

Fecha de aprobación: 20/06/2022

Guía docente de la asignatura

**Técnicas Instrumentales
(2041115)**

Grado	Grado en Farmacia	Rama	Ciencias de la Salud				
Módulo	Química	Materia	Técnicas Instrumentales				
Curso	2º	Semestre	2º	Créditos	6	Tipo	Obligatoria

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Tener conocimientos adecuados sobre:

- Matemáticas
- Química general
- Conocimientos básicos de Física y Físicoquímica

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Estudio de las Técnicas Instrumentales más utilizadas en un laboratorio farmacéutico así como de otras Técnicas utilizadas en la investigación farmacéutica. Dicho estudio será teórico y práctico, y se aplicará a la resolución e interpretación de problemas.

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA**COMPETENCIAS GENERALES**

- CG01 - Identificar, diseñar, obtener, analizar, controlar y producir fármacos y medicamentos, así como otros productos y materias primas de interés sanitario de uso humano o veterinario.
- CG10 - Diseñar, aplicar y evaluar reactivos, métodos y técnicas analíticas clínicas, conociendo los fundamentos básicos de los análisis clínicos y las características y contenidos de los dictámenes de diagnóstico de laboratorio.
- CG15 - Reconocer las propias limitaciones y la necesidad de mantener y actualizar la competencia profesional, prestando especial importancia al autoaprendizaje de nuevos conocimientos basándose en la evidencia científica disponible.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Identificar, diseñar, obtener, analizar y producir principios activos, fármacos y otros productos y materiales de interés sanitario
- CE02 - Seleccionar las técnicas y procedimientos apropiados en el diseño, aplicación y evaluación de reactivos, métodos y técnicas analíticas.
- CE03 - Llevar a cabo procesos de laboratorio estándar incluyendo el uso de equipos científicos de síntesis y análisis, instrumentación apropiada incluida.
- CE04 - Estimar los riesgos asociados a la utilización de sustancias químicas y procesos de laboratorio.
- CE05 - Conocer las características físico-químicas de las sustancias utilizadas para la fabricación de los medicamentos.
- CE08 - Conocer y comprender la naturaleza y comportamiento de los grupos funcionales en moléculas orgánicas.
- CE09 - Conocer el origen, naturaleza, diseño, obtención, análisis y control de medicamentos y productos sanitarios.
- CE10 - Conocer los principios y procedimientos para la determinación analítica de compuestos: técnicas analíticas aplicadas al análisis de agua, alimentos y medio ambiente.
- CE11 - Conocer y aplicar las técnicas principales de investigación estructural incluyendo la espectroscopia.
- CE15 - Evaluar datos científicos relacionados con los medicamentos y productos sanitarios.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Capacidad de utilizar con desenvoltura las TICs

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Entender la importancia de las Técnicas Instrumentales en el campo farmacéutico.
- Conocer y emplear las técnicas más utilizadas en la identificación y cuantificación de productos farmacéuticos.
- Comprender los principios fisicoquímicos en los cuales se basan dichas Técnicas.
- Dar una descripción de los componentes básicos de los instrumentos utilizados.
- Describir el funcionamiento del instrumental y los fundamentos de la metodología utilizada.
- Seleccionar la técnica más adecuada para el análisis y control de medicamentos, productos sanitarios, análisis de agua, alimentos y medio ambiente.
- Conocer y aplicar las técnicas principales en investigación, tanto desde el punto de vista de su fundamento, como el de la instrumentación

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Tema 1.-Concepto, Interés y Clasificación de las Técnicas Instrumentales.

1. Concepto de las Técnicas Instrumentales en las ciencias farmacéuticas.
2. Ventajas e inconvenientes de los métodos instrumentales.
3. Interés farmacéutico de las Técnicas Instrumentales.



4. Clasificación de las Técnicas Instrumentales.
5. Selección de una técnica.

COMPETENCIAS:

- Conocer como seleccionar correctamente el método instrumental más adecuado en cada caso de acuerdo a los conceptos de: exactitud, sensibilidad, límite de detección, intervalo de concentración, selectividad de una medida.
- Conocer los distintos tipos de métodos instrumentales.

Tema 2.- Introducción a la espectroscopía.

