Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Física de los Materiales

Planificación a partir del Ciclo Lectivo 2023

1. Datos administrativos de la asignatura			
Nivel en la carrera	5	Duración	Cuatrimestral
Plan	2023		
Bloque curricular:	Electivas		
Carga horaria presencial semanal (hs. cátedra):	6	Carga Horaria total (hs. reloj):	72
Carga horaria no presencial semanal (hs. reloj) (si correspondiese)	-	% horas no presenciales (hs. reloj) (si correspondiese)	-

2. Presentación, Fundamentación

La asignatura **Física de los Materiales** se centra en el estudio de las propiedades físicas de los materiales desde una perspectiva microfísica. Esta asignatura, complementaria de Ciencia de los materiales, resulta importante para los estudiantes de Ingeniería Química ya que proporciona las bases teóricas necesarias para entender cómo la estructura interna de los materiales influye en sus características macroscópicas, tales como la resistencia, la conductividad térmica y eléctrica, y el comportamiento mecánico. A lo largo de la cursada, los estudiantes aprenderán a relacionar las propiedades observables de los materiales con su microestructura, lo que les permitirá prever y manipular el comportamiento de estos en distintos contextos industriales.

El enfoque impartido es principalmente aplicable en la resolución de problemas materiales, abordando tanto conceptos teóricos como herramientas prácticas para la caracterización y el análisis de materiales. A través de clases teóricas y prácticas, los estudiantes desarrollarán la habilidad de identificar y explicar las diferencias en las propiedades físicas de diversos materiales, fundamentándolas en sus características microfísicas. Además, se fomenta la capacidad de aplicar estos conocimientos en la ingeniería de materiales, un área clave en el diseño y optimización de procesos industriales.

Finalmente, la asignatura sienta las bases para la comprensión de procesos físicos complejos en materiales, una competencia esencial para los futuros ingenieros/as químicos/as. Al dominar los conceptos tratados en este curso, los estudiantes estarán mejor preparados para enfrentar los desafíos que implica el desarrollo y la implementación de nuevos materiales en el ámbito industrial, contribuyendo así a la innovación tecnológica y la mejora de procesos productivos.

3. Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

En la tabla siguiente se establece la relación de la asignatura con las competencias de egreso: Específicas, Genéricas Tecnológicas y Genéricas Sociales, Políticas y Actitudinales de la carrera. Se incluyen las competencias de egreso a las que tributa, aportes reales y significativos de la asignatura, y en qué nivel (no aporta, bajo, medio, alto).

Competencias	Nivel
Competencias genéricas tecnológicas (CG):	
CG.1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	No aporta
CG.2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.	No aporta
CG.3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.	No aporta
CG.4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	Medio
CG.5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	No aporta
Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)	
CG.6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	No aporta
CG.7. Comunicarse con efectividad.	Bajo
CG.8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	No aporta
CG.9. Aprender en forma continua y autónoma.	No aporta
CG.10. Actuar con espíritu emprendedor.	No aporta
Competencias Específicas de la carrera	
CE.1. Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.	Medio
CE.2. Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.	No aporta
CE.3. Planificar y supervisar la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios donde se llevan a cabo la modificación	Alto

física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas utilizando de manera efectiva los recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos; a través del desarrollo de criterios de selección de materiales, equipos, accesorios, sistemas de medición y la aplicación de normas y reglamentaciones pertinentes, atendiendo los requerimientos profesionales prácticos.	
CE.4. Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.	No aporta
CE.5. Proyectar y dirigir acciones, desarrollos tecnológicos e innovaciones tendientes a la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios referido a la higiene y seguridad en el trabajo y al control y minimización del impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional seleccionando y utilizando técnicas y herramientas contempladas en las prácticas recomendadas y en las normativas vigentes nacionales e internacionales.	No aporta
CE.6. Optimizar procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, aplicando el modelo más adecuado, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social y ambiental.	No aporta
CE.7. Peritar y/o arbitrar procesos, sistemas, instalaciones, elementos complementarios, construcción, operación y/o mantenimiento involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas seleccionando y utilizando técnicas y herramientas contempladas en las prácticas recomendadas y en las Normativas vigentes Nacionales e Internacionales.	No aporta
CE.8. Asesorar y/o capacitar a organizaciones, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, productos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento, involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.	No aporta
CE.9. Diseñar, asesorar y/o implementar sistemas de gestión en organismos, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, instalaciones, construcción, operación, involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.	No aporta
CE.10. Realizar y/o presentar ante autoridades de aplicación estudios de impacto ambiental correspondientes a procesos e instalaciones, involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de	No aporta

emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.	
CE.11. Realizar análisis de riesgo, asesorar y/o implementar diseño seguro para organismos, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.	No aporta

4. Contenidos Mínimos

---

5. Objetivos establecidos en el DC

---

6. Resultados de aprendizaje

Los siguientes resultados de aprendizaje se promueven en el desarrollo de la asignatura

Identificador de RA	Redacción
RA1	Elegir materiales adecuados basándose en sus propiedades para asegurar su aplicación efectiva en la función deseada.
RA2	Determinar las propiedades de los materiales mediante el análisis de su estructura, anticipando su comportamiento en diferentes aplicaciones
RA3	Justificar los resultados de los trabajos prácticos para promover el trabajo en equipo y el intercambio de ideas mediante la comunicación oral.

7. Relación de los RA y las competencias

En la tabla siguiente se indica con X la tributación de cada Resultado de Aprendizaje con las competencias de egreso: específicas, genéricas tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales de la carrera.

RA	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10
RA1	X		X												X						
RA2	X		X												X						
RA3	X		X															X			

8. Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursadas:

- Asignatura/s:
  Ciencia de los Materiales
  Fisicoquímica

Para cursar y rendir debe tener aprobada:

- Asignatura/s:
  Química Orgánica.

9. Asignaturas correlativas posteriores

Indicar las asignaturas correlativas posteriores:

- Asignatura/s:
  No posee

10. Programa analítico

Este programa analítico contempla los contenidos mínimos, previstos en el DC vigente, y aquellos que se consideran necesarios para desarrollar los resultados de aprendizaje propuestos.

Unidad Nº: 1

Título: La Materia Condensada

Contenidos: Enlaces atómicos. Tipos de enlaces. Enlaces primarios. Enlace iónico, covalente y metálico. Sókidos amorfos y cristalinos. Ejemplos de cristales iónicos, cristales covalentes y cristales metálicos. Enlaces secundarios. Interacción de Van der Waals. Enlace puente Hidrógeno. Enlaces mixtos. La molécula de polímero, enlace y estructura. Potenciales de interacción. Propiedades de los sólidos dependientes del tipo de potencial de interacción: temperatura de fusión, módulo elástico y coeficiente de dilatación térmica.

Carga horaria por Unidad: 8h

Unidad Nº: 2

Título: Estructuras Cristalinas

Contenidos: Redes espaciales. Celda unitaria. Celda Primaria. Redes de Bravais. Principales estructuras cristalinas metálicas. Cristales cúbicos: simples (SC), centrados en las caras (FCC), centradas en el cuerpo (BCC). Estructuras hexagonal (HCP). Otras estructuras cristalinas. Indices de Miller. Indices de planos y direcciones cristalográficas en sistemas cúbicos y

