

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CAMPECHE**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CORROSIÓN

**GUIA DE ESTUDIOS PARA
EXAMEN DE ADMISIÓN**

Programa de posgrado con reconocimiento PNP:

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA
PRESERVACIÓN DE MATERIALES**

San Francisco de Campeche, Cam., a 10 de Marzo de 2010.

Introducción

Esta guía de estudios comprende 4 disciplinas básicas para las que el aspirante a ingresar a la Maestría en Ciencias de la Preservación de Materiales debe demostrar un nivel alto (en la escala de 0 a 100 un nivel alto se considera superior a 80). Por esta razón se han recopilado más de 100 ejercicios comprendiendo las disciplinas: Matemáticas, Química Inorgánica, Ciencia de Materiales y Fisicoquímica como guía de estudio y se pone a disposición de los aspirantes a ingresar al mencionado programa de posgrado. Los ejercicios que encontrará en la guía tienen el grado de dificultad que encontrará el aspirante en los exámenes de admisión para cada disciplina. Consideramos que una buena preparación se podrá obtener si el interesado es capaz de resolver todos los problemas propuestos en la presente guía después de haber estudiado los temas correspondientes, apoyado en la bibliografía que se enlista al final del documento.

El temario es el siguiente:

Ciencia de materiales y metalurgia

- Conceptos generales sobre materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos
- La estructura cristalina: Redes de Bravais, estructura cúbica, estructura hexagonal, Direcciones, planos, índices de Miller
- Defectos en las estructuras cristalinas: Vacancias, átomos sustitucionales, átomos intersticiales, fronteras de grano, dislocaciones.
- Comportamiento mecánico de los materiales: respuesta Esfuerzo-deformación de los materiales, deformación elástica, deformación plástica, esfuerzos principales, círculo de Mohr,
- Fundamentos de metalurgia física: Recuperación y recristalización, nucleación y solidificación, soluciones sólidas, difusión intersticial y sustitucional, diagramas de fase
- Aleaciones No-Ferrosas: Aleaciones de Al, de Cu, de Ti
- Aleaciones Ferrosas: Sistema hierro-carbono
- Propiedades de los materiales cerámicos, polímeros y compuestos

Química Inorgánica

- Estructura atómica
- La Tabla Periódica
- Teoría del enlace, moléculas
- Propiedades de átomos y moléculas
- Nomenclatura
- Reacciones químicas y estequiometría
- Balanceo de ecuaciones químicas

Fisicoquímica

- Concepto de temperatura: Ley del equilibrio térmico
- Energía interna: La primera Ley de la Termodinámica
- Concepto de reversibilidad e irreversibilidad
- Las ecuaciones de estado
- Espontaneidad y equilibrio. La segunda Ley de la Termodinámica
- Funciones termodinámicas
- La tercera ley de la Termodinámica
- Termoquímica
- Equilibrio de fases
- El equilibrio químico
- Cinética química homogénea y heterogénea

Matemáticas

- Funciones
- Teoría de ecuaciones
- El concepto de límite y continuidad
- La derivada
- La integral
- Ecuaciones diferenciales

CIENCIA DE MATERIALES Y METALURGIA

- 1) Explique claramente, en base a su tipo de enlace porqué los materiales cerámicos y poliméricos, no son en general buenos conductores de la electricidad como lo son los metales.
- 2) Explique que es un material con estructura cristalina y otro con estructura no cristalina.
- 3) ¿Qué es el número de coordinación en una estructura cristalina?
- 4) Describa los principales defectos puntuales de las estructuras cristalinas.
- 5) Dibuje los planos cristalinos: (011), ($\bar{1}12$), (210) y el (13 0)
- 6) El níquel tiene una estructura cristalina FCC y un radio atómico de 1.243×10^{-10} m. Calcule el volumen que ocupan 1×10^6 átomos de Ni acomodados en celdas unitarias.
- 7) Menciona los tres grupos principales en que se dividen los materiales cerámicos.
- 8) Explica brevemente qué es una aleación
- 9) ¿Con qué finalidad se agrega silicio a las aleaciones de aluminio que son clasificadas dentro de las fundiciones?
- 10) ¿Cuál es la máxima cantidad de carbono que contienen los aceros?
- 11) Define brevemente que es un material compuesto.
- 12) Enumera tres razones por las cuales los materiales con mejor conductividad eléctrica son formados por enlaces covalentes.
- 13) Calcule la cantidad de electrones capaces de conducir la carga eléctrica en un alambre de cobre de 3.2 mm de diámetro y 125 cm de longitud.
 $\rho_{\text{Cu}} = 8.96 \text{ g/cm}^3$
 $M.A._{\text{Cu}} = 63.54$
- 14) Define brevemente en que consiste “fatiga mecánica” en los materiales
- 15) De manera esquemática, represente en una gráfica S-N, el comportamiento de un acero al carbono sujeto a fatiga expuesto a las siguientes condiciones: en aire y agua de mar.

