópticos en general que funcionan como sistemas de formación de imágenes. Posteriormente se retoma la parte ondulatoria de la luz, pero ahora sobre los fenómenos de la polarización donde se ven los distintos

mecanismos de polarización y su caracterización por medio del concepto de elipticidad; en este nivel se explica el fenómeno de la actividad óptica. Sin perder de vista en todo momento la naturaleza ondulatoria, se estudian los fenómenos de interferencia e interferómetros. La naturaleza interferencial de la luz lleva al estudio de los conceptos de difracción de Fresnel y Fraunhofer a un nivel introductorio; en esta parte se visualiza el poder de la herramienta matemática del análisis de Fourier. El curso tiene que concluir con temas introductorios a los láseres, holografía y óptica no lineal.

2. Objetivo general

Lograr que el estudiante de física conozca: la naturaleza ondulatoria de la luz; su descripción geométrica; el esparcimiento atómico en casi todos los aspectos de la óptica; el manejo de la teoría de Fourier, y adquiera una visión de la naturaleza mecánico cuántico subyacente de la luz.

3. Objetivos específicos

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Manejar adecuadamente los fundamentos de la naturaleza ondulatoria y electromagnética de la luz.
- Analizar los conceptos de frente de onda y rayo de luz.
- Explicar los fenómenos de polarización, interferencia y difracción.
- Tener un conocimiento introductorio de la naturaleza cuántica de la luz.
- Contrastar cada uno de los objetivos anteriores en forma experimental.

4. Temario

A continuación se presenta el temario desglosado de Óptica

- 1) Introducción.
- 2) Propagación de la luz
- 3) Óptica geométrica
- 4) Polarización
- 5) Interferencia
- 6) Difracción
- 7) Láseres
- 8) Holografía
- 9) Óptica no lineal

5. Estrategias didácticas

Las estrategias sugeridas para esta materia incluyen exposición por parte del maestro, apoyado con los recursos propios del laboratorio de óptica a la hora de su exposición. También involucra al o los estudiantes en cuanto a su trabajo experimental en el laboratorio que implica el entendimiento de fenómeno a estudiar, el arreglo o montura experimental por parte del o de los mismos. También se sugiere tomar en cuenta la presentación académica de los reportes experimentales.

6. Estrategias para la evaluación

Como parte de la evaluación del curso se sugiere considerar que la calificación final considera que un 70% corresponde a la teoría, mientras que el 30% restante corresponde al laboratorio, siendo necesario aprobar tanto la teoría como el laboratorio para poder acreditar el curso.

7. Bibliografía

La bibliografía sugerida para este curso es la siguiente:

- 1) Hecht, Eugene, *Óptica*, Addison Wesley Iberoamericano, Madrid, 2000, ISBN: 84-7829-025-7
- 2) Hech, Eugene y Zajac, Alfred, *Óptica*, Addison Wesley Iberoamericana, S.A., Wilmington, Delaware, E.U.A., 1986, ISBN:0-201-02839-5
- 3) Malacara Daniel, *Óptica Básica*, Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V., México, 1989, ISBN: 968-16-3062-9
- 4) Born, Max and Wolf, Emil, *Principles of optics*, Cambridge University Press, 7th Edition, Cambridge, 2002, ISBN: 0 521 642221 hardback

8. Perfil docente

El profesor que imparte esta materia deberá poseer una formación sólida en el campo de la física y tener una amplia experiencia docente en la impartición de cursos a nivel licenciatura, en particular en el área de física clásica.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Instrumentación I

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Electromagnetismo con laboratorio		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	4	0	2
Créditos:	10		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

Esta asignatura es la primera del conjunto de materias relacionadas con la física experimental y contiene los tópicos más esenciales de Teoría de Circuitos y de la Electrónica clásica que permitirán que el estudiante adquiera la cultura básica de este material en el contexto de la profesión de Físico. Con el fin de cubrir temas esenciales que antes se dejaban de lado, como el de los circuitos digitales, se redujo el detalle con que antes se estudiaban las técnicas de nodos y mallas, las transformaciones de fuentes y los circuitos RL y RC. Esto permite introducir al final del curso los temas básicos de electrónica como semiconductores, el diodo y el transistor.

2. Objetivo general

Que el estudiante adquiera los conocimientos básicos de Circuitos y Electrónica que le permitirán iniciar su preparación en la Instrumentación Científica con lo que se capacitará para seleccionar, operar y eventualmente diseñar sistemas, dispositivos y/o equipo propios del área de la Física Experimental.

3. Objetivos específicos

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

Analizar circuitos eléctricos y electrónicos básicos en corriente directa y alterna.

Explicar la teoría básica de los semiconductores.

Explicar el funcionamiento y operación de diodos y transistores.

Analizar y diseñar circuitos lógicos elementales.

Diseñar circuitos básicos con amplificadores operacionales.

4. Temario

1. **Conceptos Básicos (repaso, 4 hrs)**

Voltaje, Corriente, Potencia Eléctrica, Fuentes, Resistencia, Ley de Ohm, Leyes de Kirchhoff, Inductancia y Capacitancia