1. Conceptos generales.
2. Naturaleza y propiedades de la radiación electromagnética: Efecto fotoeléctrico.
3. Niveles de energía de átomos y moléculas.
4. Regiones del espectro electromagnético.
5. Reglas de selección.

COMPETENCIAS:

- Conocer las propiedades generales de la radiación electromagnética.
- Conocer las regiones del espectro electromagnético.
- Conocer las propiedades mecánico-cuánticas de la radiación.

Tema 3.- Componentes de los instrumentos para espectroscopía óptica.

1. Configuraciones y componentes de los instrumentos utilizados en espectroscopia óptica.
2. Fuentes de radiación de espectro continuo.
3. Fuentes de radiación de espectro discontinuo.
4. Selectores de longitud de onda.
5. Detectores de radiación

COMPETENCIAS:

- Conocer el diseño general de los instrumentos ópticos espectroscópicos.
- Conocer las distintas fuentes de radiación.
- Conocer los selectores de longitud de onda, los detectores de radiación y recipientes de muestras adecuados para cada región del espectro electromagnético.

Tema 4.- Absorción de la luz.

1. Ley de Lambert-Beer sobre la absorción de radiaciones.
2. Limitaciones y desviaciones de la ley de Beer.
3. Intervalo de absorbancia y transmitancia de mínimo error.

COMPETENCIAS:

- Conocer las leyes de la absorción de la radiación electromagnética por la materia.
- Conocer sus limitaciones y sus aplicaciones: identificación y cuantificación; cinética de reacciones, etc.

Tema 5.- Espectroscopía Atómica.

1. Introducción a la Espectroscopía Atómica.



1. Espectros atómicos y reglas de selección.
2. Efecto de la Temperatura en los espectros atómicos.
3. Atomización de la muestra.
4. Introducción de la muestra.
2. Espectroscopía de Absorción Atómica.
 1. Fuentes de radiación.
 2. Atomización de llama.
 3. Atomización electrotérmica.
 4. Tipos de Espectrofotómetros.
 5. Interferencias.
3. Espectroscopía de Emisión Atómica.
 1. Atomizadores.
 2. Técnicas con plasma.
 3. Tipos de Espectrofotómetros.
 4. Aplicaciones.
 5. Fotometría de llama.
 6. Aplicaciones clínicas de la fotometría de llama.
4. Comparación entre los métodos atómicos.

COMPETENCIAS:

- Conocer los diagramas de niveles de energía de los átomos.
- Conocer los espectros atómicos de emisión y absorción.
- Conocer los métodos de atomización.
- Conocer las fuentes de radiación, sistemas de vaporización, monocromadores, detectores, para las técnicas de absorción y emisión atómica.

Tema 6.- Espectroscopia de vibración o infrarroja.

1. Región infrarroja del espectro electromagnético.
2. Vibración de moléculas diatómicas y curva de energía potencial.
3. Mecanismo de absorción de la radiación infrarroja.
4. Reglas de selección.
5. Espectros de vibración y constante de fuerza en moléculas diatómicas.
6. Anarmonicidad.
7. Vibración de moléculas poliatómicas.
8. Espectros de vibración-rotación.
9. Instrumentación en espectroscopia infrarroja.
10. Aplicaciones de la espectroscopia infrarroja: identificación de sustancias.

COMPETENCIAS:

- Conocer las regiones del espectro infrarrojo.
- Conocer el modelo mecánico de vibración en una molécula diatómica, para calcular la energía potencial de un oscilador armónico y anarmónico.
- Conocer el tratamiento cuántico de las vibraciones.
- Conocer los modos de vibraciones moleculares.
- Conocer las fuentes y detectores de radiación en la región infrarroja.
- Conocer distintos tipos de instrumentos infrarrojos.
- Conocer la manipulación de la muestra.
- Saber interpretar un espectro IR.
- Conocer la aplicación de los espectros IR a la identificación de compuestos de interés farmacéutico.



Tema 7.- Espectroscopía electrónica: Ultravioleta-Visible.