hexagonales. Mdelo de esferas rígidas. Densidad de distintas estructuras cristalinas. Número de coordinación. Sitios intersticiales, tamaños. Sitios intersticiales en diferentes estructuras. Alotropia o polimorfismo. Análisis de estructuras cristalinas. Rayos X. Difraccion de rayos X. Difraccion por un cristal. Condiciones de difracción. Factor de estructura. Carga horaria por Unidad: 4h
Unidad Nº: 3. Título: Defectos Térmicos. Contenidos: Defectos cristalinos. Clasificación general Defectos estructurales. Defectos térmicos. Vibraciones de la red cristalina. Fonones. Calor específico de una sustancia. Dilatación térmica de solidos. Difusión del calor. Conductividad térmica. Aislantes. Carga horaria por Unidad: 4h
Unidad Nº: 4 Título: Defetos Puntuales en Cristales. Contenidos: Defectos puntuales simples: vacancias, intersticiales e impurezas. Defectps de Fremkel y Shottky. Impurezas sustitucionales e intersticiales. Energía libre de formación de defectos putulaes. Concentración de equilibrio de defectos puntuales. Carga horaria por Unidad: 4h
Unidad Nº: 5 Título: Difusión Contenidos: Naturaleza de la difusión. Mecanismos de difusión atómica en solidos. El mecanismo de vacancias. Energía libre de formación y migración de vacancias. La ecuación de difusión. Difusión e estado estacionario. Primera ley de Fick. Segunda ley de Fick. El coeficiente de difusión. Carga horaria por Unidad: 4h
Unidad Nº: 6 Título: Defectos Lineales en Cristales. Contenidos: Dislocaciones. Dislocaciones de borde, de hélice y mixtas. Dislocaciones extendidas. Dislocaciones parciales. Falas de apilamiento. Propiedades de las dislocaciones. Dislocaciones en cristales iónicos. Movimiento de dislocaciones. Trepad y delizamiento cruzado. Interacción entre dislocaciones. Jogs y Kinks. Multiplicacion de dislocaciones. Interacción entre dislocaciones y defectos puntuales. Difusión atómica en dislocaciones. Carga horaria por Unidad: 4h
Unidad Nº: 7 Título: Defecto Planos y Volumétricos en Cristales.

Contenidos: Fallas de apilamiento. Malcas. Energía de falla de apilamiento. Bordes de grano. Tipos de bordes de grano y sus propiedades. Mobimiento del borde de grano: deslizamiento y migración. Difusión por borde de grano. Poros internos. Interfases. Carga horaria por Unidad: 2h
Unidad Nº: 8 Título: Microestructuras. Contenidos: Microscopía óptica. Microscopía electrónica de barrido (MEB) y transmisión (MET). Caracterización de microestructuras. Carga horaria por Unidad: 2h
Unidad Nº: 9 Título: Transformaciones Estructurales. Contenidos: Transformaciones controladas por difusión en volumen y por difusión en la interfase. Necleación y crecimiento de una segunda fase. Nucleación heterogénea. Cinética de trasformaciones de fase difusivas. Ecuación de Avrami. Diagramas TTT. Transformación martensítica. Diagrama de fases metaestables. Cinética de precipitación de fases metaestables. Carga horaria por Unidad: 4h
Unidad Nº: 10 Título: Estabilidad de Microestructuras. Contenidos: Contribuciones a la energía libre una microestructura dada. Energía libre química, de deformación, interfacial, magnética. Exceso de energía libre de una microestructura. Fuerza impulsora de la transformación microestructural. Mecanismos de reducción del exceso de energía libre: crecimiento y disolución de segundas fases, engrosamiento de precipitados, recuperación, poligonización, recristalización, crecimiento de grano. Crecimiento anómalo de grano. Carga horaria por Unidad: 4h
Unidad Nº: 11 Título: Estabilidad de Microestructuras. Contenidos: Diagramas TTT. Trasformación martensítica. Diagramas de fases metaestables. Cinética de precipitación de fases metaestables. Transformaciones de fases en aleaciones endurecibles por precipitación fase. Transformaciones de fase en aceros y aleaciones de aluminio de interés tecnológico. Carga horaria por Unidad: 2h
Unidad Nº: 12 Título: Propiedades Mecanicas Contenidos: Introducción y visión general de las propiedades mecánicas. Comportamiento elástico: Elasticidad lineal. Características y base física. Elasticidad anisotrópica. Elasticidad de

elastómeros (gomas). Viscoelasticidad. Histérisis. Deformación plástica: Monocristales y Policristales. Tensión nominal y verdadera. Deformación nominal y verdadera. Ensayo tensil. Diagramas de tensión-deformacion nominal. Diagramas de tensión verdadera-deformacion verdadera. Endurecimiento por deformación. Inestabilidad plástica. Formación de inestabilidades. Condición de Cosidere. Ejemplos: Aceros laminados en frio y aceros laminados en caliente.

