

CONTROL DE LECTURA N°1
ME-3201, CIENCIA DE LOS MATERIALES
PROF. AQUILES SEPÚLVEDA

Miércoles 16 de agosto, 2012.

Tiempo: 100 min

Material necesario para el CL: sólo lápiz y papel, nada más.

PREGUNTA 1 (20%)

- Explique los términos de la relación “microestructura-propiedades-procesos” y desarrolle un ejemplo para ilustrarla. Note que tal trilogía es central para este curso. (1/3)
- Especifique genéricamente los principales requerimiento que deben satisfacer los materiales empleados como protección térmica de la estructura de los transbordadores espaciales. Identifique los tipos de materiales que pueden satisfacer tales requerimientos. Por qué las aleaciones de titanio no son una elección adecuada para dichas aplicaciones? (2/3)

PREGUNTA 2 (30%)

- En el Modelo Moderno, ¿cuál es la interpretación de la función ψ y del número cuántico $l=3$?
- Interprete cada uno de los números cuánticos que caracterizan un orbital.
- ¿Cuáles son las principales características de la distribución en energía de los orbitales en un esquema maestro de estructura de cajas? ¿Qué ocurre para los elementos con Z algo superior a 20?
-

PREGUNTA 3 (30%)

- Desarrolle una argumentación para justificar el comportamiento en términos de electronegatividad del S(Z=16) y del Ca(Z=20).
- ¿En qué sector de la tabla periódica se ubican los elementos no metálicos? (1/3). Proporcione una explicación fundamental de porqué se ubican ahí (2/3).
- ¿A qué se debe la diferencia en temperatura de fusión entre los elementos del bloque de metales representativos respecto de aquellos del bloque de metales de transición?

PREGUNTA 4 (20%)

Considere un cristal de hielo.

- Identifique y ubique (dé la posición) cada uno de los tipos de enlaces presentes.
- b y c) Precise bajo qué condiciones se da cada uno de esos enlaces y en qué consisten ellos (¿por qué enlazan?, naturaleza del enlace).
- Justifique por qué uno de esos enlaces es mucho más fuerte que el otro.

CONTROL DE LECTURA 2

ME-32A, 24 de Agosto, 2012

Tiempo: 90 min.

Pregunta 1. (40%)

Responda brevemente las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la distinción fundamental entre los enlaces primarios y secundarios?
- Bajo qué condiciones un elemento metálico puede formar un cristal no-metálico? Mencione un ejemplo.
- ¿Sobre qué se fundamenta la afirmación correcta de que el enlace covalente es el más fuerte de los enlaces primarios?
- ¿Cómo se explica la condensación de los llamados gases inertes? ¿Por qué es tan baja la temperatura de solidificación de estos elementos?
- ¿Qué tipos de enlaces hay presentes en el hielo. Precise su ubicación en una figura

Pregunta 2. (40%)

A partir de conceptos de estructura electrónica, electronegatividad y enlace:

- Explique las propiedades más características del Carbono diamante. C(Z=6).
- Compare la ductilidad y la conductividad eléctrica de un cristal metálico con las de un cristal iónico.

Pregunta 3 (20%)

Las temperaturas de fusión [°C] de los elementos metálicos más del período que se inicia con el K, esto es, K(Z=19) , Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn y Ga, son las siguientes: 63,5; 851; 1.397; 1.812; 1.730; 1.903; 1.2044; 1.535; 1.490; 1.455; 1.083; 419; 29,8.

Se pide: justifique la evolución de la propiedad temperatura de fusión al recorrer este período de izquierda a derecha. Se deben establecer y aprovechar las pertinentes relaciones Estructura – Propiedades, según corresponde a la Ciencia de lo Materiales.

CL2

Ciencia de los Materiales

100 minutos

22 de agosto, 2012

Siempre tenga presente que la estrategia de la Ciencia de los Materiales es establecer RELACIONES entre Estructura-Procesos-Propiedades, si bien nuestro curso introductorio corresponde más bien a solo relaciones Estructura-Propiedades. Esto significa conocer y comprender la Estructura y luego de allí deducir/justificar las Propiedades de un material. Los Enlaces son, entre varios, un elemento de Estructura; de manera que si bien este CL corresponde a relaciones Enlace y Propiedades en Materiales, hay que tener presente que las propiedades NO DEPENDEN EXCLUSIVAMENTE de los Enlaces.

Recuerde poner su nombre en cada hoja de respuestas. Respuestas en hojas separadas. Cuide que su letra sea legible, factor que podría influir en su nota.

Pregunta 1 (20%)

- ¿Cómo se justifica que el enlace covalente normalmente sea el más fuerte de todos?
- ¿Cuál es la naturaleza de las fuerzas de enlace en cada uno de los enlaces primarios y secundarios que usted debe conocer?