- 16) Determinar la densidad del oro en g/cm^3 , el cual presenta una estructura fcc, una masa atómica de 196.97 g/g-mol y radio atómico igual a 1.441 Å. (No. de Avogadro 6.023×10^{23})
- 17) En una gráfica esfuerzo - deformación como el mostrado en el inciso anterior dibuje la curva esfuerzo – deformación para:
- a) Un sólido cerámico
 - b) Un sólido polimérico
 - c) Un sólido policristalino
 - d) Un monocristal con estructura hexagonal compacta (Zn)
- 18) Cual es la deformación obtenida al aplicar un esfuerzo de tensión de 40 kN a una barra metálica de 2 cm de diámetro si su modulo de elasticidad es de 193 000 MPa?
- a) 0.003453
 - b) 0.006597
 - c) $6.597e^{-4}$
 - d) 6.597
 - e) ninguna de las anteriores
- 19) Cual es la etapa inicial para realizar un tratamiento térmico de temple en un acero?
- a) Transformación difusional de martensita a perlita
 - b) Recuperación y recristalización de la fase perlítica
 - c) Transformación difusional (Disolución) de otras fases y formación de austenita y la eliminación de gradientes de concentración en la misma
 - d) Enfriamiento súbito de la estructura a altas temperaturas hasta temperatura ambiente
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 20) Cual de las siguientes características de la martensita es incorrecta?
- a) La reacción es coherente o semicoherente, y el crecimiento de la nueva fase es acompañado por la formación de un relieve sobre la superficie
 - b) La fuerza motriz de la reacción martensítica es la inestabilidad de la red (austenítica)
 - c) La transformación martensítica es difusional
 - d) Las partículas de la fase nueva crecen con alta velocidad, comparable con la velocidad del sonido
 - e) La reacción es reversible, es decir puede proceder en ambas direcciones.

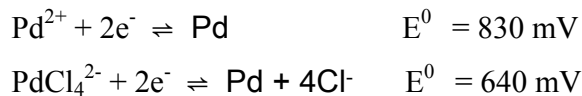
21) Que sucede si una pieza de acero al carbono se une a otra pieza de cobre y se sumergen ambas en agua de mar?

- a) No pasa nada
- b) El cobre se corroerá tan rápido como el acero al carbono
- c) El acero al carbono protege catódicamente al cobre
- d) El cobre no sufre daño y el acero al carbono se corroe
- e) Los dos aceros forman productos de corrosión protectores que limitan su disolución

22) Que material metálico escogería para almacenar un gran volumen de H_2SO_4 concentrado sin oxígeno disuelto si se conoce que los potenciales de media celda respecto al electrodo normal de hidrógeno son los siguientes:

- a) $E^0 Fe/Fe^{2+} = -440 \text{ mV}$
- b) $E^0 Zn/Zn^{2+} = -763 \text{ mV}$
- c) $E^0 Cu/Cu^{2+} = 337 \text{ mV}$
- d) $E^0 Ni/Ni^{2+} = -250 \text{ mV}$
- e) $E^0 Pb/Pb^{2+} = -126 \text{ mV}$

23) Los potenciales estándar a 25⁰ para el Pd son:



- a) Calcúlese la constante de equilibrio para la reacción $Pd^{2+} + 4Cl^- \rightleftharpoons PdCl_4^{2-}$
- b) Calcúlese el ΔG^0 para esta reacción.

