



## Programa de METALURGIA FÍSICA

### 1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Metalurgia física

### 2. CRÉDITOS

12 créditos

### 3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

El objetivo del presente curso es el estudio de los metales de uso más frecuente en la ingeniería. Esto implica la comprensión de los fundamentos de propiedades, procesos, composición, estructuras y tratamientos térmicos, así como su aplicación a problemas de ingeniería. El alcance del curso incluye aceros al carbono, aleaciones no ferrosas como aluminio y titanio, aceros de alta aleación como inoxidable y aceros para herramientas.

### 4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso tendrá una dedicación semanal de 4 horas de clases presenciales teórico prácticas. Está prevista la realización de 2 prácticas de laboratorio obligatorias, con una duración de 15 horas cada una (subdividida en 3 o 4 instancias) y se estima una dedicación adicional por parte del estudiante de 15 horas por cada laboratorio.

### 5. TEMARIO

1. Introducción a la Metalurgia física en la ingeniería mecánica: Abordaje a la metalurgia física desde un punto de vista teórico y aplicado a la ingeniería mecánica.
2. Introducción a procesos, propiedades, composición y estructuras: Introducción a la ciencia e ingeniería de materiales como herramienta de análisis para vincular procesos, propiedades, composición y estructuras con desempeño en un material. Introducción general a tecnología y procesos de fabricación mecánicos y/o térmicos para ajustar propiedades, atribuir geometría a volúmenes de material



metálico o unirlos. Introducción a propiedades físicas y ensayos de un material, de un componente y de un sistema mecánico.

3. Generalización de transformaciones metalúrgicas: Resumen integrador de transformaciones de fases y transformaciones de formación o destrucción de imperfecciones cristalinas. Definiciones de estado metalúrgico, de procesos térmicos y/o mecánicos, de tratamientos térmicos (heat treatments) de ablandamiento (softening) y de endurecimiento (hardening), y de productos metalúrgicos tipo placas, chapas y perfiles.
4. Aceros al carbono: Definiciones de aceros al carbono simples (plain carbon steels) y levemente aleados (low alloy carbon steels). Descripción de las transformaciones de la austenita (ferríticas, perlíticas, bainíticas y martensíticas) y de las características de cada producto, destacando a la martensita de hierro. Introducción a endurecimiento por temple. Resumen de estructuras y propiedades posibles en aceros al carbono.
5. Procesos térmicos de ablandamiento tipo recocido (annealing) en aceros al carbono: Definición y diferenciación entre recocidos "universales" y recocidos específicos para aceros por uso de procesos de austenización (normalizado, recocido completo -full annealing-, recocido de esferoidización -soft annealing-).
6. Procesos térmicos de endurecimiento tipo temple y revenido (quench and temper) en aceros al carbono: Definiciones de templabilidad (hardenability), diagramas TTT y ensayo Jominy (end-quench test ISO 642). Estimación de tiempos de meseta y de rampas de calentamiento y enfriamiento. Limitaciones de los diferentes procesos.
7. Aceros de alta aleación (inoxidables, para alta temperatura, aceros para herramienta): Fundamentos físicos y usos de aceros para herramientas (tool steels), aceros para alta temperatura y de aceros inoxidables (stainless steels), integrando y ampliando la teoría vista de transformaciones asociadas a diferentes procesos térmicos.
8. Aleaciones no ferrosas: aluminio, titanio, cobre, magnesio y berilio, níquel y cobalto y metales refractarios: Fundamentos físicos, metalúrgicos y usos de las diferentes aleaciones. Diagramas de fases y métodos para modificar sus microestructuras, propiedades mecánicas y aplicaciones.
9. Mecanismos de daño: Fundamentos físicos y metalúrgicos de los mecanismos de daño más comunes en el uso industrial de las aleaciones estudiadas en este curso. Daño por Hidrógeno, fragilización, creep (fluencia a alta temperatura),



corrosión bajo tensión, sensibilización y formación de fase sigma en aceros inoxidables.

10. Tribología y tratamientos superficiales: Concepto de tribología. Superficies. Teoría de la fricción y del desgaste. Ensayos tribológicos, lubricación y su clasificación. Comportamiento de algunos materiales como metales, cerámicos, cermets y polímeros frente al desgaste y la fricción. Tratamientos térmicos, termoquímicos y revestimientos superficiales contra el desgaste y la fricción. Conocimientos sobre procesos de endurecimiento superficial (case hardening) y usos.

## 6.BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
1. Introducción a la Metalurgia física en la ingeniería mecánica	(1) (2) (3)	(8)
2. Introducción a procesos, propiedades, composición y estructuras	(1) (2) (3)	(8)
3. Generalización de transformaciones metalúrgicas	(1) (2) (3)	(8) (9) (10)
4. Aceros al carbono	(1) (2) (3)	(8) (9) (10)
5. Procesos térmicos de ablandamiento tipo recocido (annealing) en aceros al carbono	(1) (2) (3)	(8) (9) (10)
6. Procesos térmicos de endurecimiento tipo temple y revenido (quench and temper) en aceros al carbono	(1) (2) (3)	(8) (9) (10)
7. Aceros de alta aleación: inoxidables, para alta temperatura y aceros para herramientas	(1) (2) (3)	(8)
8. Aleaciones no ferrosas: aluminio, titanio, cobre, magnesio y berilio, níquel y cobalto y metales refractarios	(1) (2) (3)	(8) (10)
9. Mecanismos de daño	(1) (2) (3)	(11) (12) (13)
10. Tribología y tratamientos superficiales	(4)	(8)
Laboratorios	(5) (6) (7)	/

### 6.1 Bibliografía Básica

1. Callister, William D. and Rethwisch, David G., (2014), Materials science and engineering - an introduction, 9th Ed., USA, Wiley.
2. Askeland, Donald R., (2013), Ciencia e ingeniería de los materiales, 6ª Ed., México, International Thomson Editores.