2. **Análisis de Circuitos: Respuesta Temporal (4 hrs)**

Técnica de Nodos

Técnica de Mallas

Teoremas de Thévenin y Norton

Linealidad y Superposición

3. **Excitación Senoidal y Respuesta en Frecuencia (6 hrs)**

Fuentes y Señales Senoidales

Impedancia y Admitancia

Técnicas de Análisis

Filtros Pasivos

4. **Potencia Eléctrica y Valores Promedio (3 hrs)**

Valores promedio

Valores RMS

Factor de potencia

5. **Semiconductores (8 hrs)**

Conceptos Básicos

La unión PN

Rectificación y Filtrado

Diodos Varios

6. **El Transistor Bipolar (10 hrs)**

Teoría de Funcionamiento

Polarización y Línea de Carga

- Circuitos de Conmutación
- Aplicaciones básicas
- 7. **Circuitos Lógicos, Introducción (6hrs)**
 - Compuertas
 - Algebra de Boole
 - Circuitos Combinacionales
 - Lógica MOS
- 8. **Amplificación (6hrs)**
 - Amplificación Básica con Transistor
 - Tipos de Amplificadores
 - El Amplificador Operacional
 - Configuraciones Básicas
- 9. **Circuitos Integrados Lineales (4hrs)**
 - Reguladores de Voltaje
 - Osciladores
 - Amplificadores Instrumentales
- 10. **Circuitos Digitales (2ª Parte) (10hrs)**
 - Circuitos Secuenciales
 - Flip-Flops, Registros y Contadores.
 - Memorias
 - Convertidores A/D y D/A

5. Estrategias didácticas

Las horas indicadas sugieren las horas de teoría dedicadas en cada tema, es decir, el tiempo de exposición del maestro en el aula. Puesto que la materia incluye 2 horas de laboratorio semanal, se procurará que las prácticas correspondan al material teórico visto durante la semana. Se recomienda acompañar las prácticas con simulaciones de computadora empleando software comercial como *WorkBench* o *CircuitMaker*. Asimismo, sería conveniente proponer temas de exposición a los estudiantes que amplíen los temas expuestos en clase o que resulten de particular interés al grupo.

6. Estrategias para la evaluación

Se recomienda evaluar con tres o cuatro exámenes parciales con un peso del 70% de la calificación y asignar 30% al laboratorio, siendo necesario aprobar tanto la teoría como el laboratorio para poder acreditar el curso.

7. Bibliografía

- **Engineering Circuit análisis**
William Hayt, Jack Kemmerly
McGraw-Hill Companies; 5a edición 1993

- ISBN:** 007027410X
- **Electrical Circuits : An Introduction (Electronics Texts for Engineers and Scientists)**
by K.C.A. Smith, R.E. Alley
Cambridge Univ Press (Short) 1992
ISBN: 0521377692
 - **Instrumentación Electrónica**
James Diefenderfer
2ª Edición, Editorial Interamericana, 1986
ISBN: 0721630758
 - **Electronics for Scientists: Physical Principles with Applications to Instrumentation**
De Sa
Prentice Hall 1ª edición, 1997
ISBN: 0133594807 ; Dimensions (in inches): 0.74 x 9.22 x 6.83
 - **Basic Electronics**
Bernard Grob
Glencoe McGraw Hill; 8ª edición 1996
ISBN: 002802253X
 - **Electronic Principles**
Albert Paul Malvino
McGraw Hill; TEXT BOOK, 6ª edición 1998
ISBN: 0028028333
 - **A Practical Introduction to Electronic Circuits**
Martin Hartley Jones
Cambridge University Press; 3ª edición 1995
ISBN: 0521472865
 - **Digital Systems: Principles and Applications**
Ronald J. Tocci
Prentice Hall; 9ª edición 2003
ISBN: 0131111205

8. Perfil docente

El profesor que imparte esta materia deberá tener amplia experiencia en Circuitos Electrónicos y poseer conocimientos generales de la Instrumentación básica que se emplea en el ámbito de la Física Experimental. Es recomendable que el maestro posea experiencia docente en el nivel licenciatura.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Métodos matemáticos de la Física II

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Métodos matemáticos de la Física I		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	4	2	0
Créditos:	10		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

Este curso proporciona los elementos matemáticos complementarios que requiere el estudio formal y profundo de teorías físicas como la mecánica cuántica y la teoría electromagnética. Se puede entender como un curso introductorio a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, con condiciones en la frontera, con aplicación a la física. Después de revisar las funciones Gamma, Beta y Delta, se estudia el método de solución por separación de variables de las ecuaciones diferenciales lineales en derivadas parciales y se revisan las propiedades del problema de Sturm-Liouville. Se estudia el método de solución en serie de las ecuaciones diferenciales ordinarias y se revisan las propiedades principales de los polinomios de Hermite, Laguerre y Legendre, así como las propiedades de las series de Bessel.

2. Objetivo general

Al finalizar este curso el estudiante conocerá y aplicará el método de solución por separación de variables de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y adquirirá los conocimientos y habilidades que requieren las múltiples aplicaciones que tiene dicho método en la física. Además el estudiante conocerá y aplicará dominio de la teoría y propiedades de las funciones especiales de la física.

3. Objetivos específicos

- Durante el curso el estudiante desarrollará experiencias de aprendizaje mediante la realización de alguna de las siguientes actividades: exposición de alguno de los temas, realización de un reporte final o prácticas en el laboratorio de cómputo, que lo vinculen con las actividades típicas del desarrollo de la profesión del Físico, ya sea en el campo de la docencia, la investigación y/o la extensión.

Al término del curso el estudiante será capaz de:

- Manejar con soltura las funciones especiales más comunes de la Física.
- Resolver con habilidad problemas que involucran funciones especiales.
- Usar con eficiencia el método de Frobenius para encontrar soluciones de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Usar con eficiencia el método de separación en variables en la solución de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales más frecuentes en la Física.

4. Temario

1. Funciones Gamma, Beta y Delta.
2. Clasificación de EDP y condiciones en la frontera.
3. Coordenadas ortogonales.
4. Método de separación de variables.
5. Problema de Sturm-Liouville.
6. Polinomios ortogonales clásicos.
7. Método de Frobenius.
8. Polinomios de Hermite, Laguerre y Legendre.
9. Funciones de Bessel

5. Estrategias didácticas

Las sugerencias didácticas para este curso incluyen:

- Exposición por parte del maestro.
- Aplicación de problemas de tarea.
- Elaboración de trabajos escritos por parte del estudiante.

