

# C O N T E N I D O   B R E V E

<i>Introducción</i>	1
<i>Estructura de los materiales</i>	2
<i>Medición de las propiedades mecánicas</i>	3
<i>Metales</i>	4
<i>Polímeros</i>	5
<i>Materiales cerámicos y de carbono</i>	6
<i>Compuestos</i>	7
<i>Materiales electrónicos y ópticos</i>	8
<i>Biomateriales y materiales biológicos</i>	9



# CONTENIDO

## 1

### *Introducción* 2

---

#### ¿POR QUÉ ESTUDIAR CIENCIA DE LOS MATERIALES? 4

##### 1.1 Generalidades de la Ciencia de los Materiales 4

#### ¿QUÉ PROBLEMAS IMPACTAN LA SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y EL DISEÑO? 4

##### 1.2 Consideraciones de las propiedades para aplicaciones específicas 5

##### 1.3 Impacto de las propiedades de enlace de los materiales 10

##### 1.4 Cambios de las propiedades a través del tiempo 17

##### 1.5 Impacto de la economía en la toma de decisiones 18

##### 1.6 Sustentabilidad e ingeniería verde 18

#### ¿QUÉ ELECCIONES ESTÁN DISPONIBLES? 21

##### 1.7 Clases de materiales 21

### *Estructura de los materiales* 30

---

#### ¿CÓMO ESTÁN ARREGLADOS LOS MATERIALES? 32

##### 2.1 Introducción 32

##### 2.2 Niveles de orden 33

##### 2.3 Parámetros de la red cristalina y factores de paquete atómico 36

##### 2.4 Estimaciones de densidad 40

##### 2.5 Planos cristalográficos 41

##### 2.6 Índices de Miller 43

#### ¿CÓMO SE MIDEN LOS CRISTALES? 45

##### 2.7 Difracción de rayos X 45

##### 2.8 Microscopía 52

#### ¿CÓMO SE FORMAN Y CRECEN LOS CRISTALES? 53

##### 2.9 Nucleación y crecimiento del grano 53

## 2

¿QUÉ TIPOS DE DEFECTOS SE PRESENTAN EN LOS CRISTALES?  
¿QUÉ AFECTAN? 54

2.10 Defectos puntuales 54

2.11 Dislocaciones 55

2.12 Deslizamiento 56

2.13 Trepado de la dislocación 59

¿QUÉ NUEVOS DESARROLLOS SE HAN LOGRADO CON LOS  
CRISTALES Y LAS ESTRUCTURAS DE LOS CRISTALES? 60

2.14 Monocristales y nanocristales 60

# 3

## *Medición de las propiedades mecánicas* 66

---

¿CÓMO SE MIDEN LAS PROPIEDADES? 68

3.1 Normas ASTM 68

¿QUÉ PROPIEDADES SE PUEDEN MEDIR Y QUÉ INDICAN? 69

3.2 Ensayo de tracción 69

3.3 Ensayo de compresión 79

3.4 Ensayo de plegado 80

3.5 Ensayo de dureza 80

3.6 Ensayo de fluencia 83

3.7 Ensayo de impacto 84

¿SE OBTENDRÁ EL MISMO RESULTADO CADA VEZ QUE SE LLEVE  
A CABO UN ENSAYO ESPECÍFICO? 86

3.8 Error y reproducibilidad en las mediciones 86

¿POR QUÉ LOS MATERIALES FALLAN BAJO TENSIÓN? 91

3.9 Fracturas mecánicas 91

¿CÓMO CAMBIAN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS CON EL PASO  
DEL TIEMPO? 94