3. Smith, William F., (2004), Fundamentos de la ciencia e ingeniería de los materiales, 3ªEd., España, McGraw-Hill.
4. Hutchings, Ian (2017) Tribology Friction and Wear of Engineering Materials. Second edition. Elsevier Ltd.
5. Ashby, Engineering Materials 1, An introduction to their properties and applications, 2019. Butterworth-Heinemann;an imprint of Elsevier.
6. Ashby, Engineering Materials 2, An introduction to their properties and applications, 2019. Butterworth-Heinemann;an imprint of Elsevier.
7. Normativas de referencia.

## 6.2 Bibliografía Complementaria

8. Karl Grote y Hamid Hefazi editores (2021, 2da edición). Springer Handbook of Mechanical Engineering. Suiza: Editorial Springer Nature Switzerland.
9. David A. Porter y Kenneth E. Easterling y Mohamed Y. Sherif autores (2022, 4ta edición). Phase Transformations in Metals and Alloys. EEUU: Editorial CRC Press, Taylor and Francis Group.
10. H. Bhadeshia. (2017, 4ta edición). Steels: Microstructures and Properties. Editorial Elsevier.
11. ASM metals handbook volume 1 - Properties and selection irons, steels, and high-performance alloys
12. ASM metals handbook volume 11 - Failure analysis and prevention.
13. ASM metals handbook volume 13 – Corrosion.

## 7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

**7.1 Conocimientos Previos Exigidos:** Conocimientos de Física General. Conocimientos de Termodinámica, en particular funciones de estado y transferencia de calor. Relaciones existentes entre propiedades, microestructura y comportamiento de metales.

**7.2 Conocimientos Previos Recomendados:** Conocimientos de Comportamiento Mecánico de Materiales



## ANEXO A Para todas las Carreras

### A1) INSTITUTO

Instituto de Ensayo de Materiales

### A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Semana 1	Tema 1 (4 hs de clase).
Semana 2	Tema 2 (4 hs de clase).
Semana 3	Tema 3 (4 hs de clase).
Semana 4	Tema 4 (4 hs de clase). (Laboratorio 1)
Semana 5	Tema 5 (4 hs de clase). (Laboratorio 1)
Semana 6	Tema 5 (2 hs de clase). Tema 6 (2 hs de clase). (Laboratorio 1)
Semana 7	Tema 6 (4 hs de clase). (Laboratorio 1)
Semana 8	Tema 7 (4 hs de clase).
Semana 9	Tema 7 (2 hs de clase). Tema 8 (2 hs de clase).
Semana 10	Tema 8 (4 hs de clase).
Semana 11	Tema 9 (4 hs de clase).
Semana 12	Tema 9 (2 hs de clase). Tema 10 (2 hs de clase) (Laboratorio 2)
Semana 13	Tema 10 (4 hs de clase). (Laboratorio 2)
Semana 14	Tema 10 (4 hs de clase). (Laboratorio 2)
Semana 15	Tema 10 (4 hs de clase). (Laboratorio 2)

### A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

El desempeño de cada estudiante se evaluará mediante 3 instancias que juntas sumarán máximo 100 puntos de curso:

1. Primera prueba parcial escrita de 40 puntos máximo.
2. Actividades de carácter práctico con un máximo de 20 puntos. Los estudiantes conformarán equipos de mínimo 2 y máximo 4 integrantes. Cada estudiante realizará 2 laboratorios obligatorios, consistentes en un cuestionario previo, realización de la práctica y posterior redacción de informe con el análisis de los resultados obtenidos. Cada uno otorgará un máximo de 10 puntos. En cada instancia, se ofrecerá al menos 2 opciones de laboratorio entre las que el estudiante pueda optar.



### 3. Segunda prueba parcial escrita de 40 puntos máximo.

Para cada estudiante, el resultado del curso se define de la siguiente manera:

- Exoneración de examen final: se debe obtener una cantidad mayor o igual a 60 puntos de curso, cumpliendo haber obtenido un mínimo de 10 puntos por las actividades prácticas y un mínimo de 15 puntos en cada prueba parcial escrita. Este resultado implica la obtención de los créditos de la unidad curricular.
- Suficiencia en el curso (aprobación del curso): se debe obtener una cantidad mayor o igual a 30 puntos de curso, cumpliendo haber obtenido un mínimo de 10 puntos por las actividades prácticas. Este resultado implica la habilitación a rendir un examen final. El examen final se desarrollará generalmente como una prueba oral o escrita teórico-práctica. La aprobación del examen final implica la obtención de los créditos de la unidad curricular.
- Insuficiencia en el curso: no cumplir con la suficiencia en el curso da como resultado la reprobación del mismo, lo cual implica que él o la estudiante deba volver a cursar para intentar obtener los créditos de la unidad curricular.

#### **A4) CALIDAD DE LIBRE**

En esta unidad no es posible acceder a la Calidad de Libre.

#### **A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Esta unidad curricular no tiene cupos mínimos ni máximos