1. Espectros electrónicos: estructura de vibración de las bandas electrónicas.
2. Principio de Franck-Condon.
3. Energía de disociación.
4. Tipos principales de tránsitos electrónicos en moléculas poliatómicas.
5. Grupos cromóforos y auxocromos.
6. Instrumentación.
7. Aplicaciones de la espectroscopia molecular UV-Vis.

COMPETENCIAS:

- Conocer los tipos de transiciones electrónicas en sustancias absorbentes.
- Conocer los grupos responsables de la absorción de radiación visible y ultravioleta (cromóforos), así como la influencia de los grupos auxocromos en los espectros electrónicos.
- Conocer las fuentes de radiación, recipientes para la muestra, monocromadores y detectores.
- Conocer los tipos de instrumentos espectroscópicos, tanto de haz sencillo, como de doble haz para la región ultravioleta-visible.

Tema 8.- Espectroscopía de fluorescencia.

1. Bases teóricas de la espectroscopía de fluorescencia.
2. Procesos de desactivación molecular en moléculas en estado excitado: Procesos radiantes y no radiantes.
3. Tipos de espectros.
4. Rendimiento cuántico.
5. Factores que influyen en la intensidad de fluorescencia: Ley de Kavanagh.
6. Instrumentación.
7. Aplicaciones.
8. Procesos de transferencia de energía entre moléculas.
9. Ecuación de Stern-Volmer.

COMPETENCIAS:

- Conocer los estados excitados que producen fluorescencia y fosforescencia.
- Conocer los niveles de energía para las moléculas fotoluminiscentes.
- Conocer el diagrama de Jablonski, que nos muestra niveles de energía en un sistema fotoluminiscente.
- Conocer los procesos de desactivación, tanto radiantes como no radiantes y sus tiempos de vida.
- Conocer las variables que afectan a la fluorescencia. • Conocer los instrumentos para la medida de fluorescencia.

Tema 9.- Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear.

1. Conceptos generales.
2. Fundamento fisicoquímico de la RMN.
3. Instrumentación.
4. Desplazamiento químico.
5. Multiplicidad.
6. Aplicaciones: Interpretación de espectros.



COMPETENCIAS:

- Conocer los niveles de energía de un núcleo cuando se somete a un campo magnético.
- Conocer el origen del desplazamiento químico.
- Conocer el origen del desdoblamiento espín-espín.
- Saber interpretar un espectro de RMN de protón.
- Conocer la instrumentación.
- Conocer las aplicaciones de la RMN de protón, para la identificación y determinación estructural de moléculas orgánicas de interés farmacéutico.

Tema 10.- Espectrometría de masas.

1. Espectros de masas.
2. Componentes del Espectrómetro de Masas.
3. Introducción de la Muestra.
4. Métodos de Ionización
 1. Ionización por Impacto Electrónico (IE)
 2. Ionización Química (IC)
 3. FAB - LSIMS
 4. MALDI
 5. Ionización por electronebulización (ESI)
 6. ionización a presión atmosférica (APCI)
5. Analizadores de masas
 1. Analizador Magnético
 2. Analizador de Cuadrupolo
 3. Analizador de Tiempo de Vuelo (TOF)
 4. Analizador de Trampa iónica (ITD)
 5. Analizadores por Transformada de Fourier (FTMS).
6. Detectores.
7. Interpretación de un espectro de masas.
8. Aplicaciones de la Espectrometría de Masas

COMPETENCIAS:

- Conocer los componentes de un espectrómetro de masas.
- Conocer el fundamento físico de cada uno de sus componentes.
- Saber interpretar un espectro de masas: Pico base, fragmentaciones, isótopos e ión molecular.

Tema 11.- Técnicas cromatográficas.

1. Concepto de cromatografía.
2. Clasificación:
 1. De acuerdo al fundamento fisicoquímico
 2. De acuerdo a las combinaciones de fases
 3. De acuerdo al dispositivo experimental utilizado
3. Metodologías generales.
4. Teorías de la cromatografía.
5. Parámetros cromatográficos.

COMPETENCIAS:

- Conocer los fundamentos fisicoquímicos de la cromatografía.
- Conocer la clasificación de los métodos cromatográficos.



- Conocer los parámetros cromatográficos y relacionarlos entre si.
- Saber optimizar la eficacia de la columna: Variables que intervienen en el proceso.