3.10 Ensayo de fatiga 95

3.11 Estudios de envejecimiento acelerado 96

## *Metales* 104

---

### ¿CÓMO TRABAJAR CON LOS METALES? 106

4.1 Operaciones de conformado 106

### ¿QUÉ VENTAJAS OFRECEN LAS ALEACIONES? 110

4.2 Aleaciones y diagramas de fase 110

4.3 Acero al carbono 118

4.4 Transiciones de fase 127

4.5 Endurecimiento por edad (endurecimiento por precipitación) 131

4.6 Cobre y sus aleaciones 132

4.7 Aluminio y sus aleaciones 135

### ¿QUÉ LIMITANTES TIENEN LOS METALES? 137

4.8 Corrosión 137

### ¿QUÉ LES SUCEDE A LOS METALES DESPUÉS DE SU VIDA COMERCIAL? 141

4.9 Reciclaje de metales 141

## *Polímeros* 148

---

### ¿QUÉ SON LOS POLÍMEROS? 150

5.1 Terminología de los polímeros 150

5.2 Tipos de polímeros 153

### ¿CÓMO SE FORMAN LAS CADENAS DE POLÍMEROS? 161

5.3 Polimerización por adición 162

5.4 Polimerización por condensación 163

5.5 Importancia de las distribuciones del peso molecular 165

### ¿QUÉ INFLUYE EN LAS PROPIEDADES DE LOS POLÍMEROS? 167

5.6 Constitución 167

5.7 Configuración 169

5.8 Conformación 173

5.9 Aditivos 176

¿CÓMO SE PROCESAN LOS POLÍMEROS EN PRODUCTOS COMERCIALES? 177

5.10 Procesamiento de polímeros 177

¿QUÉ LES SUCEDE A LOS POLÍMEROS CUANDO SE DESECHAN? 181

5.11 Reciclaje de polímeros 181

# 6

## *Materiales cerámicos y de carbono* 188

---

¿QUÉ SON LOS MATERIALES CERÁMICOS? 190

6.1 Estructuras cristalinas en los cerámicos 190

¿CUÁLES SON LOS USOS INDUSTRIALES DE LOS CERÁMICOS? 198

6.2 Abrasivos 198

6.3 Vidrios 201

6.4 Cementos 204

6.5 Refractarios 209

6.6 Productos estructurales de arcilla 210

6.7 Cerámico blanco 210

6.8 Cerámicos avanzados 212

¿QUÉ LES SUCEDE A LOS MATERIALES CERÁMICOS AL FINAL DE SUS VIDAS ÚTILES? 213

6.9 Reciclaje de materiales cerámicos 213

¿EL GRAFITO ES UN POLÍMERO O UN CERÁMICO? 214

6.10 Grafito 214

¿OTROS MATERIALES DE CARBONO OFRECEN PROPIEDADES INUSUALES? 215

6.11 Diamante 215

6.12 Fibras de carbono 216

6.13 Fullerenos (buckyballs) y nanotubos de carbono 219

## *Compuestos* 224

---

### ¿QUÉ SON LOS MATERIALES COMPUESTOS Y CÓMO SE HACEN? 226

- 7.1 Clases de compuestos 226
- 7.2 Compuestos reforzados con fibras 227
- 7.3 Compuestos de partículas 237
- 7.4 Compuestos laminares 242

### ¿QUÉ LES SUCEDE A LOS COMPUESTOS OBSOLETOS? 243

- 7.5 Reciclaje de materiales compuestos 243

## *Materiales electrónicos y ópticos* 246

---

### ¿CÓMO FLUYEN LOS ELECTRONES A TRAVÉS DE LOS METALES? 248

- 8.1 Conductividad en los metales 248
- 8.2 Resistividad eléctrica 253

### ¿QUÉ SUCEDE CUANDO NO HAY ELECTRONES LIBRES? 254

- 8.3 Aislantes 254
- 8.4 Semiconducción intrínseca 254
- 8.5 Semiconducción extrínseca 256

### ¿CÓMO OPERAN LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS? 258

- 8.6 Diodos 258
- 8.7 Transistores 259
- 8.8 Circuitos integrados 260
- 8.9 Comportamiento dieléctrico y condensadores 261

### ¿QUÉ OTROS COMPORTAMIENTOS ELÉCTRICOS DESPLIEGAN ALGUNOS MATERIALES? 262

- 8.10 Materiales ferroeléctricos y piezoeléctricos 262

¿QUÉ SON LAS PROPIEDADES ÓPTICAS Y POR QUÉ IMPORTAN? 263

8.11 Propiedades ópticas 263

8.12 Aplicaciones de materiales ópticos 267

# 9

## *Biomateriales y materiales biológicos* 272

---

¿QUÉ CLASES DE MATERIALES INTERACTÚAN CON LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS? 274

9.1 Biomateriales, materiales biológicos y biocompatibilidad 274

¿QUÉ MATERIALES BIOLÓGICOS PROPORCIONAN SOPORTE ESTRUCTURAL Y QUÉ BIOMATERIALES INTERACTÚAN CON ELLOS O LOS REEMPLAZAN? 275

9.2 Materiales biológicos y biomateriales estructurales 275

¿QUÉ BIOMATERIALES HACEN UNA FUNCIÓN NO ESTRUCTURAL EN EL CUERPO? 285

9.3 Biomateriales funcionales 285

¿CUÁLES CUESTIONES ÉTICAS SON ÚNICAS PARA LOS BIOMATERIALES? 294

9.4 Ética y biomateriales 294

APÉNDICE A: PRINCIPALES PRODUCTORES DE METALES Y POLÍMEROS 299

APÉNDICE B: PROPIEDADES DE LOS PRINCIPALES METALES Y ALEACIONES 303

APÉNDICE C: PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS COMUNES  
EXPLICACIÓN DE LOS SÍMBOLOS INUSUALES  
EN QUÍMICA 309

GLOSARIO 311

ÍNDICE 331