Pregunta 2 (30%)

- Justifique, en relación con las características pertinentes del tipo que enlace que corresponda, la diferencia en ductilidad entre los materiales metálicos y un cristal iónico (p.e., NaCl).
- Considere los siguientes elementos del grupo IVA (columna en la Tabla Periódica) del Carbono: C(Z=6), Si(Z=14); Ge(Z=32); Sn(Z=50) y Pb(Z=82). Justifique* cómo evoluciona la temperatura de fusión de los cristales puros de tales elementos, al bajar en ese grupo. *: parta desde el principio (datos) y no se salte pasos.

Pregunta 3 (30%)

- En general, ¿por qué la conductividad térmica de un material metálico metal es superior a la de un cerámico? ¿Qué ocurre en el caso particular del diamante?
- Desarrolle el tema, con ejemplos: enlace mixto covalente-iónico.
- Explique los factores que controlan la estructura cristalina de un sólido iónico.

Pregunta 4 (20%)

- ¿Cómo se justifica que, entre los enlaces secundarios, la unión hidrógeno sea relativamente fuerte?
- ¿A qué se debe que el diamante sea un material: i) duro y ii) frágil?

Otras preguntas:

- a) Identifique y ubique cada tipo de enlace existente en el agua, polietileno o caucho no vulcanizado, por una parte, y en el caucho vulcanizado, por otra. ¿Cuál es el propósito industrial de la vulcanización del caucho?

- b) Considere los elementos metálicos del período del K; no considere los metaloides ni no metales al final de tal período. Discuta cómo evoluciona la temperatura de fusión de los cristales de estos metales puros al recorrer ese período de izquierda a derecha. Ayuda ...: deduzca la evolución de la propiedades a partir de aquella del enlace presente. Note que parte de metales representativos, pasa por metales de transición y termina en metales representativos, muy interesante.

- c)
- d) Considere un cristal iónico binario (como el NaCl). Discuta (presente y sáquele todo el provecho posible) a un gráfico energía potencial inter-iónica versus distancia inter-iónica. Ayuda ...: Analice el término de energía de atracción (de mediano y corto alcance) y aquel de energía de repulsión (de corto alcance) presentes y, como resultado de lo anterior, la fuerza total resultante. Refiérase a la situación de equilibrio. *(Recuerde que la derivada de esta curva de energía potencial es fuerza inter-iónica en función de la distancia).*

- e)
- f) ¿En que consiste la hibridación de los orbitales externos del C en el caso en que este elemento presenta cuatro enlaces simples? *Parta de la estructura al estado fundamental.*

- g)
- h) ¿Cuál es el mecanismo básico de deformación plástica en los cristales metálicos? ¿Qué pasa con este mecanismo en el caso del diamante (enlace covalente) y en aquel del NaCl (enlace iónico).

- i)
- j) Discuta la conductividad eléctrica y térmica en cristales metálicos, iónicos y covalentes. *Ayuda ... : mecanismos de conducción, llegando a justificar en qué materiales se obtiene alta o baja conductividad de cada tipo especificado. Ayuda: partir del Z de los elementos, pasar por Tabla Periódica y electronegatividad, enlace primario y sus características, propiedades del material condicionadas por el enlace, y listo.*

- k)
- l) A qué se debe que el C diamante sea un material dúctil y frágil? ¿Por qué el Si diamante es menos duro y frágil que el C diamante?

- m)
- n) En el marco del enlace covalente, ¿por qué, relativamente, son muy numerosas las moléculas y escasos los cristales?

- o)
- p) El C presenta el mismo tipo de enlace en el diamante y en el polietileno. Entonces, ¿cómo es que estos materiales muestran una enorme diferencia en dureza y en ductilidad?

q)

r) En el marco de este curso, ¿qué diferencia fundamental existe entre los conceptos de cristal y de molécula? ¿Qué es un cristal molecular? ¿Qué tipo de enlace siempre predomina dentro de una molécula? ¿Qué es un enlace molecular? El cristal de Ar, ¿es o no un cristal molecular y por qué? De corresponder, complemente sus respuestas con ejemplos y con dibujos.

CONTROL DE LECTURA 4
Ciencia de los Materiales, ME-3201
Prof. Aquiles Sepúlveda
03 octubre, 2010
Tiempo: 90 minutos

Pregunta 1

Considere un cristal cúbico de caras centradas, formado por átomos de radio R. Además considere un plano de ese cristal que es paralelo al eje Z, y que corta al eje X en 5 veces la arista y al eje Y en 3 veces la arista.