Se sugiere usar las horas de taller para que el estudiante resuelva problemas típicos de la materia. Asimismo, se sugiere que los estudiantes presenten sus trabajos escritos en sesión oral organizada ex profeso, la cual se sugiere que se realice en las horas de taller.

6. Estrategias para la evaluación

Se sugiere que la calificación final tome en cuenta tanto el resultado de evaluaciones parciales como la respuesta del estudiante a problemas de tarea y a la elaboración de trabajos escritos.

7. Bibliografía

La bibliografía sugerida para este curso es la siguiente:

1. Arfken, G. B. y Weber, H. J., *Mathematical Methods for Physicists*. 4a. Edition. Academic Press. (1995).
2. Butkov, E., *Mathematical Physics*, Addison-Wesley (1968).
3. Boas, M. L., *Mathematical Methods in the Physical Sciences*. 2a. Edition. Wiley (1983).
4. Andrews, L. C., *Special Functions of Mathematics for Engineers*. 2a. Edition. Oxford University Press (1998)

8. Perfil docente

El profesor de este curso deberá poseer una sólida formación tanto en Matemáticas como en Física y amplia experiencia en la enseñanza en la Licenciatura en Física. Es importante que el profesor tenga conocimiento claro de la importancia de la asignatura en el plan de estudios y su relación con el resto del programa.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Termodinámica clásica

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Calculo diferencial e integral III		
	Electromagnetismo con laboratorio		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	3	0	2
Créditos:	08		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

En esta asignatura se realiza una caracterización macroscópica de sistemas físicos en los diferentes estados de agregación en que se puede presentar. Es una asignatura fundamental para la formación del físico por la metodología fenomenológica y el sistema de razonamiento utilizado en esta rama de la Física. Se establecen principios generales a través del estudio de diversos estados y procesos físicos que son producto de mediciones experimentales. Se plasma, a través de sus leyes, la síntesis de resultados experimentales encontrados para sistemas físicos de diversa naturaleza.

2. Objetivo general

El objetivo de esta asignatura es que el estudiante conozca y domine las leyes básicas de la termodinámica de equilibrio, así como algunas de sus aplicaciones más importantes.

3. Objetivos específicos

Al término del curso el estudiante será capaz de:

Describir los fenómenos que se presentan en sistemas físicos en equilibrio termodinámico, en presencia de interacciones térmicas y mecánicas.

Caracterizar los diferentes estados y procesos termodinámicos de sistemas simples.

Analizar los conceptos involucrados en las leyes de la Termodinámica Clásica.

Establecer cómo y bajo que condiciones se aplican los distintos potenciales termodinámicos a situaciones específicas.

Resolver problemas específicos utilizando la Termodinámica Clásica

4. Temario

- 1) Conceptos de sistema termodinámico, variables termodinámicas, estado termodinámico, condiciones del sistema termodinámico y su entorno.
- 2) Concepto de temperatura y Ley cero de la Termodinámica Clásica.
- 3) Trabajo termodinámico, calor, energía interna y primera ley de la termodinámica.
- 4) Modelo de gas ideal, gases reales y ecuaciones de estado.
- 5) Propiedades de sistemas termodinámicos simples: capacidad calorífica, conductividad térmica, calor latente, emisividad, etc.
- 6) Caracterización general de los procesos termodinámicos y segunda ley de la Termodinámica Clásica.
- 7) Concepto termodinámico de entropía.
- 8) Caracterización de sustancias puras (Potenciales termodinámicos y relaciones de Maxwell).
- 9) Estudio de sistemas eléctricos, magnéticos, químicos, radiación, como sistemas termodinámicos.
- 10) Sistemas a baja temperatura y tercera ley de la termodinámica.

5. Estrategias didácticas

Se recomienda que las actividades del proceso de enseñanza-aprendizaje del curso se clasifiquen en los siguientes grupos:

- Trabajo teórico y de discusión en el aula: Se sugiere que el profesor del curso presente y discuta los temas fundamentales del temario y resuelva ejercicios debidamente seleccionados. Se sugiere además que el profesor presente la

visualización de fenómenos a través de applets o software apropiado para este propósito.

- Trabajo en el laboratorio: Se sugiere que el estudiante desarrolla prácticas específicas en el laboratorio con la guía del profesor, dirigidas a cuantificar cantidades fundamentales de cada uno de los temas. En este proceso el estudiante aprende a medir, a procesar datos y a interpretarlos físicamente. Finalmente se recomienda la utilización de prototipos que permitan realizar experimentos demostrativos en el aula.

6. Estrategias para la evaluación

Se sugiere que para la evaluación de los estudiantes:

- El profesor aplique exámenes parciales con el fin de evaluar el aprovechamiento del estudiante en la parte correspondiente del temario.
- El profesor asigne al estudiante ejercicios de tarea con el propósito de ejercitar y ampliar los temas y problemas ilustrativos desarrollados en clase.
- El profesor asigne lecturas en textos y en internet, las cuales el estudiante podrá reportar por escrito y/o como exposición oral frente a grupo.
- Se elaboren, por parte del estudiante, elabore reportes escritos de las prácticas, siguiendo un formato establecido.

7. Bibliografía

- 1) García-Colín S., Leopoldo. Introducción a la termodinámica Clásica. Trillas 3ed., Mexico (1986).
- 2) Mark W. Zemansky y Richard H. Dittman., Calor y Termodinámica. Sexta edición 1984.
- 3) A. B. Pippard, Elements of Classical Thermodynamics: For Advanced Students of Physics Cambridge University Press (1964).
- 4) Fermi E. Thermodynamics, dover publ.(1937).
- 5) Callen, Herbert B. Thermodynamics and an introduction to thermostatics Wiley, New York (1985).
- 6) Ilya Prigogine y Dilip Kondepudi, Modern Thermodynamics, *From Heat Engines to Dissipative structures*, John Wiley & Sons (1998).