Carga horaria por Unidad: 12h

Unidad Nº: 13

Título: Comportamiento Mecánico de los Materiales: Fractura, Fatiga y Creep.

Contenidos: Fractura, Ejemplo: El Titanic. Fractura en tracción a bajas temperaturas. Tipos de fractura en tracción a bajas temperaturas. Relación entre microestructura y mecanismos de fractura. Diversos modos de fractura. Aspectos ingenieriles de la fractura: Mecánica de la fractura filosa de diseño, modos, tensión plana y deformación plana. Principios de mecánica y de fractura: concentración de tensiones; tenacidad de fractura. Micromecanismos de fractura rápida.

Ensayos de fractura por impacto: técnicas de ensayo por impacto, transición dúctil-frágil. Fatiga: fallas por Fatiga: tensiones cíclicas; curva S-N; iniciación y propagación de grietas; velocidad de propagación de grietas; factores que afectan a la vida a fatiga. Características de una fractura por fatiga. Evaluación de la resistencia a la fatiga. Comportamiento tensión-deformacion en ciclado. Fatiga por cargas de origen térmico.

Creep: Propiedades de los materiales a altas temperaturas. Mecanismos de termofluencia. La curva de termofluencia. Aplicaciones practicas de los datos de termofluencia. Fractura intercristalina. Materiales resistentes al creep. Aleaciones resistentes a altas temperaturas. Aceros inoxidables.

Carga horaria por Unidad: 12h

Unidad Nº: 14

Título: Propiedades Magneticas

Contenidos: Paramagenitsmo. Ferromagnetismo. Antiferromagnetismo Ferrimagnetismo. Temperatura de Curie. Temperatura de Nell. Materiales ferromagnéticos blandos. Histérisis magnéticas. Paredes de Bloch. Mecanismos de magnetización. Pérdidas. Materiales ferromagnéticos duros: Histérisis. Sistemas magnéticos nanocristalinos. Mecanismos de magnetización. Producto de energía.

Carga horaria por Unidad: 2h

Carga horaria por tipo de formación práctica de toda la asignatura

Tipo de formación práctica	Horas reloj
Formación experimental	8
Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	14
Formulación, análisis y desarrollo de proyectos.	0

Bibliografía Obligatoria:

J. Verhoeven; *Fundamentals in physical metallurgy*. John Wiley 6: Sons Inc. New York. ISBN 0 -471- 906 16-6 .

M. Ashby and D. R. H Jones; Engineering Materials, *vol. 1. 2 Ed., 1996. An introduction to Microstructures, Processing and Design*. Butterworth-Heinemann Oxford. ISBN 0 7506 3081 7.

M. Ashby and D. R. H. Jones; *Engineering Materials, vol. 2. 2 Ed., 1996 An introduction to Microstructures, Processing and Design*. Butterworth-Heinemann Oxford. ISBN 0 7506 4019 7.

C. Kittel; *Introducion a la fisica del estado sólido*. 2 Ed. Reverté ,1975. ISBN 84- 291-4075- 1.

R. W. Cahn. *Physical Metallurgy, North Holland Publishing Company, Amsterdam. Part 1 and 2*. ISBN 0-44-86628-0.

W. D. Callister, *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales* | y I| Reverté ,1997. ISBN 978- 84- 291- 7254- 6.

D. R. Askeland y P. P. Phulé, *Ciencia e ingeniería de los materiales*, 4* edición, Tompson International, 2004. ISBN O -534-95373-5.

The Science and Design of engineering materials. Second edition. James P. Schaffer, Ed. Mc. Graw- Hills, 1995

Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura:

Presentaciones de clase.