Se pide:

- Calcular la densidad 3D del cristal, ρ^{3D} [átoms./R³]. (1/6).
- Calcular la densidad del plano indicado, ρ^{2D} [átoms./R²]. (2/6).
- Calcular (correctamente) los índices de Miller del plano indicado, (hkl). Sea explícito en su procedimiento. (1/6).
- Ocupando los índices de Miller, calcular la respectiva distancia interplanar, d[R]. (1/6).
- Empleando los resultados de b) y d), y no por otro método, calcular la densidad del cristal, ρ^{3D} [átoms./R³]. Sea explícito en su procedimiento y cálculos. (1/6).

Respuesta

Cristal CCC, átomos de radio R

- Considerando un triángulo rectángulo en una cara se tiene $a^2+a^2=(4R)^2 \rightarrow a=2\sqrt{2} R$.
Considerando una celda: $\rho^{3D} = (8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2) \text{ átomos} / a^3$, de donde $\rho^{3D} = 1/(4\sqrt{2}) \text{ áts./R}^3 = (0,177 \text{ áts./R}^3)$.
- Conviene considerar una figura del cristal con el eje Z perpendicular al papel, y distinguir átomos en los vértices y en el centro de las caras, ver Figura 1. Ya sobre el plano se puede considerar una celda con átomos en los vértices de esa celda y en el centro de ella, ver Figura 2. Las aristas de esa celda valen a y $\sqrt{3}a$. Entonces: $\rho^{2D} = (1 \cdot 1 + 4 \cdot 1/4) \text{ áts.} / (\sqrt{3}a^2) = 1/(4\sqrt{3}) \text{ áts./R}^2$.
- Para calcular los índices de Miller correctamente hay que recordar que la distancia interplanar es entre dos planos sucesivos de un conjunto de planos equiespaciados. Hay varias formas de hacer esto correctamente, una de ellas se ilustra en la Figura 3, donde se ha considerado un origen convenientemente situado en O' y varios planos de interés paralelos. Esos planos intersectan al eje X en 1/6 de a (equivalente a 1/3 de a/2), al eje Z en 1/10 de a y al eje Y en infinito: de modo que los índices de Miller son, calculando los inversos multiplicativos de los números, (6 10 0).
- La distancia interplanar de los planos (6 10 0) vale: $d_{(6\ 10\ 0)} = a/\sqrt{(6^2+10^2+0^2)} = (\sqrt{2}/\sqrt{34}) R$.
- Empleando los resultados de b) y d), y no por otro método, para el nuevo cálculo de ρ^{3D} [átoms./R³], se tiene: $\rho^{3D} = \rho^{2D} / d_{(hkl)} = (1/(4\sqrt{3}) / (\sqrt{2}/\sqrt{34})) \text{ áts./R}^2 = (1/4\sqrt{2}) \text{ (áts./R}^2$, en acuerdo con lo calculado en a). Calcular significa que hay que calcular.

Pregunta 2

- Calcule el factor de esbeltez ideal c/a correspondiente a un cristal hexagonal compacto. Este problema está resuelto en los apuntes, ver Clase 9-10. Consideremos planos hexagonales compactos cuya perpendicular está según la vertical, y la celda respectiva de parámetros a y c (esa celda es un paralelepípedo de 6 caras). Es muy conveniente hacer un dibujo. Se trata de calcular el cociente c/a suponiendo que los átomos son perfectamente esféricos. Se tiene que $a=2R$, donde R es el radio atómico. Ahora hay

CONTROL DE LECTURA ESPECIAL

ME-3201, 24 noviembre 2012.

Tiempo: 100 minutos

Pregunta 1. (20%)

a y b) Desarrolle los principales resultados de los siguientes modelos:

- i) del modelo de electrones en una caja
 - ii) del modelo de zonas
- c) ¿De qué manera influye la temperatura sobre el número de electrones que realmente conducen la electricidad en el caso de un metal?

Pregunta 2 (20%)

- a) Fundamente cómo evoluciona la conductividad eléctrica de i) un metal y ii) de un semiconductor al aumentar la temperatura.
- b) Cada equipo y componente electrónico basado en semiconductores (radio, celular, transistor, diodo, etc.) solo opera correctamente dentro de un rango de temperaturas especificado. ¿Qué ocurriría, y por qué, si la temperatura ambiente estuviese fuera de dicho rango especificado?

Pregunta 3 (25%)

En el contexto de la teoría de bandas explique y discuta:

- a) El mecanismo de conductividad eléctrica correspondiente al Si puro.
- b) El mecanismo de conductividad correspondiente al Si dopado con algunas partes por millón de fósforo, P ($v=5$).