8. Perfil docente

El profesor de esta asignatura debe poseer formación sólida en Física. Debe contar con experiencia en la enseñanza de la Física Clásica. Lo anterior permitirá que el profesor establezca la interrelación del material de esta asignatura, con otras áreas del conocimiento.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Introducción a la mecánica cuántica

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Métodos matemáticos de la Física I		
	Mecánica teórica		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	4	2	0
Créditos:	10		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

Esta es la primera de dos asignaturas que estudian el aspecto cuántico de la naturaleza, partiendo del conocimiento previo desarrollado tanto en Mecánica Teórica como en Métodos Matemáticos I, así como de las herramientas numéricas desarrolladas en Física Computacional I. En la actualidad, la mecánica cuántica se encuentra en la base de prácticamente todos los desarrollos de la física contemporánea y su conocimiento es indispensable para todo físico, sobretodo porque constituye la base para estudiar la estructura microscópica de la materia. El presente curso contiene las primeras herramientas del formalismo fundamental de la teoría cuántica, y busca estimular en el estudiante la aplicación de este formalismo en la solución de algunos problemas sencillos.

2. Objetivo general

Al finalizar el curso el estudiante describirá los aspectos formales de la Mecánica Cuántica mediante el estudio de las primeras observaciones que le dieron origen y analizará el desarrollo de la teoría mediante la solución de la Ecuación de Schrödinger para casos particulares.

3. Objetivos específicos

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Describir las primeras observaciones de fenómenos cuánticos y los intentos por explicarlos mediante las hipótesis de la llamada física cuántica primitiva.
- Conocer el contexto en el que surge la Ecuación de Schrödinger y analizar sus propiedades y las de sus soluciones, aplicándola al estudio de sistemas unidimensionales sencillos.
- Resolver la Ecuación de Schrödinger para casos particulares.
- Describir las soluciones a los problemas cuánticos como realizaciones de espacios de Hilbert con estructuras típicas del álgebra lineal.
- Explicar los conceptos físicos involucrados en la Mecánica Cuántica.

4. Temario

1. Introducción a la mecánica cuántica
2. Paquetes de onda, movimiento de partícula libre y la ecuación de onda
3. La ecuación de Schrödinger, la función de onda y álgebra de operadores.
4. Los principios de la mecánica ondulatoria.
5. Solución de la Ecuación de Schrödinger en problemas unidimensionales.
6. Funciones de Green como propagadores de paquetes de onda.

5. Estrategias didácticas

Se recomienda que las actividades del proceso de enseñanza-aprendizaje del curso se clasifican en los siguientes dos grupos:

- Trabajo teórico en el aula: Se sugiere que el profesor del curso presente y discuta los temas fundamentales del temario y resuelva ejercicios debidamente seleccionados.
- Trabajo en taller: se sugiere la discusión y solución de problemas por parte del profesor y los estudiantes, así como la implementación de métodos numéricos y programación para resolver problemas de interés, en particular aquellos que por sus características sean susceptibles de resolver de manera adecuada y completa, considerando el nivel del curso.

6. Estrategias para la evaluación

Para la evaluación de los estudiantes se sugiere que el profesor aplique exámenes parciales con el fin de evaluar el aprovechamiento del estudiante en la parte correspondiente del temario; se sugiere también, asignar al estudiante ejercicios de tarea con el propósito de ejercitar y ampliar los temas y problemas ilustrativos desarrollados en clase.

7. Bibliografía

La bibliografía sugerida para este curso es la siguiente:

1. Stephen Gasiorowics, *The structure of matter: A survey of modern physics*. Addison-Wesley, 1979.
2. Stephen Gasiorowics, *Quantum Physics*, 3a. edición. John Wiley and Sons, 2003.
3. David S. Saxon. *Elementos de mecánica cuantica*. Ed. Easo, S.A. México, 1968.
4. Richard L. Liboff, *Introductory Quantum Mechanics*, 4a. edición.
5. Eugene Merzbacher, *Quantum Mechanics*, 3a. edición. John Wiley and Sons, 1998.
6. David J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*, 2a. edición
7. Luis de la Peña, *Introducción a la mecánica cuántica*, 2a. edición. Fondo de Cultura Económica S.A de C.V. México, 1991.
8. Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Dui, Franck Laloë, *Quantum Mechanics*, A Wiley Interscience Publication, 1977.

8. Perfil docente

El profesor responsable del curso debe tener una sólida formación en física, en particular debe tener conocimiento amplio de la física moderna y dominio completo del temario de curso, que le permita trascender el contenido del curso con sus opiniones y comentarios.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Instrumentación II

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos	Estadística		
	Instrumentación I		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	2	0	2
Créditos:	06		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

En esta asignatura se cubren temas en los que el estudiante aborda el proceso de la medición partiendo de las técnicas básicas y del conocimiento de las herramientas fundamentales que incluyen los transductores y los aparatos de medición más esenciales. Una incorporación novedosa al temario, respecto a los programas previos, es el relativo a la adquisición y procesamiento de datos que serán fundamentales en las materias del desarrollo experimental.

2. Objetivo general

Que el estudiante conozca el funcionamiento y operación de los instrumentos básicos de mediciones eléctricas así como las técnicas y dispositivos empleados en los sistemas de

medición que le permitan preparar un experimento, adquirir, procesar y almacenar los datos generados.

3. Objetivos específicos

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

Manejar y operar adecuadamente el multímetro y el osciloscopio.

Describir el funcionamiento y principio de operación de los principales transductores y actuadores.