24) Que es la tenacidad de fractura de un material?

- a) La cantidad de energía absorbida por el material durante su fractura
- b) La capacidad del material para resistir la formación de defectos o grietas cuando se somete a esfuerzo
- c) La capacidad del material para resistir el crecimiento de un defecto cuando el material se somete a un esfuerzo
- d) Un parámetro que se obtiene de la curva esfuerzo vs deformación
- e) Ninguna de las anteriores

25) Que establece el criterio de similitud de la mecánica de la fractura elástico – lineal?

- a) Dos materiales con la misma tenacidad de fractura fallarán idénticamente bajo las mismas condiciones de carga
- b) Para que dos grietas diferentes crezcan a la misma velocidad deben iniciarse en el mismo sitio
- c) Dos grietas que tengan el mismo valor de K_I se comportarán igual si se encuentran bajo condiciones de carga similares
- d) Dos componentes sometidos a diferente modo de carga fallarán al mismo tiempo si las grietas presentes en cada uno tienen el mismo tamaño
- e) Ninguna de las anteriores.

Bibliografía

CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES, 4ta. Edición
Autores: Donald R. Askeland y Pradeep P. Phulé
Editorial: Thomson Learning, México 2004

CIENCIA Y DISEÑO DE MATERIALES PARA INGENIERÍA
Shaffer, Saxena, Antolovich, Sanders and Warner
CECSA, 2000

ENGINEERING MATERIALS AND THEIR APPLICATIONS, fourth edition
R. A. Flinn & P.K. Trojan, (1995), John Wiley & Sons. Inc., USA

CIENCIA DE MATERIALES PARA INGENIERÍA
P.A. Trotón y V. J. Colangelo, (1987), Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.,

QUÍMICA INORGÁNICA

1. A que elemento corresponde la configuración electrónica: $\text{Ar } 3d^5 4s^2$

- a) Li
- b) Ne
- c) Mn
- d) P
- e) Ca

2. Cual es el metal mas ligero?

- a) Pb
- b) Au
- c) Li
- d) Na
- e) Al

3. El número cuántico principal es un entero que describe:

- a) El tamaño del átomo
- b) La energía del átomo
- c) El número de electrones libres
- d) El momento angular total del átomo
- e) Ninguna de las anteriores.

4. Para formar un enlace covalente se requiere cumplir con dos condiciones en cada átomo, indique éstas

- a) Un par de electrones con espín igual
- b) Dos orbitales estables en la capa de valencia
- c) Un orbital estable en la capa de valencia
- d) Un par de electrones con espín opuesto
- e) Un orbital estable en un átomo y uno inestable en el otro átomo

5. Dadas las siguientes distancias de enlace:

- a) Br-Cl, 213pm
- b) I-Br, 247 pm
- c) Cl-Cl, 198 pm

?cuál es la distancia I-Cl?

6. Asocie el tipo de enlace (metálico, covalente o iónico) que corresponde a cada una de las siguientes descripciones:

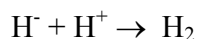
- a) Resulta cuando los electrones se transfieren de un tipo de átomo a otro. Los átomos de uno de los elementos de la reacción pierden electrones y se transforman en iones con carga positiva. La atracción electrostática entre los iones con cargas opuestas los mantiene en un cristal
- b) Los átomos están dispuestos en estructuras tridimensionales periódicas. Los electrones exteriores de estos átomos se pueden mover en la estructura y la mantienen unida.
- c) Los electrones se comparten pero no se transfieren. Un enlace sencillo de este tipo consiste de un par de electrones compartidos por los dos átomos.

7. Un compuesto de coordinación consiste de:

- a) Un ión o átomo central rodeado por un átomo o molécula
- b) Dos o más iones o átomos centrales rodeados por un grupo de iones o moléculas
- c) Un ión o átomo central rodeado por un grupo de iones o moléculas (de 2 a 9)
- d) Varios grupos de iones o átomos unidos electrostáticamente
- e) Ninguno de los anteriores

8. Explique el fenómeno de la electronegatividad de los átomos.

9. Para la siguiente reacción, ¿cuál aseveración es correcta?



- a) No es una reacción ácido base
- b) Es una reacción de óxido reducción
- c) Las opciones a y b son incorrectas
- d) Forma una molécula con momento dipolar diferente de cero
- e) La reacción no se lleva a cabo

10.Cuál de los enlaces siguientes es más polar?