Pregunta 4 (35%)

- a) Fundamente la selección del contenido de Carbono y del tratamiento térmico adecuado, también precisando la microestructura resultante y las propiedades mecánicas resultantes, para aceros al Carbono que tendrán diferentes aplicaciones típicas: acero de construcción civil; acero para fabricar componentes mecánicos (herramientas, ejes, etc); y acero para tijeras y guillotinas.
- b) Explique el mecanismo de la transformación martensítica en los aceros. Precise también la microestructura resultante (microscopía óptica y estructura cristalina) y las propiedades mecánicas de ésta.
- c) Considere aceros al Carbono y aceros de baja aleación, de igual contenido en Carbono. ¿A qué se debe la mayor templabilidad de unos sobre otros (justificación a nivel atómico)? ¿Qué ventajas presenta tener una mayor templabilidad? ¿Por qué para realizar esta comparación se requiere considerar aceros con más de un 0,35%p.C, aproximadamente?

CONTROL N°1 BIS
ME-3201, CIENCIA DE LOS MATERIALES
PROF. AQUILES SEPÚLVEDA
30 de agosto, 2012.
Tiempo: 100 min

Tenga presente que la estrategia de la Ciencia de los Materiales es establecer RELACIONES entre Estructura-Procesos-Propiedades, si bien nuestro curso introductorio corresponde más bien a solo relaciones Estructura-Propiedades. Esto significa conocer y comprender la Estructura y luego de allí deducir/justificar las Propiedades de un material. Los Enlaces son, entre varios, un elemento de Estructura; de manera que si bien este C1 corresponde a relaciones Enlace y Propiedades en Materiales, hay que tener presente que las propiedades NO DEPENDEN EXCLUSIVAMENTE de los Enlaces.

Recuerde poner su nombre en cada hoja de respuestas. Respuestas en hojas separadas. Cuide que su letra sea legible, factor que podría influir en su nota.

Emplee figuras cada vez que sea pertinente.

Pregunta 1 (20%)

- a) Considere las tres familias básicas de materiales (1/3). Para cada una de ella precise el tipo de enlace predominante y cite dos materiales pertenecientes a esa familia (2/3).
- b) ¿Por qué los cristales covalentes tridimensionales son relativamente poco numerosos?

Pregunta 2 (25%)

- a) Discuta la direccionalidad del enlace en el diamante y en el NaCl. (¿Es o no direccional y por qué?)
- b) Considere una curva energía versus distancia inter-iónica de un cristal iónico binario. Discuta los términos energéticos básicos que determinan la curva total.

Pregunta 3 (25%)

- a) Considere los elementos metálicos del período del K, es decir, entre $Z=19$ y $Z=31$. Justifique la evolución de la temperatura de fusión de cristales puros de estos elementos, al aumentar Z .
- b) Identifique y ubique (en la respectiva molécula) cada tipo de enlace existente en el caucho no vulcanizado, por una parte, y en el caucho vulcanizado, por otra. ¿Cuál es el propósito industrial de la vulcanización del caucho?

Pregunta 4 (30%)

- a) Discuta la conductividad térmica de un cristal de diamante.
- b-c) ¿Cuál es el mecanismo más importante de deformación plástica en materiales metálicos? (1/3). ¿Por qué dicho mecanismo puede actuar en los cristales metálicos, en tanto que tiene limitaciones en cristales iónicos y no puede actuar en cristales covalentes? (2/3)

CONTROL N°2
CIENCIA DE LOS MATERIALES, ME3201
Prof. Aquiles Sepúlveda
Miércoles 17 octubre, 2012. Tiempo: 100 min

Recomendaciones. Cuide la estructura lógica de sus razonamientos, aunque estos sean cualitativos y no sea necesario calcular. Recuerde que en este curso es fundamental establecer relaciones estructura-propiedades, cada vez que sea pertinente. Además, no sea mezquino con las figuras. Cuide la presentación de su trabajo escrito; una letra ilegible no permite leer bien y, consecuentemente, su calificación podría bajar. Ponga nombre a cada una de sus hojas de respuesta; de faltar su nombre en una hoja, se descontará 1,0 puntos de esa respuesta.

Pregunta 1 (30%)

- ¿Qué controla la estructura cristalina de un sólido al equilibrio?
- Discuta los factores que favorecen la formación de un sólido amorfo.
- En un policristal de cristal hexagonal compacto, ¿de qué manera el factor de esbeltez de la celda afecta la ductilidad?