11. Metodología de enseñanza

Las clases se llevarán a cabo mediante Lecciones Magistrales Participativas, al finalizar el estudiante tendrá que resolver un cuestionario para poder afirmar sus conocimientos.

Se exigirán trabajos prácticos mediante la modalidad de Presentación oral y grupal durante el cursado de la asignatura donde los estudiantes tendrán que exponer un tema práctico de propiedades y selección de materiales.

12. Recomendaciones para el estudio
Es recomendable que los estudiantes vean las presentaciones de las clases magistrales participativas antes del dictado del tema. Es recomendable que lleven un estudio continuo de la asignatura Asistan a las clases de consulta antes de los exámenes

13. Metodología de evaluación
El modelo de enseñanza basado en competencias implica la aplicación de metodologías e instrumentos de evaluación que permiten conocer, a docentes y estudiantes, el nivel de desarrollo de las competencias que aborda la asignatura. Los resultados de aprendizaje, competencias genéricas tecnológicas y específicas, se evaluarán mediante parciales formativos y parciales integradores desarrollados en forma escrita. También se utilizarán trabajos prácticos que se expondrán de forma oral para evaluar, además de dichas competencias, el trabajo grupal y la adecuada comunicación de los resultados. Además de la creación de foros en el aula virtual UV, para la discusión sobre temas de cada unidad fomentando la comunicación asincrónica entre estudiantes y docentes. A continuación, se detallan todos los Resultados de Aprendizajes con sus contenidos a desarrollar para alcanzarlos, la mediación pedagógica, metodologías y estrategias de evaluación, tiempo en horas reloj.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos según programa	Mediación Pedagógica	Metodología y Estrategias de Evaluación	Tiempos en hora reloj
RA 1	Unidades 12, 13 y 14	Lección Magistral Participativa Resolución de problemas	Exámenes parciales con empleo de rúbrica	Horas presenciales: 26h
RA 2	Unidades 1 a 11	Lección Magistral Participativa Resolución de problemas	Exámenes parciales con empleo de rúbrica	Horas presenciales: 32h
RA 3	Unidades 1 a 14	Presentaciones Orales	Rúbrica	Horas presenciales: 6h Horas extraáulicas: 6h

14. Condiciones de aprobación

- Condiciones de aprobación de cursada (regularización)

- Se considerarán que aprobaron la cursada de la asignatura (regulares), y por consiguiente están en condiciones de rendir examen final a aquellos estudiantes que hayan aprobado los dos exámenes parciales presenciales escritos con calificación de 4 o más.

- Condiciones de aprobación directa

- Se considerarán aprobados aquellos/aquellas estudiantes que hayan obtenido un promedio de 6 (seis) o más con las notas de los parciales, siempre y cuando no tengan alguno de los dos parciales con nota inferior a 4 (cuatro). La nota será el promedio de las notas obtenidas en los dos parciales.
-Los/las estudiantes que no obtuvieran promedio de 6 (seis) o faltaron a uno o los dos parciales podrán hacer un recuperatorio integral con posibilidad de aprobación directa si obtiene una nota mínima de 6 (seis). La nota final será la del recuperatorio.

15. Modalidad de examen

La evaluación final para los/las estudiantes que no hayan alcanzado las condiciones de aprobación directa se tomará un examen integrador donde el estudiante tendrá que demostrar los conocimientos sobre la asignatura durante el dictado de la materia.

16. Recursos necesarios

Se requiere aulas para la cantidad de estudiantes inscriptos y proyector multimedia.

Anexo I: Plantel docente de la asignatura			
Titular	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Asociado	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Adjunto:	Marcos Bruno Gómez Costa	Dedicación:	1 DS
Jefe de Trabajos Prácticos	Rubén Mutal	Dedicación:	1 DS
Auxiliar de 1ra.	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Auxiliar de 2da.	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.

FIRMA (Jefe o encargado de cátedra).