

## Ciencia de los Materiales

Prof. Aquiles Sepúlveda O.

Ing. Civil Mecánico (U. de Chile)  
Dr.-Ing. en Metalurgia (U. de Paris VI)

Departamento de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile  
(Of. 411, 4º piso, Torre Central)

## Ciencia de los Materiales

Trata del estudio de la **microestructura** y **propiedades** de los materiales, y de cómo éstas son afectadas por los **procesos**.

Procesos tanto de fabricación del material como de componentes a partir de él; también influyen las condiciones de servicio.

## Estilo del Curso

- Esta asignatura de Ciencias de la Ingeniería, va desde principios físico-químico hasta la explicación del comportamiento de los materiales, teniendo en perspectiva las aplicaciones.
  - Principalmente corresponde a un tratamiento semicualitativo, con un desarrollo lógico estricto, en el cual se conjugan variadas consideraciones.
- ¡Hay que evitar saltarse pasos lógicos de los raciocinios!

## Preguntas Introdutorias (1)

- 1. Considere la siguiente clasificación básica de familias (tipos) de materiales: Polímeros, Metales y Cerámicas.

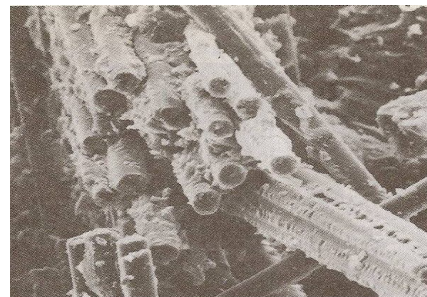
Clasifique los siguientes materiales: baldosas, kevlar, acero, ladrillos, aleaciones de titanio, vidrio de ventana, polietileno.

## Preguntas Introdutorias (2)

- 2. ¿Qué entiende por el material denominado usualmente “fibra de vidrio”?
- ¿A qué familia de materiales pertenece?

Superficie de fractura: matriz polimérica reforzada con fibras de vidrio.

Diámetro de las fibras 5  $\mu\text{m}$ , aprox.



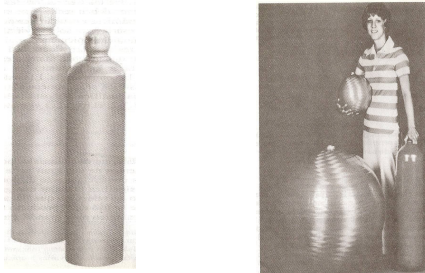
## Materiales Compuestos

La mayoría corresponde a una matriz reforzada por fibras (partículas o placas).  
Otro ejemplo: matriz cerámica y fibra metálica.

## Preguntas Introdutorias (3)

3.
  - a. ¿Qué acero prefiere: uno dúctil (y relativamente blando) o uno duro (y relativamente frágil)?
  - b. Muchos estanques industriales se fabrican de acero inoxidable o bien de fibra de vidrio. ¿Cuál material preferiría usted? Haga explícito su criterio de selección.

**Competencia entre materiales:** peso, costo, resistencia a la corrosión y a altas temperaturas, moda, etc.  
Caso recipientes de presión.

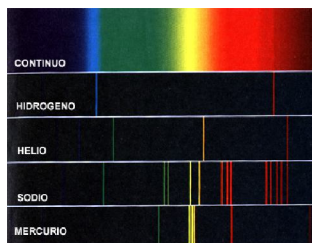


- Izq.: Para aplicaciones tradicionales, de acero,
- Der.: Para aplicaciones aeroespaciales, fabricado con un polímero reforzado con fibras de poliamida aromática.

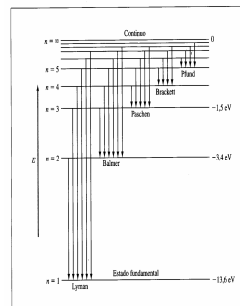
## Preguntas Introdutorias (4)

4. ¿De qué manera se puede determinar la composición de la corteza del Sol?

## Espectros de emisión de los elementos



## Explicación de los espectros. Caso H



- Bohr fue el primero en calcular las energías E de los electrones en los orbitales atómicos del H.
- Bohr aprovechó un resultado de la Mecánica Cuántica (efecto fotoeléctrico)

$$\Delta E = h\nu$$

- Y explicó el espectro del H, considerando saltos electrónicos y emisión de luz

## Los espectros de emisión (y absorción) atómica

- Son fuentes de información de los niveles electrónicos en átomos y compuestos.
- Se utilizan para análisis químicos, por un método físico.
  - Los colores son como una huella digital de cada elemento
  - El área bajo un máximo dado crece al aumentar la cantidad relativa del elemento respectivo. (Calibración cuantitativa)

## Otra pregunta (5)

5. ¿Qué tipo de materiales son los más utilizados por la humanidad?

¿Qué tipo de materiales son los más utilizados por la humanidad? ¿Por qué?



## Preguntas Introdutorias (6)

1. Considere la siguiente clasificación básica de familias (tipos) de materiales: Polímeros, Metales y Cerámicas. Clasifique los siguientes materiales: baldosas, kevlar, acero, ladrillos, aleaciones de titanio, vidrio de ventana y polietileno.
6. Haga explícito su criterio para responder la pregunta 1.

## Preguntas Introdutorias (7)

7. ¿A qué se debe la buena (mala) conductividad eléctrica de los materiales metálicos (cerámicos)?