- a) N-O
- b) C-O
- c) S-F
- d) O-F

11. Determine el número de oxidación de:

- a) B en B_2Cl_4
- b) S en $S_2O_5Cl_2$
- c) N en NH_2OH
- d) N en NO_2^+
- e) V en V_2Cl_{10}

12. Escriba el nombre de los siguientes compuestos químicos:

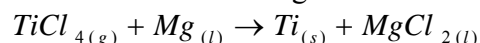
- a) Na_2O
- b) $Mg(OH)_2$
- c) $Mg_3(PO_4)_2$
- d) PbH_2
- e) Fe_2S_3

13. Escriba la fórmula química de los siguientes compuestos:

- a) Óxido de hierro II u óxido ferroso
- b) Anhídrido fosforoso
- c) Ácido carbónico
- d) Anhídrido hipocloroso
- e) Ácido telurhídrico

14. Escriba la ecuación química molecular, iónica e iónica neta cuando se agrega una disolución acuosa de cloruro de bario a una disolución de sulfato de sodio. Balancear todas las ecuaciones.

15. Balancear mediante procedimiento redox la siguiente ecuación química.



16. Determine los gramos de cada uno de los siguientes solutos que se necesitan para preparar 2.5×10^2 mL de una disolución 0.1 M de yoduro de cesio (CsI). P.M. de Cs = 132.9 g/mol, P.M. de I = 126.9 g/mol.

17. ¿Qué volumen de una disolución de HCl 0.5 M se necesita para neutralizar por completo 10.0 mL de una disolución de NaOH 0.3 M?

Bibliografía

Química Inorgánica

1. CHANG RAYMOND **Química, 6ª ed.** Mc Graw-Hill Interamericana, México, 1999.
2. HOLUM JOHN R. **Fundamentos de Química General, Orgánica y Bioquímica para Ciencias de la Salud**, Limusa-Wiley, México, 2003.
3. JEAN B. UMLAND. **Química General.** Thomson Editores.
4. JEROME L. ROSENBERG. **Química General.** Mc Graw-Hill.
5. F. ALBERT COTTON. **Química Inorgánica Básica.** Ed. LIMUSA .
6. BROWN TL, LE MAY HE Jr, BURSTEN BE & BURDGE JR **Química. La Ciencia central, 9ª ed**, Pearson Educación, México, 2004.
7. HORN M & ARENA S. **Fundamentos de Química**, International Thomson, México, 1997.
8. GARRITZ A & CHAMIZO JA. **Química**, Addison-Wesley Iberoamericana, México, 1994.

FISICOQUÍMICA

1.- Para los gases ideales:

- a) El volumen de un mol es 22.4 litros a 25 °C y una presión de una atmósfera.
- b) La temperatura es inversamente proporcional al volumen.
- c) La fracción en volumen es igual a la fracción mol.
- d) Todas las anteriores.
- e) Ninguna de las anteriores.

2.- Un gas real toma la ecuación del gas ideal si el factor de compresibilidad Z:

- a) Es menor que cero.
- b) Es mayor que cero.
- c) Es igual a cero.
- d) Es igual a uno.
- e) Todas las anteriores.

3.- La primera ley de la termodinámica establece:

- a) La relación entre el calor y la temperatura.
- b) La relación entre el cambio de presión y volumen.
- c) El principio de la conservación de la materia.
- d) La relación entre la presión y la temperatura.
- e) Ninguna de las anteriores.

4.- El experimento de Joule determinó:

- a) El equivalente mecánico del calor.
- b) La primera ley de la termodinámica.
- c) La ley cero de la termodinámica.
- d) Todas las anteriores.
- e) Ninguna de las anteriores.

5.- Las funciones de estado termodinámico:

- a) Dependen solo de la temperatura.
- b) Dependen solo de la presión.
- c) Dependen solo de la cantidad de calor.
- d) Dependen solo de las condiciones iniciales y finales.
- e) Dependen solo de la trayectoria.