Pregunta 2 (20%)

Considere un cristal CC(CBC), formado por átomos de radio R , y un plano que: corta al eje OX en $\frac{1}{2}$ de la arista de la celda; corta al eje OY en 1 vez la arista de esa celda; y es paralelo al eje OZ. Se pide:

- calcular la densidad de esos planos cristalográficos, ρ^{2D} áts./ R^2 .
- determinar los índices de Miller (hkl) de esos planos cristalográficos
- calcular la distancia interplanar de tales planos cristalográficos.
- calcular la densidad del cristal, ρ^{3D} áts./ R^3 , sobre la base de los anteriores resultados de a) y c), y no por otro método.
- paralelos al plano indicado y, con esos índices, calcule la respectiva distancia interplanar, $d(R)$.

Pregunta 3 (30%)

- Para obtener una imagen de difracción de cristales, hay que emplear una longitud de onda adecuada. Justifique una recomendación semicuantitativa de lo que se debe entender por longitud de onda adecuada.
- y c) ¿Considere la imagen de difracción adjunta Figura 1. b) A qué tipo de técnica de difracción corresponde esa figura y cuál es el objetivo de tal técnica? ¿Qué información se puede obtener de esa imagen específica?
- y d) Calcule el ángulo (en grados) correspondiente al tercer cono de difracción para un cristal de Cu (CCC, CFC) y para un cristal de Cr (CC, CBC), empleando la línea $K\alpha$ del Mo ($\lambda = 0,07\text{nm}$). Datos: el parámetro de celda a del Cu y del Cr valen $0,362\text{nm}$ y $0,289\text{nm}$, respectivamente.

Pregunta 4 (20%)

En referencia a los defectos cristalinos:

- ¿Por qué se espera que la concentración de autointersticiales en un cristal metálico sea muy baja?
- En relación con el comportamiento mecánico de un cristal, ¿qué explican las dislocaciones?
- En el caso de un microscopio electrónico de transmisión, ¿qué tipo de muestra se usa y, a modo de ejemplo, qué tipo de información se puede obtener?
- ¿Qué entiende por bordes de grano? ¿Cómo ellos afectan la conductividad eléctrica y por qué?



Figura 1. Imagen de difracción

INDICES DE MILLER DE LAS FAMILIAS DE PLANOS REFLECTANTES PARA ESTRUCTURAS CUBICAS. (n=1)

Cúbico simple, C	Cúbico centrado en el cuerpo, CC	Cúbico centrado en las caras, CCC
{100}	-	-
{110}	{110}	-
{111}	-	{111}
{200}	{200}	{200}
{210}	-	-
{211}	{211}	-
{220}	{220}	{220}
{221}	-	-
{300}	-	-
{310}	{310}	-
{311}	-	{311}
{222}	{222}	{222}
{320}	-	-
{321}	{321}	-
{400}	{400}	{400}
{322}	-	-
{410}	-	-
{330}	{330}	-
{411}	{411}	-
{331}	-	{331}
{420}	{420}	{420}
{421}	-	-
{332}	{332}	-

Control 3A

Ciencia de los Materiales

7 de noviembre 2012

Aquiles Sepúlveda

Tiempo: 100 min

Pregunta 1 (33%)

Para algunos metales donde la difusión atómica ocurre por el mecanismo de vacancias, en la Tabla 1 adjunta se indican los valores de: la temperatura de fusión, T_F ; la energía necesaria para formar una vacancia, E_V ; y de la energía para que migre una vacancia, E^* . Se pide:

- Representar gráficamente (E_V+E^*) en función de T_F [K]. En tal figura represente T [K] en el eje horizontal.
- Calcular, para cada uno de esos materiales, el valor de R_A (número de saltos que en promedio da un átomo por segundo, bajo condiciones de equilibrio) a una temperatura correspondiente a un 80% de la temperatura de fusión T_F [K] del respectivo material. Considere la siguiente aproximación: para todos estos metales el producto " $M \cdot v$ " vale 10^{+15} s^{-1} . (M : número de coordinación del cristal y v frecuencia de oscilación del cristal). Dato $k= 8,62 \cdot 10^{-5} \text{ [eV/K]}$
- Explicar de qué manera la interpretación física del gráfico anterior valida el concepto de temperatura homóloga ($\theta= T[\text{K}]/T_F[\text{K}]$) para comparar el comportamiento de distintos materiales en función de la temperatura.

Tabla 1 Temperatura de fusión, T_F , energía para formar una vacancia, E_V , y energía de migración de una vacancia, E^* , en diferentes metales.