Llevar a cabo mediciones eléctricas con un mínimo de errores.

Elaborar sistemas para la adquisición y procesamiento de señales digitalizadas.

4. Temario

1. **Mediciones Eléctricas Básicas (3)**

El Galvanómetro

Amperímetro y Voltímetro

Medición de Resistencia

Circuitos Puente y Potenciométricos

2. **El Proceso de la Medición (5 hrs)**

Incertidumbre, Precisión, Exactitud

Ruido

Lazos de Tierra, Blindaje y Radiación

Técnicas Instrumentales de Medición: Diferencial, 4 Puntas y Puentes

Procesos de calibración y ajuste

3. **Transductores (3 hrs)**

Temperatura

Desplazamiento

Presión

Velocidad

Flujo

Fuerza y Deformación

Radiación

Magnetismo

4. **Actuadores (3 hrs)**

Motores

Relevadores

Calefactores

5. **Adquisición y Procesamiento de Datos (8 hrs)**

Convertidores A/D

Puertos de Entrada/Salida

Interfaces a PC y Protocolos de Comunicación

Programación Gráfica e Instrumentación Virtual

6. **Introducción al Procesamiento Digital de Señales (3 hrs)**

Señales discretas y analógicas

Ecuaciones de Diferencias
Operaciones Básicas
Convolución y Correlación

7. **Instrumentos Digitales (8 hrs)**

Multímetro digital
Osciloscopio digital
Amplificador Lock-In
Sistemas de adquisición de datos

5. Estrategias didácticas

Las horas indicadas sugieren las horas de teoría dedicadas en cada tema, es decir, el tiempo de exposición del maestro en el aula. Se procurará que las sesiones de teoría correspondan al objeto de la práctica próxima inmediata. Con el fin de que los estudiantes pierdan el temor al manejo del equipo, en el tema *Instrumentos Digitales* se recomienda que el estudiante se familiarice primero con la lectura de los manuales correspondientes, que los discuta con sus compañeros y presente exposiciones ante el grupo que ilustren su manejo y operación.

6. Estrategias para la evaluación

Se recomienda evaluar con tres o cuatro exámenes parciales con un peso del 50% de la calificación y asignar 50% al laboratorio siendo necesario aprobar tanto la teoría como el laboratorio para poder acreditar el curso.

7. Bibliografía

- **Instrumentación Electrónica**
James Diefenderfer
2ª Edición, Editorial Interamericana, 1986
ISBN: 0721630758
- **Electronics for Scientists: Physical Principles with Applications to Instrumentation**
De Sa
1 edición 1997
Prentice Hall
ISBN: 0133594807
- **Sensors & Circuits: Sensors, Transducers, & Supporting Circuits For Electronic Instrumentation Measurement and Control**
Joseph J. Carr
Prentice Hall PTR; 1ª edición 1997
ISBN: 0138056315

- **Electronics and Instrumentation for Scientists**
Howard Malmstadt
Benjamin-Cummings Pub. Co. 1981
ISBN: 0805369171
- **Practical Interfacing in the Laboratory : Using a PC for Instrumentation, Data Analysis and Control**
Stephen E. Derenzo
Cambridge University Press, 2003
ISBN: 0521815274
- **Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems**
Gordon Clarke, Deon Reynders
Newnes, 2003
ISBN: 0750657960
- **LabVIEW Graphical Programming**
Gary W. Johnson, Richard Jennings
McGraw-Hill Professional; 3^a edición 2001
ISBN: 0071370013

8. Perfil docente

El profesor que imparte esta materia deberá tener amplia experiencia en Instrumentación Electrónica y poseer conocimientos generales de la Instrumentación básica que se emplea en el ámbito de la Física Experimental. Deberá, asimismo, poseer experiencia docente en el nivel de licenciatura.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Teoría electromagnética

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Óptica		
	Métodos matemáticos de la Física II		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	4	2	0
Créditos:	10		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

En este curso se estudia la electrostática, la magnetostática y los fenómenos electromagnéticos producidos por campos eléctricos y magnéticos variables en el tiempo, hasta formular la teoría electromagnética con las ecuaciones de Maxwell. Se obtiene la ecuación de onda para los campos electromagnéticos y se establece una conexión formal con la óptica. Durante el desarrollo del curso se hace un uso intensivo y extensivo de los métodos matemáticos, incluyendo la solución de problemas con valores en la frontera y las funciones especiales. Se aplican constantemente los resultados del cálculo vectorial y en particular, se usan con profundidad los teoremas de Gauss y de Stokes. La teoría se construye partiendo de bases empíricas.

2. Objetivo general

Revisar los fenómenos eléctricos y magnéticos producidos por cargas eléctricas en reposo, por corrientes eléctricas constantes y por cargas aceleradas, hasta formular la teoría con las ecuaciones de Maxwell y estudiar su implicación en la propagación de ondas electromagnéticas.

3. Objetivos específicos

Al término del curso el estudiante debe ser capaz de:

1. Analizar los fenómenos electrostáticos y magnetostáticos.
2. Resolver la ecuación de Laplace para el potencial electrostático con diferentes tipos de condiciones en la frontera.
3. Calcular el campo magnético dada una distribución de corriente.
4. Calcular campos eléctricos y magnéticos en materiales.
5. Formular las ecuaciones de Maxwell.
6. Resolver problemas de propagación de ondas electromagnéticas sujetas a diferentes tipos de condiciones en la frontera.

4. Temario

1. Electrostática.
2. Solución de problemas electrostáticos con condiciones en la frontera.
3. Campos eléctricos en la materia.
4. Magnetostática.
5. Campos magnéticos en la materia.
6. Solución de problemas magnetostáticos con condiciones en la frontera.
7. Ecuaciones de Maxwell.
8. Ondas electromagnéticas.