PRÁCTICO

Seminarios/Talleres

- Se impartirán ejercicios numéricos como aplicación de los conocimientos teóricos.

Prácticas de Laboratorio

- Práctica 1.- Construcción de una gráfica de absorción espectrofotométrica. Cálculo del coeficiente de extinción molar. Determinación espectrofotométrica de una mezcla de vitaminas B2 y B12.
- Práctica 2.- Separación cromatográfica de una mezcla de analgésicos.
- Práctica 3.- Obtención e interpretación de los espectros infrarrojos del ácido acetilsalicílico y del anisol.
- Práctica 4.- Estudio del quenching dinámico de lucigenina por iones cloruro.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Principios de Análisis Instrumental. (7ª Edición) Skoog-Holler-Crouch . Cengage Learning Técnico. 2019 .
- Análisis químico e instrumental moderno. Frederic Walton Harnold; Jorge Reyes. Ed. Reverté 2005. ISBN: 8429175199 ISBN-13: 9788429175196
- Espectroscopia Atómica y Molecular. J. Zúñiga Román. Pearson Educación.
- Fundamentos de Espectroscopía Molecular. C.N. Banwell. Ediciones del Castillo.
- Análisis Instrumental. K.A. Rubinson- J.F. Rubinson. Editorial Prentice Hall.
- Métodos Instrumentales de Análisis. H.H. Willard y col. Grupo Editorial Iberoamérica.
- Técnicas Instrumentales de Análisis en Bioquímica. Gavilanes Franco, José Gregorio. Editorial Síntesis.1999.
- Métodos Ópticos de Análisis. E. Olsen. Editorial Reverté, 1995.
- Técnicas de separación en química analítica. Rafael Cela, Rosa Antonia Lorenzo, Ma del Carmen Casais. Ed. Síntesis, 2003
- “Análisis instrumental” Kenneth A. Rubinson, Judith F. Rubinson - 2001 Pearson Educación
- Process Analytical Technology: Spectroscopic Tools and Implementation Strategies for the Chemical and Pharmaceutical Industries. Ed. Katherine A. Bakeev. John Wiley & Sons, 2010.
- Métodos espectroscópicos en Química Orgánica Hesse, Manfred · Meier, Herbert · Zeeh, Bernd. ISBN: 9788477385226. Ed. Síntesis 2005
- Técnicas espectroscópicas en química analítica . Ríos Castro, Ángel ; Cruz Moreno Bondi, María , Simonet Suau, Bartolomé M. (coords.) Ed. Síntesis 2012

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Pharmaceutical and Medical Applications of Near-Infrared Spectroscopy, Second Edition. Emil W. Ciurczak, Benoit Igne. CRC Press, 2014



- Espectroscopia. Requena, Federico M. Pearson Publications Company (2005)
- Espectroscopía Infrarroja. Robert Conley. Editorial Alambra.
- Espectroscopia ultravioleta y visible. C.N. Rao. Ed. Alambra.
- Fluorescente Spectroscopy. A.J. Pesce. Marcel Dekker. New Cork.
- Espectroscopia de Resonancia Magnética. F. J. López. Addison Wesley Iberoamericana S.A.
- Introducción a la cromatografía. Abbott y Andrews, Exedra, Ed. Alhambra.
- Cromatografía en papel y placa delgada, J.A. Domínguez, OEA.
- Fundamentos de la cromatografía de gases. J. M. Storch de García, Exedra, Ed. Alhambra.
- Cromatografía de gases. I, Dabrio, Ed. Alhambra.
- Técnicas Instrumentales Físicoquímicas. S. Senent. Publicaciones UNED
- Química Física (Vol. 1). M. Díaz Peña, A. Roig Muntaner. Editorial Alhambra.
- Química Física. P. Atkins. (8ª Ed). Editorial Médica Panamericana.
- Química Física. A. Requena. Prentice Hall. Prentice Hall.
- Físicoquímica: Problemas y Soluciones. L. Labowitz. Editorial Paraninfo.
- Físicoquímica. (Vol. 2). Ira N. Levine. 5ª Ed. Editorial Mc. Graw Hill.
- Química Física. J. Morcillo Rubio. 2ª Ed. Publicaciones UNED.
- Aplicación de las Nuevas Tecnologías a la Enseñanza Práctica de Técnicas Instrumentales. Proyecto de Innovación Docente 07-02-08 subvencionado por la UGR Ref. MVGPI2007
- Aplicación de las Nuevas Tecnologías a la Enseñanza Práctica de Técnicas Instrumentales (2ª parte). Proyecto de Innovación Docente con Código N° 08-22 subvencionado por la UGR Ref. MVG/PI2008