	Al	Cu	Au	Ni	Fe	Mo
T_F [°C]	660	1083	1063	1453	1536	2610
E_V [eV]	0,67	1,25	0,96	1,8	1,5	3,12
E^* [eV]	0,62	0,72	0,83	1,04	1,2	1,45

Pregunta 2 (42%)

Considere una aleación $W_0= \text{Pb-30\%p.Sn}$ y el diagrama Pb-Sn adjunto. Esta aleación es enfriada, desde unos 300 °C hasta la temperatura ambiente, bajo condiciones de equilibrio. **Se pide:**

- Realizar las lecturas y cálculos necesarios para obtener los resultados que le permitan completar la Tabla 1; complete la tabla. Sea explícito en sus lecturas de datos, procedimientos y cálculos.
- Grafique la evolución de la composición de la o las fases presentes en función de la temperatura. En ese gráfico represente la temperatura en el eje vertical.
- Grafique la evolución de la fracción en peso de la o las fases presentes en función de la temperatura. En ese gráfico represente la temperatura en el eje vertical.

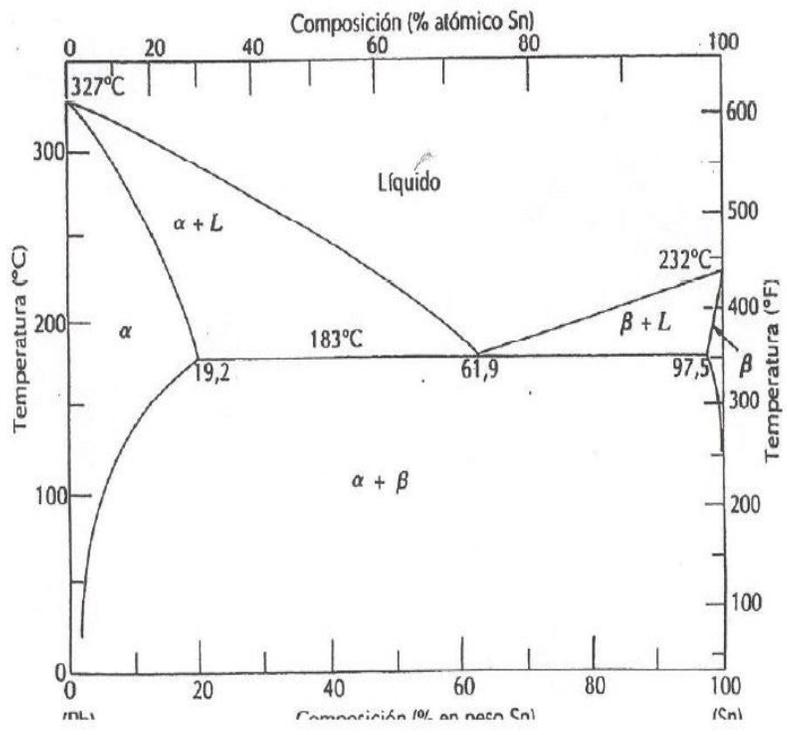
Pregunta 3 (25%)

Dibuje un diagrama de enfriamiento continuo razonable de la situación expuesta en el enunciado de la **Pregunta 2**. Además, dibuje esquemáticamente observaciones metalográficas representativas durante el enfriamiento; sobre esos dibujos, identifique las fases presentes.

Tabla 2

Temperatura, [°C]	$W_0 = 30\% \text{p.Sn}$	
	Composición de la fase o fases presentes	Fracción de la o las fases presentes
350		
300		
250		
200		
TE + ϵ		
TE - ϵ		
150		
100		
50		

Nota: en sus respuestas, haga explícitas las unidades.



CONTROL 3B (50% del Control 3)

Ciencia de los Materiales

Tiempo: 100 min

Prof. Aquiles Sepúlveda

14 de noviembre, 2012

Pregunta 1

- Considere un campo bifásico de un diagrama binario de fases al equilibrio. Justifique la forma en que se determina la composición de las fases presentes.
- Explique el mecanismo de formación de la perlita en los aceros.

Pregunta 2

Considere el diagrama Fe-Fe₃C adjunto, un dato. Se pide:

- ¿Cuál es la fracción de la o las fases presentes a $T = T_E = 727^\circ\text{C}$, para una aleación de composición $W_0 = W_E = 0,76\% \text{p.C}$ al equilibrio?. Proporcione una respuesta completa.
- Para aleaciones de composiciones i) $W_0 = 0,3\% \text{p.C}$ y ii) $W_0 = W_E = 0,76\% \text{p.C}$, representar diagramas de enfriamiento continuo y estructuras metalográficas representativas, correspondientes a un enfriamiento lento desde 1000°C hasta la temperatura ambiente.