6.- En un proceso a volumen constante, la cantidad de trabajo que se genera:

- a) Tiende a infinito.
- b) Tiende a cero.
- c) Vale cero.
- d) No es posible determinarlo.
- e) Ninguna de las anteriores.

7.- Para un sistema con desorden creciente:

- a) Aumenta la energía interna.
- b) Disminuye la energía interna.
- c) Aumenta la entropía.
- d) Disminuye la entropía.
- e) Ninguna de las anteriores.

8.- En la gráfica de temperatura como función de la cantidad de calor aplicado, las líneas horizontales representan:

- a) Cambios de fase.
- b) Procesos isotérmicos.
- c) Energía libre de Gibbs igual a cero.
- d) Todas las anteriores.
- e) Ninguna de las anteriores.

9.- Establece la condición de equilibrio térmico.

- a) Ley cero de la termodinámica.
- b) Primera ley de la termodinámica.
- c) Segunda ley de la termodinámica.
- d) Tercera ley de la termodinámica.
- e) Todas las anteriores.

10.- Cuando un sistema varía sus parámetros y retornan exactamente por la misma trayectoria a nivel diferencial de sus propiedades, se tienen el caso de un proceso:

- a) Isotérmico.
- b) Adiabático.
- c) Cíclico.
- d) Reversible.
- e) Isoentrópico.

11.- En un sistema químico en equilibrio:

- a) La constante de equilibrio es función de la temperatura.
- b) La concentración de los componentes permanece constante.
- c) El pH es constante.
- d) Todas las anteriores.
- e) Ninguna de las anteriores.

12.- Si a un líquido con temperatura de ebullición T_{eb} se le adiciona un soluto de masa m :

- a) La T_{eb} aumentará.
- b) La T_{eb} disminuirá.
- c) La T_{eb} permanecerá constante.
- d) Todas las anteriores.
- e) Ninguna de las anteriores.

13.- En el punto eutéctico:

- a) Cambia la composición con un cambio de fase.
- b) Se tienen coexistiendo dos fases con diferente composición.
- c) Pueden coexistir dos fases con la misma composición.
- d) Representa un punto de sublimación.
- e) Es el punto de ebullición de uno de los componentes.

14.- Para la reacción $A \longrightarrow B$, la expresión para seguir la cinética es:

- a) $dC_A/dt = kC_A$
- b) $dC_A/dt = -kC_A$
- c) $dC_B/dt = -kC_B$
- d) $dC_B/dt = kC_A$
- e) Ninguna.

15.- Para la reacción $A \rightleftharpoons B$, la condición de equilibrio se alcanza si:

- a) $dC_A/dt > dC_B/dt$
- b) $dC_A/dt > 0$
- c) $dC_B/dt = 0$
- d) $dC_A/dt = dC_B/dt$
- e) $dC_B/dt > dC_A/dt$

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Castellan G.W. Fisicoquímica. Fondo educativo Interamericano, S.A. 1976.
- 2.- Pierce. Química de la materia. Litográfica Ingramex, S.A. 1978.
- 3.- Maron y Pruton. Fundamentos de fisicoquímica. Editorial Limusa. 1978.
- 4.- Ball, David. Fisicoquímica. Editorial Thomson, 2004.
- 5.- Crockford H.D. y Knight S.B. Fundamentos de fisicoquímica. Editorial CECSA. 1987.
- 6.- Maron, S.J. y Lando, J.B. Fisicoquímica fundamental. Editorial Limusa. 1978.
- 7.- Moore, W.F. Fisicoquímica básica. Editorial Prentice Hall hispanoamericana, S.A. 1986.
- 8.- Levine, I.N. Fisicoquímica: Editorial Mc-Graw Hill. 1981.

MATEMATICAS

1.- Siendo a_0, a_1, a_2 y a_3 coeficientes reales, ¿cual de los siguientes polinomios tiene al menos una raíz real ?

a) $x^2 + a_1x + a_0$

b) $x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0$

c) $x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0$

d) $(x + 2i)(x^2 + a_1x + a_0)$

2.- ¿ Cual es la inversa de la siguiente matriz ?