ENLACES RECOMENDADOS

Generalidades de espectroscopía:

- <https://www.chemedx.org/page/activity>
- <https://www.coursehero.com/file/13810368/7-Beers-Law-and-Its-Implicationsppt/>
- <https://chm.davidson.edu/vce/Spectrophotometry/Spectrophotometry.html>
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/fotoelectronico/fotoelectronico.htm>
- Prism Applet - Refraction and Dispersion

Espectroscopía IR:

- WebSpectra - Problems in NMR and IR Spectroscopy
- IR Absorption Spectrometers
- IR Helper
- Vibración de una molécula diatómica
- Vibraciones de las moléculas diatómicas

Espectroscopía de Fluorescencia:

- <http://teaching.shu.ac.uk/hwb/chemistry/tutorials/molspec/lumin3.htm>

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 - Prácticas de laboratorio y/o clínicas y/o oficinas de Farmacia



- MD07 - Seminarios
- MD09 - Realización de trabajos en grupo
- MD10 - Realización de trabajos individuales
- MD12 - Tutorías
- MD13 - Participación en plataformas docentes

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

Exámenes escritos sobre los contenidos teóricos del programa.

- Porcentaje sobre la calificación final: 55%.
- Se realizará un examen parcial más el examen final. Constarán de preguntas teóricas (cuestiones cortas, de aplicación, desarrollos teóricos, etc.).
- La nota final de este apartado será la obtenida en el examen final ordinario. Si se ha superado por parciales, será la media aritmética de ambos exámenes.

Exámenes escritos de resolución de problemas numéricos, aplicación a situaciones contextualizadas de los contenidos del programa.

- Porcentaje sobre la calificación final: 25%.
- Se realizará un examen parcial más el examen final.
- Constarán de problemas de resolución numérica contextualizados
- La nota final de este apartado será la obtenida en el examen final ordinario. Si se ha superado por parciales, será la media aritmética de ambos exámenes.

NOTA 1: Eliminación de materia por parciales: Para considerar eliminada la materia que constituye el primer parcial, tanto de teoría como de problemas, deberá haberse alcanzado una calificación de al menos 5 puntos, sobre un total de 10, en ambas pruebas. La eliminación de materia permite no examinarse de esa parte de la asignatura en el examen final ordinario.

NOTA 2: La superación de cualquiera de las pruebas no se logrará sin un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia. Es decir, no se considerará aprobado un examen si las puntuaciones relativas a diferentes preguntas y/o problemas no están equilibradas.

Evaluación de las prácticas de laboratorio.

- Porcentaje sobre la calificación final: 10%.
- Para obtener la evaluación positiva de las clases prácticas será obligatorio realizar todas las sesiones propuestas en los laboratorios de la asignatura. La evaluación positiva será requisito indispensable para poder superar la asignatura. La calificación total de las prácticas de laboratorio se dividirá en dos apartados:
 - Realización y entrega del cuaderno/Informe de laboratorio, con la descripción y resultados de cada uno de los experimentos realizados. Para la superación de las prácticas será necesaria la entrega completa del cuaderno. Porcentaje sobre la calificación de prácticas: 10%
 - Examen de prácticas mediante prueba escrita. Porcentaje sobre la calificación de prácticas: 90%
 - Estos porcentajes se aplicarán con una nota mínima de 4.0 en cada uno de los dos apartados.