Pregunta 3

Considere el diagrama Fe-Fe₃C adjunto, un dato. Se pide:

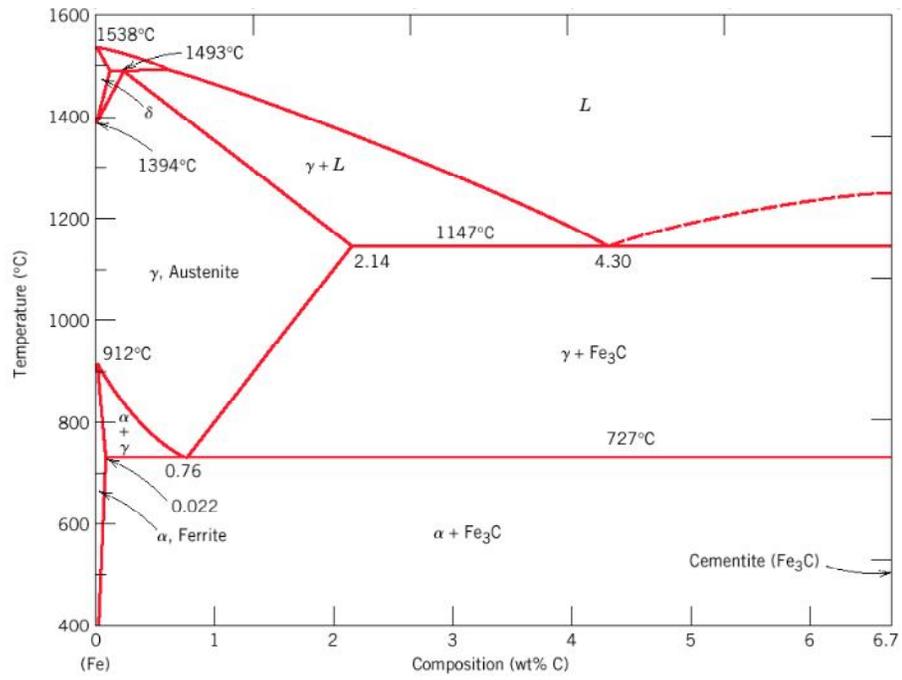
- Para $T = 800^\circ\text{C}$, graficar la composición de la o las fases presentes en función de la composición W_0 de la aleación.
- Para $t = T_E - \epsilon$, graficar la fracción de la o las fases presentes en función de la composición W_0 de la aleación.

Pregunta 4

- ¿Por qué es mayor la solubilidad del C en la austenita (γ) que en la ferrita (α)?
- ¿Qué comportamiento mecánico, y por qué, se asocia a las siguientes fases: austenita (γ), ferrita (α) y cementita (Fe₃C)?
- Justifique la evolución de las propiedades mecánicas de un acero al C al aumentar el contenido en C de dicha aleación.

Respuestas a algunas consultas:

- De los 5 CLs, se elimina la peor nota.
- Para aprobar el curso, la nota promedio de CLs debe ser igual o superior a 4,0, según el Reglamento de Estudios.
- Quienes tengan un promedio 3,7, 3,8 o 3,9 en CLs tendrán una oportunidad para aprobar, cumplida la condición de que en Cs tengan nota igual o superior a 4,0.
- La nota de Exención de Examen corresponde a un 5,5 en Cs, según el Reglamento de Estudios.
- También habrá una posibilidad de eximirse de examen, a través de un promedio de Cs y CLs superior o igual a 5,5, mediando un CL adicional en que se deberá obtener una nota superior a 5,0.



EXAMEN ME-3201

CIENCIA DE LOS MATERIALES

18/07/2012 - Prof. Aquiles Sepúlveda

Tiempo: 140 minutos.

P1. (25%)

- a. Discuta la estructura electrónica, la electronegatividad y el tipo de enlace de los elementos del Grupo 4A (columna) de la Tabla periódica: C(Z=6), Si(Z=14), Ge(Z=32), Sn(Z=50) y Pb (Z=82). Además, sobre la base de lo anterior, justifique qué ocurre con la temperatura de fusión y con la conductividad eléctrica al bajar en esta columna.
- b. Identifique y ubique todos los enlaces presentes en el polietileno y, después, relacione los enlaces presentes y sus características, con la conductividad eléctrica y con la flexibilidad del material polietileno.

P2. (20%)

- a. ¿Por qué los cristales metálicos en general son más densos que los cristales cerámicos? Se trata de la densidad ρ^{3D} [átomos/R³].
- b y c. Suponga que se tiene un cristal Cúbico Centrado en el Cuerpo con R= 1 °A. Sobre dicho cristal incide un haz de rayos X con $\lambda = 1,5$ °A. ¿Cuánto vale el ángulo de Bragg, θ , correspondiente a los planos más densos del cristal? Considere n= 1, solamente.
- d. Determine la base y el motivo de los siguientes cristales: NaCl y Zn.