5. Estrategias didácticas

Las sugerencias didácticas para este curso incluyen:

- Exposición del maestro.
- Solución de problemas de tarea.
- Elaboración de trabajos con coherencia temática interna, con redacción clara y precisa.
- Exposición del estudiante.

Es recomendable que el estudiante:

- Lea con detalle los libros de texto.
- Analice la estructura conceptual que desarrollan en ellos los autores.
- Compruebe los cálculos presentados en las obras señaladas como referencias.

6. Estrategias para la evaluación

Se sugiere que el profesor de la asignatura utilice:

- Tareas consistentes en la solución de problemas didácticos.
- Reportes de lecturas.
- Exámenes parciales escritos y orales.

7. Bibliografía

La bibliografía sugerida para este curso es la siguiente:

1. Griffiths, D. J., *Introduction to Electrodynamics*. 3th Edition. Prentice Hall. (1999).
2. Reitz, J. R., Milford, F. J., Christy, R. W., *Foundations of Electromagnetic Theory*. 4th Edition. Addison Wesley. (1993).
3. Lorrain, P., Corson, D. R., *Electromagnetism: Principles and Applications*. 2nd Edition. W. H. Freeman & Co. (1990).

8. Perfil docente

El profesor de esta asignatura debe poseer formación sólida en la Física Teórica, experiencia en la enseñanza en la Licenciatura en Física, conocimiento claro de la aportación de la asignatura al plan de estudios y de la relación de ésta con el resto de componentes del currículum.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Física cuántica

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Introducción a la mecánica cuántica		
	Métodos matemáticos de la Física II		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	4	2	0
Créditos:	10		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

A finales del siglo XIX y principios del XX la física clásica era incapaz de explicar una serie de fenómenos asociados al comportamiento atómico de la materia (por ejemplo, la radiación del cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico, el átomo de hidrógeno, etc.), es entonces cuando surge, en el primer cuarto del siglo XX, la teoría cuántica para establecer los límites de validez de la física clásica así como para describir de forma adecuada los fenómenos atómicos y todos aquellos donde las propiedades ondulatorias de la materia son relevantes.

En la actualidad, la mecánica cuántica está en la base de prácticamente todos los desarrollos de la física contemporánea y su conocimiento es indispensable para todo físico, sobretodo porque constituye la base para estudiar la estructura microscópica de la materia. El presente curso contiene las aplicaciones del formalismo fundamental de la teoría cuántica, para ello se revisan las descripciones de Schrödinger y de Heisenberg, las bases de la dinámica de operadores y variables dinámicas, sistemas en tres dimensiones, teoría de la dispersión, los métodos aproximados y su aplicación.

2. Objetivo general

Formalizar la teoría cuántica mediante las descripciones de Schrödinger y de Heisenberg, usando el lenguaje de operadores actuando en espacios de Hilbert.

3. Objetivos específicos

- Conocer las herramientas matemáticas básicas empleadas en la teoría cuántica y aplicar la notación de Dirac y los teoremas fundamentales de variables dinámicas.
- Resolver la Ecuación de Schrödinger para una partícula en un potencial central y aplicar los resultados a los átomos hidrogenoides.
- Conocer las técnicas que permiten calcular la sección eficaz en el choque de partículas.
- Aplicar la teoría a la solución de sistemas cuánticos en varias dimensiones resolviendo la Ecuación de Schrödinger por métodos exactos y aproximados.
- Describir sistemas con espín y con muchas partículas.
- Explicar los efectos Zeeman, Stark y la interacción de átomos con la radiación.
- Conocer y explicar las características de un sistema de partículas idénticas.

4. Temario

- 1) Descripción de Heisenberg y de Schrödinger de la Física Cuántica.
- 2) Operadores actuando en espacios de Hilbert y teoremas fundamentales de las variables dinámicas en la Física Cuántica.
- 3) Oscilador armónico unidimensional.
- 4) Dinámica cuántica. La representación de Heisenberg. Operadores de creación y aniquilación.
- 5) Dinámica del sistema de dos niveles. La matriz de densidad.
- 6) Campo central y teoría del momento angular.
- 7) El espín. Ecuación de Pauli.
- 8) Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo. El átomo en un campo de radiación. Efectos Zeeman y Stark.
- 9) Partículas idénticas.

5. Estrategias didácticas

Se recomienda que las actividades del proceso de enseñanza-aprendizaje del curso se clasifican en los siguientes dos grupos:

- Trabajo teórico en el aula: Se sugiere que el profesor del curso presente y discuta los temas fundamentales del temario y resuelva ejercicios debidamente seleccionados.

- Trabajo en taller: se sugiere la discusión y solución de problemas por parte del profesor y los estudiantes, así como la implementación de métodos numéricos y programación para resolver problemas de interés, en particular aquellos que por sus características sean susceptibles de resolver de manera adecuada y completa, considerando el nivel del curso.

6. Estrategias para la evaluación

- Para la evaluación de los estudiantes se sugiere que el profesor aplique exámenes parciales con el fin de evaluar el aprovechamiento del estudiante en la parte correspondiente del temario y asigne al estudiante ejercicios de tarea con el propósito de ejercitar y ampliar los temas y problemas ilustrativos desarrollados en clase.

7. Bibliografía

La bibliografía sugerida para este curso es la siguiente:

1. Richard L. Liboff, *Introductory Quantum Mechanics*, 4a. edición.
2. Eugene Merzbacher, *Quantum Mechanics*, 3a. edición. John Wiley and Sons, 1998.
3. David J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*, 2a. edición
4. Luis de la Peña, *Introducción a la mecánica cuántica*, 2a. edición. Fondo de Cultura Económica S.A de C.V. México, 1991.
5. Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Dui, Franck Laloë, *Quantum Mechanics*, A Wiley Interscience Publication, 1977.
6. Jun John Sakurai, *Modern Quantum Mechanics*, Addison-Wesley, 1994.
7. Albert Messiah, *Quantum Mechanics*, Dover.
8. L.I. Schiff, *Quantum Mechanics*, McGraw-Hill, 1985.