- Al final de todas las sesiones (turnos) de prácticas y antes de los exámenes finales de teoría y problemas se realizará un examen de recuperación de prácticas para todos los estudiantes que, habiéndolas realizado, no las tengan aprobadas, en la que la calificación será exclusivamente la obtenida en el examen. A este examen podrán asistir también aquellos estudiantes que no se examinaron en el momento de realizar las prácticas o que deseen subir nota. Para los estudiantes que escojan esta segunda opción la calificación de solo la parte de la prueba escrita será la obtenida en el examen de recuperación, independientemente de la nota del primer examen, incluso si esta es inferior.

Preparación de trabajos, otras actividades de evaluación continua y asistencias a clases teóricas.

- Porcentaje sobre la calificación final: 10%

TABLA RESUMEN

Instrumento	Porcentaje a la calificación final
Exámenes de contenidos teóricos	55%
Prueba de resolución de problemas	25%
Prácticas de laboratorio	10%
Trabajos y actividades de evaluación continua	10%

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Examen escrito sobre los contenidos teóricos del programa.

- Porcentaje sobre la calificación final: 60%.
- Constará de preguntas teóricas (cuestiones cortas, de aplicación, desarrollos teóricos, etc.).
- El parcial eliminado en la convocatoria ordinaria se guardará para la convocatoria extraordinaria, en cuyo caso, la nota final de este apartado será la media aritmética de ambos exámenes parciales.

Examen escrito de resolución de problemas numéricos, aplicación a situaciones contextualizadas de los contenidos del programa.

- Porcentaje sobre la calificación final: 30%.
- El parcial eliminado en la convocatoria ordinaria se guardará para la convocatoria extraordinaria, en cuyo caso, la nota final de este apartado será la media aritmética de ambos exámenes.

Evaluación de las prácticas de laboratorio.

- Porcentaje sobre la calificación final: 10%.
- Para estudiantes que hayan realizado previamente todas las sesiones de las prácticas de la asignatura y aprobado en la convocatoria ordinaria, la nota de este apartado será la alcanzada en dicha convocatoria. Alternativamente, el estudiante podrá realizar un examen de prácticas extraordinario mediante prueba escrita para subir nota, en cuyo caso su calificación de prácticas será la obtenida en el examen extraordinario,



independientemente de la nota anterior, incluso si es inferior.

- Para estudiantes que hayan realizado previamente todas las sesiones de las prácticas de la asignatura pero no aprobaron en la convocatoria ordinaria o no realizaron el examen con su grupo de prácticas la nota de este apartado será la alcanzada en el examen de recuperación de prácticas extraordinario mediante prueba escrita.
- Los estudiantes que no hayan realizado las prácticas y deseen presentarse en los exámenes extraordinarios deberán superar un examen práctico en el laboratorio de todas las prácticas. La evaluación se llevará a cabo por un tribunal compuesto por los profesores de prácticas, de la cual se obtendrá la nota total de la evaluación de las prácticas.
- La evaluación positiva de las prácticas será requisito indispensable para poder superar la asignatura.

NOTA 3: Para superar la convocatoria extraordinaria será necesario demostrar un conocimiento homogéneo de toda la asignatura, garantizando que el estudiante ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en la presente guía docente.

TABLA RESUMEN

Instrumento	Porcentaje a la calificación final
Exámenes de contenidos teóricos	60%
Prueba de resolución de problemas	30%
Prácticas de laboratorio	10%

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Examen escrito sobre los contenidos teóricos del programa.

- Porcentaje sobre la calificación final: 60%.
- Constará de preguntas teóricas (cuestiones cortas, de aplicación, desarrollos teóricos, etc.).

Examen escrito de resolución de problemas numéricos, aplicación a situaciones contextualizadas de los contenidos del programa.

- Porcentaje sobre la calificación final: 30%.

Evaluación de las prácticas de laboratorio.

- Porcentaje sobre la calificación final: 10%.
- Constará de un examen práctico en el laboratorio de todas las prácticas que se han realizado en el laboratorio. La evaluación se llevará a cabo por un tribunal compuesto por los profesores de prácticas, de la cual se obtendrá la nota total de la evaluación de las prácticas.
- La evaluación positiva de las prácticas será requisito indispensable para poder superar la asignatura.

TABLA RESUMEN

Instrumento	Porcentaje a la calificación final
Exámenes de contenidos teóricos	60%
Prueba de resolución de problemas	30%
Prácticas de laboratorio	10%