## Preguntas Introdutorias

8. Mencione ejemplos de estructuras. En general, ¿qué entiende por estructura?, ¿qué se requiere para describir una estructura?
9. Suponga que tiene los ingredientes para preparar una comida. ¿De qué manera el resultado depende del "proceso de fabricación"?

## La Materia y sus Estados

- La materia está formada por átomos (estructuras de átomos)
- En este curso nos limitaremos a la materia sólida.

Diccionario RAE:

- Materia: realidad primaria de la cual están hechas las cosas
- Material: perteneciente o relativo a materia

## Trilogía básica de la Ciencia de los Materiales

ESTRUCTURA  
PROCESOS                      PROPIEDADES

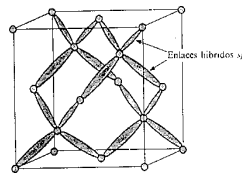
La Estructura incluye el tipo de átomo y cómo estos están organizados  
La Ingeniería de Materiales incorpora un cuarto término que es el Comportamiento en Servicio (Performance).

Al responder en las pruebas, es muy importante hacer presente las interrelaciones necesarias .

## TEMARIO (1)

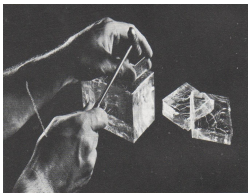
- Introducción
- Estructura electrónica de los átomos: núcleo atómico, modelo y orbitales electrónicos, y electronegatividad
- Enlaces primarios y secundarios. Familias de materiales: enlaces y propiedades.
- Estructura cristalina y defectos cristalinos

## Enlace (covalente) y Orden del Carbono en el Diamante (Carbono, no carbón)

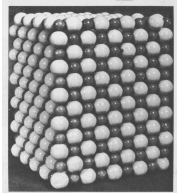


ORDEN ATÓMICO, un factor de la estructura, que controla las propiedades.

Existen los sólidos amorfos y los cristales hay defectos cristalinos.



- Fracturando un monocristal de NaCl por clivaje



- Modelo atómico de un cristal de NaCl  
Enlace iónico:  $\text{Na}^+\text{Cl}^-$

## TEMARIO (2)

- Equilibrio químico. Equilibrio estable y metaestable
- Diagramas de equilibrio (binarios)
- Algunas aleaciones de ingeniería.
  - Aceros al Carbono
  - Duraluminios
- Electrones en sólidos: modelo de electrones en una caja y teoría de bandas. Conductores, aisladores y semiconductores.

FIN TEMARIO

### **Bibliografía (parte).**

- “Ciencia e Ingeniería de los Materiales”. W.F. Smith, McGraw-Hill, España. Traducción de la 3a edición en inglés (2004). Capítulos: 1-4.
- Apuntes y lecturas entregados/sugeridos por el profesor.
- Para empezar ya, Caps. 1 y 2 del texto de Smith, para el Control 1.

### **Evaluación**

- Controles de Lectura (5) y eventualmente tareas (1). Así se obtiene una Nota Promedio de Controles de Lectura, NPCL.
- Controles: 3 controles. El tercero se hace en Parte A y Parte B. Así, incluyendo el Examen, se obtiene una Nota Promedio de Controles de Lectura, NPC.
- La Nota Final, NF, se obtiene así:  
 $NF = 0,4*NC + 0,6*NCL$

### **Evaluación (2/2)**

- Candidatos a Eximición, con NF` (sin examen) mayor o igual a 5,5.
- Control de Lectura Especial (adicional), para eximirse efectivamente; nota mayor o igual a 5,0. Se rinde la primera semana de exámenes y contiene las materias no controladas de las últimas semanas.
- En el acta NC y NCL deben ser iguales o superiores a 4,0.
- OJO: la nota NCL vale un 60% y no se puede arreglar con el Examen.

### **Algunos Tópicos del Capítulo 1 del Texto de Smith**

### **Selección, Uso, Investigación y Desarrollo**

- Tareas habituales de los ingenieros son:
- seleccionar un material para un diseño o uso dado
  - luego fabricar un componente con ese material
  - y utilizar ese componente dado.

Ocasionalmente, deben solicitar que les creen un nuevo material. Así, a veces, la necesidad es previa a la existencia del material, el cual debe ser desarrollado por especialistas.

Otra tarea: análisis de fallas

### **Algunos Nuevos Requerimientos/Materiales**

- Ing. Mecánica:  
Materiales refractarios para turbinas
- Ing. Electrónica:  
Semiconductores y superconductores
- Ing. Aeroespacial:  
Mayor resistencia por unidad de peso
- Ing. Química:  
Mayor resistencia a la corrosión

## Familias de Materiales

### Familias Básicas:

- Mats. Metálicos. Ej.: acero, cobre y latón 70-30.
- Mats. Poliméricos. Ej.: polietileno, teflón y PVC.
- Mats. Cerámicos. Ej.: loza, baldosas y ladrillos.

### Otras:

- Mats. Compuestos. Ej.: fibra de vidrio (FRG)
- Mats. Electrónicos
- Biomateriales
- Etc.

## Ciencia e Ingeniería de Materiales

- **Ciencia:** conocimiento básico  
Estructura-Procesos-Propiedades
- **Ingeniería:** conocimiento aplicado,  
considerando aplicaciones.  
Comportamiento en servicio  
(performance)

Los límites entre Ciencia e Ingeniería de Materiales son difusos.