8. Perfil docente

El profesor responsable del curso debe tener una sólida formación en física, en particular debe tener conocimiento amplio de la física moderna y dominio completo del temario de curso, que le permita trascender el contenido del curso con sus opiniones y comentarios.



Universidad de Sonora
 División de Ciencia Exactas y Naturales
 Departamento de Física
 Licenciatura en Física

Desarrollo experimental I

Eje formativo:	Profesional		
Requisitos:	Óptica		
	Instrumentación II		
Carácter:	Obligatorio		
Horas:	Teoría	Taller	Laboratorio
	0	0	8
Créditos:	08		
Servicio del:	Departamento de		
	Física		

1. Introducción

Esta asignatura es una introducción a los métodos, las técnicas y la instrumentación usados en los laboratorios en donde se desarrollará el trabajo experimental en la asignatura Desarrollo experimental II.

Los temas de los experimentos desarrollados en este curso son sencillos y relacionados con los temas de investigación ofrecidos en la asignatura Desarrollo Experimental II. Cada experimento consiste de varias prácticas donde pueden practicar la preparación de muestras, la construcción de un arreglo experimental, la calibración y/o preparación del arreglo experimental, la toma de datos utilizando interfaces electrónicas, captura de datos en archivos de computadora, el análisis de datos y la interpretación de resultados. Cada experimento se concluye con la elaboración de un reporte con el fin de practicar la redacción científica y la preparación de datos para su presentación.

Por su carácter el trabajo experimental se desarrolla en diferentes laboratorios del departamento. El responsable de la asignatura coordina las actividades a desarrollar en los diferentes laboratorios. La supervisión en los laboratorios puede estar a cargo de un profesor asignado al laboratorio con experiencia amplia en el uso del equipo particular.

2. Objetivo general

Al terminar la asignatura el estudiante conocerá y aplicará las herramientas básicas y necesarias para desarrollar trabajo experimental en Física.

3. Objetivos específicos

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- 1) Preparar muestras y/o sistemas físicos para su análisis.
- 2) Alinear, calibrar y/o montar arreglos experimentales.
- 3) Tomar datos experimentales y analizarlos.
- 4) Interpretar y reportar los resultados de un experimento.

4. Temario

- 1) Aspectos básicos relacionados con los métodos experimentales ofrecidos.
- 2) La preparación de muestras o sistemas físicos para su análisis.
- 3) La preparación, la alineación, la calibración y/o el montaje de arreglos experimentales.
- 4) El proceso de tomar datos.
- 5) El análisis de datos.
- 6) La interpretación de los resultados obtenidos.
- 7) El reporte de los resultados.

5. Estrategias didácticas

Los temas de este curso se desarrollan en algunos experimentos elegidos por los maestros que imparten el curso. El número de experimentos a desarrollar puede ser entre 3 y 8 dependiendo de lo extenso del experimento. Es conveniente usar una guía del experimento con instrucciones suficientemente claras para desarrollar el trabajo. Además se recomienda usar manuales de equipos, manuales de software, y las hojas técnicas en los catálogos en donde explican los principios básicos de los equipos.

Algunos experimentos sugeridos son:

1) Dispersión de la luz: Teoría y práctica introductoria. (24h)

- Objetivos:
1. Revisar aspectos teóricos básicos relacionados con la dispersión de la luz en sistemas simples de suspensiones coloidales como: Índice de refracción, constante óptica, viscosidad, reflexión y transmisión.
 2. Aprender la preparación de sistemas simples de suspensiones coloidales
 3. Aprender a usar el montaje experimental para medir la dispersión de la luz y entender su funcionamiento y del equipo incluido.
 4. Aprender a usar un refractómetro y entender su funcionamiento
 5. Aprender a usar los viscosímetros y entender su funcionamiento
 6. Realizar un estudio de propiedades físicas de una suspensión coloidal usando el refractómetro, los viscosímetros, y el montaje experimental para medir la dispersión de la luz.
 7. Aprender a interpretar los resultados obtenidos.

2) Formación de membranas. (24h)

- Objetivos:
1. Aprender la preparación de membranas
 2. Aprender el uso de la balanza y entender su funcionamiento.
 3. Aprender el uso del microscopio polarizado y entender su funcionamiento.
 4. Aprender a preparar muestras para el microscopio electrónico y entender el funcionamiento del microscopio electrónico.
 5. Aprender a distinguir y/o clasificar membranas mediante la observación por microscopio óptico y electrónico.
 6. Aprender el uso y la fabricación de micro pipetas
 7. Realizar un estudio de elasticidad de membranas mediante una micro balanza.
 8. Aprender a interpretar los resultados obtenidos.

3) Confinamiento óptico. (24h)

- Objetivo:
1. Revisar la teoría básica de electromagnetismo y las fuerzas de arrastre (Ley de Stokes) relacionadas con el atrape óptico
 2. Aprender a preparar algunos sistemas modelo como liposomas, células y esferas de poliestireno.
 3. Aprender a usar el microscopio óptico, conocer sus partes y entender su funcionamiento.
 4. Aprender a usar las pinzas ópticas y entender su funcionamiento.
 5. Realizar un estudio de la fuerza de atrape óptico usando el sistema de calibración del equipo.
 6. Aprender a interpretar los resultados experimentales obtenidos.