P3. (20%)

- a. Asumiendo condiciones de equilibrio, ¿por qué la concentración de vacancias en un cristal debe aumentar al aumentar la temperatura?
- b y c. Se tiene un cristal de C puro a 900 °C, que es enfriado a una velocidad U hasta la temperatura ambiente. Discuta el efecto de la velocidad U sobre la concentración de vacancias real, C_v , que se obtiene finalmente a temperatura ambiente.

P4. (20%) No entra para el semestre 2012-2

- a. Considere el diagrama Al-Cu adjunto y una composición Al-4,5%p.Cu (un duraluminio).. Suponga que la aleación es enfriada desde los 520 °C hasta la temperatura ambiente.
- a1. Si la aleación es enfriada lentamente (bajo condiciones de equilibrio), especifique las fases presentes a temperatura ambiente y calcule la fracción en peso de tales fases.
- a2. Si la aleación es enfriada rápidamente (templada) especifique las fases presentes a temperatura ambiente y la fracción en peso de tales fases.
- b. En el contexto de los aceros al carbono: ¿qué entiende por tratamiento térmico de revenido?, ¿cuándo se aplica? y ¿qué se obtiene en términos de microestructura y de propiedades mecánicas?

P5. (15%)

En el marco de la teoría de bandas (modelo de Sommerfeld):

- a) ¿A qué se debe la presencia de aperturas (gaps) de energía en la estructura de bandas de algunos materiales?
- b y c) Explique el mecanismo de conductividad eléctrica en un semiconductor base Si dopado con fósforo, un elemento de valencia 5.

1A																		8A																																													
1	1 H 1.00797																	2	2 He 4.0026																																												
2	3 Li 6.941	4	4 Be 9.0122																	5	5 B 10.811	6	6 C 12.01115	7	7 N 14.0067	8	8 O 15.9984	9	9 F 18.9984	10	10 Ne 20.179																																
3	11 Na 22.9898	12	12 Mg 24.305	3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B	13	14	15	16	17	18																																												
4	19 K 39.098	20	20 Ca 40.08	21	21 Sc 44.956	22	22 Ti 47.88	23	23 V 50.942	24	24 Cr 51.996	25	25 Mn 54.9380	26	26 Fe 55.847	27	27 Co 58.9332	28	28 Ni 58.69	29	29 Cu 63.54	30	30 Zn 65.38	31	31 Ga 69.72	32	32 Ge 72.59	33	33 As 74.9216	34	34 Se 78.96	35	35 Br 79.904	36	36 Kr 83.80																												
5	37 Rb 85.47	38	38 Sr 87.62	39	39 Y 88.906	40	40 Zr 91.22	41	41 Nb 92.906	42	42 Mo 95.94	43	43 Tc (98)	44	44 Ru 101.07	45	45 Rh 102.906	46	46 Pd 106.4	47	47 Ag 107.870	48	48 Cd 112.41	49	49 In 114.82	50	50 Sn 118.69	51	51 Sb 121.75	52	52 Te 127.60	53	53 I 126.905	54	54 Xe 131.29																												
6	55 Cs 132.905	56	56 Ba 137.33	57	57 La 138.91	58	58 Ce 140.12	59	59 Pr 140.907	60	60 Nd 144.24	61	61 Pm (145)	62	62 Sm 150.36	63	63 Eu 151.96	64	64 Gd 157.25	65	65 Tb 158.924	66	66 Dy 162.50	67	67 Ho 164.930	68	68 Er 167.26	69	69 Tm 168.934	70	70 Yb 173.04	71	71 Lu 174.967	72	72 Hf 178.49	73	73 Ta 180.948	74	74 W 183.85	75	75 Re 186.2	76	76 Os 190.2	77	77 Ir 192.2	78	78 Pt 195.08	79	79 Au 196.967	80	80 Hg 200.59	81	81 Tl 204.38	82	82 Pb 207.19	83	83 Bi 208.980	84	84 Po (209)	85	85 At (210)	86	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88	88 Ra (226)	103	103 Lr (260)	104	104 Rf (260)	105	105 Ha (260)																																																						

Serie de lantánidos 4f		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	
	138.91	140.12	140.907	144.24	(145)	150.36	151.96	157.25	158.924	162.50	164.930	167.26	168.934	173.04	

Serie de actínidos 5f		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	
	227.03	232.038	231.04	238.03	237.05	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	

(Masas atómicas son relativas al $^{12}\text{C} = 12,0000$. Los números entre paréntesis son para los isótopos más estables.)

Figura 2.1. Tabla periódica de los elementos. (Según F. M. Miller, «Chemistry: Structure and Dynamics», McGraw-Hill, 1984, pág. 170.)