4) Fenómenos luminiscentes: Teoría y práctica introductoria. (24h)

- Objetivos:
1. Revisar la teoría básica de fenómenos luminiscentes

2. Aprender las características de diferentes fuentes de luz como el sol, lámparas fluorescentes, focos de color, LED's, lámparas de descarga y láseres.
3. Aprender a usar monocromadores y entender su funcionamiento
4. Aprender a usar fotomultiplicadores y fotodiodos y entender sus diferencias en funcionamiento
5. Aprender a usar un amplificador "lock-in" y entender su funcionamiento
6. Aprender a usar el criostato y el control de temperatura y entender su funcionamiento.
7. Aprender a usar filtros ópticos (filtros de color, y de interferencia) en arreglos experimentales y entender su funcionamiento.
8. Realizar un estudio de fluorescencia como función de la temperatura
9. Aprender a interpretar los resultados obtenidos.

5) Determinación de conductividad eléctrica a bajas temperaturas. (24h)

- Objetivos:
1. Revisar la teoría básica de conductividad eléctrica y térmica incluyendo la ley de Wiedemann-Franz la cual se puede utilizar para obtener la conductividad térmica a partir de resultados experimentales de la conductividad eléctrica y la temperatura.
 2. Aprender la técnica de medición de conductividad por el método de cuatro puntas.
 3. Aprender a preparar muestras para la medición de conductividad.
 4. Aprender a usar el criostato y el control de temperatura y entender su funcionamiento.
 5. Aprender a usar el arreglo para medir conductividad eléctrica y entender su funcionamiento
 6. Realizar un estudio de conductividad como función de la temperatura en una muestra real.
 7. Aprender a interpretar los resultados obtenidos.

6) Construcción de un microscopio electrónico. (30h)

- Contenido:
1. Descripción esquemática de las componentes de los diferentes tipos de microscopios electrónicos. (1 h)
 2. Fuente de electrones: Emisión termoiónica y de campo. Montaje de un cañón de electrones y medición de parámetros de la emisión termoiónica y de campo. (4 h)
 3. Descripción de un sistema de vacío. Medición de la presión última de un arreglo experimental. (3)
 4. Direccionamiento y enfoque de un haz de electrones: Lentes electrostáticas y lentes magnéticas. Montaje de lentes electrostáticas y lentes magnéticas, direccionamiento y enfoque de un haz de electrones. (6 h)
 5. Interacciones haz de electrones-material: Electrones retrodispersados, electrones secundarios, electrones Auger y

- emisión de rayos X. Preparación de muestras y arreglos experimentales para la detección de los diferentes tipos de interacciones. (8 h)
6. Sección Eficaz de la interacción haz de electrones-material. Arreglos experimentales para la medición de las secciones eficaz. (4 h)
 7. Procesamiento de la señal del detector. (4 h)
- 7) Fenómenos de Agregación. Teoría de conceptos básicos y práctica de agregación y de conceptos de reología. (24h)
- Objetivo:
1. Revisar la teoría básica de fenómenos de agregación
 2. Revisar los conceptos básicos de la física de reología y geometría.
 3. Aprender la técnica de medición de viscosidad y esfuerzos en materiales suaves (tensoativos, coloides, polímeros).
 4. Determinación de los fenómenos de agregación por medio de la técnica de conductividad eléctrica.
 5. Aprender a preparar muestras para ser utilizadas en las técnicas de reofísica
 6. Aprender a realizar mediciones de reofísica utilizando esfuerzos o deformaciones oscilatorias sobre los materiales suaves.
 7. Determinar transiciones de fase por medio de flujo, utilizando las variables de esfuerzo, razón de deformación a temperatura controlada y concentración constante.
 8. Utilización de dispersión de luz bajo esfuerzos para determinar las modificaciones de la estructura inducida por el flujo.
 9. Realizar mediciones de modificaciones estructurales de polímeros o tensoactivos en solución utilizando birrefringencia y dicroísmo bajo esfuerzos cortantes.
 10. Aprender a interpretar los resultados obtenidos.

6. Estrategias para la evaluación

Para la evaluación del curso se puede considerar la asistencia en el laboratorio, la forma de trabajar, la cantidad de trabajo realizado, la calidad de los reportes escritos y de las entrevistas individuales.

7. Bibliografía

La bibliografía sugerida para este curso es la siguiente:

- 1) Staudenmaier H.M., Ed., "Physics Experiments Using PCs: A Guide for Instructors and Students", Springer Verlag; (1995) ISBN:3540588019

- 2) Squires, G.L. "Practical Physics" Cambridge University Press, Cambridge; New York (1985) QC33.S68
- 3) Cooke, C., "An Introduction to Experimental Physics" UCL Press, London (1996)
- 4) Isenberg, C. and Chomet, S., "Physics Experiments and Projects for Students" Vol I, Newman-Hemisphere, USA (1991)
- 5) Isenberg, C. and Chomet, S., "Physics Experiments and Projects for Students" Vol II, Taylor & Francis, USA (1989)
- 6) Isenberg, C. and Chomet, S., "Physics Experiments and Projects for Students" Vol III, Taylor & Francis, USA (1996)
- 7) Weast R.C., Astle M.J., Beyer W.H. "Handbook of Chemistry and Physics" 64th edition, Chemical Rubber USA (1984)
- 8) Israeclavili, J.C., "Intermolecular and surface forces" , Academic Press Inc, second edition, USA (1997)

8. Perfil docente

Esta asignatura puede ser impartida hasta por 4 profesores de los cuales uno es el profesor responsable. Los profesores que imparten esta materia deberán poseer una formación sólida en el campo de la Física. Es recomendable que los profesores tengan experiencia con los arreglos y métodos utilizados en la parte del curso que les corresponda. Para el responsable de la asignatura es recomendable que tenga al menos dos años de experiencia en investigación experimental y/o estar activo en algún campo de investigación experimental.