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ -2 & 0 & -2 \end{bmatrix}$$

a) $\begin{bmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$

b) No tiene inversa c) 1

d) $\begin{bmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$

3.- De las siguientes parejas de vectores indique que par de vectores son perpendiculares entre sí

a) $(1, -1, 1)$ y $(2, 1, 5)$

b) $(1, -1, 2)$ y $(2, 3, 1)$

c) $(-5, 2, 7)$ y $(3, -1, 2)$

d) $(\pi, 2, 1)$ y $(2, -\pi, 0)$

4.- Si $f(x, y, z) = 2xy + xy^2 + y \ln(z)$ encuentre $\frac{\partial f}{\partial x}$

a) 0

b) $2x + 2y + 2xy$

c) $2y + y^2$

d) $2y + y^2 + y \ln(z)$

5.- ¿ Cual es el valor de x si $-7 - 3x \leq 5x + 29$?

- a) $x = -\frac{9}{2}$
- b) $x \geq -\frac{9}{2}$
- c) $x \leq -\frac{9}{2}$
- d) $x \geq -\frac{36}{8}$

6.- Evalúe $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{2x^2 - 4x}{x^2 - 4}$

- a) 4
- b) 1
- c) ∞
- d) ninguno

7.- ¿ Cual es la solución de la ecuación diferencial $y' = 2e^{-2x}$?

- a) $-\frac{1}{2}e^{-2x} + c$
- b) $\frac{1}{2}e^{-2x} + c$
- c) $-e^{-2x} + c$ (donde c es una constante)
- d) $e^{-2x} + c$

8.- Considere la siguiente ecuación diferencial con condiciones iniciales igual a cero, aplicando la transformada de Laplace encuentre Y(s).

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 9y = u(t) \quad t > 0; \mathbf{u}(t) \text{ es la función escalón unitario.}$$

- a) $Y(s) = \frac{1}{s(s^2 + 9s)}$
- b) $Y(s) = \frac{s}{s(s^2 + 9)}$
- c) $Y(s) = \frac{1}{(s^3 + 9s^2)}$
- d) $Y(s) = \frac{1}{(s^3 + 9s)}$

9.- Siendo $z_1 = 7 + 3i$ y $z_2 = -2 - 4i$ obtenga $\frac{z_1}{z_2}$.

- a) $-26 + 22i$
- b) $-\frac{26}{20} + \frac{22i}{20}$
- c) $(-2 + 22i)\frac{1}{20}$
- d) $(-26 + 36i)\frac{1}{20}$

10.- Defina el dominio y el rango de la función siguiente: $f(x) = \frac{(x^2 - 4)}{x\sqrt{9x - x^2}}$

- a) $\{x/x > 9\}$
- b) $\{x/ 0 < x \leq 9\}$
- c) $\{x/ 0 \leq x \leq 9\}$
- d) $\{x/ 0 > x \geq 9\}$

11.- Resuelva el siguiente sistema de ecuaciones

$$6x + 9y = -18$$

$$2x + 3y = 6$$

- a) $x=0$ $y=1$
- b) $x=1$ $y=0$
- c) $x=2$ $y=-2$
- d) No tiene solución

12.- Dado $f(t) = 2t - 2$, y $A = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}$ calcule $f(A)$

- a) 0
- b) $\begin{bmatrix} -4 & 2 \\ -4 & -2 \end{bmatrix}$
- c) $\begin{bmatrix} -4 & -2 \\ -4 & 2 \end{bmatrix}$
- d) Ninguna de las anteriores

13.- Sea $A = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 6 \\ -4 \\ 3 \end{bmatrix}$ encuentre $A^T B^T$

- a) $\begin{bmatrix} 12 \\ 0 \\ -3 \end{bmatrix}$ b) $\begin{bmatrix} -12 \\ -4 \\ 3 \end{bmatrix}$ c) La operación no es conformable d) Ninguna anterior

14.- Encuentre las raíces del polinomio, grafique la función

$$f(x) = x^3 + x - 3$$

- a) $-0.6067 + 1.4506i$, $-0.6067 - 1.4506i$ y 1.2134
b) 1 , -1 , y 3
c) $-0.6067 + 1.4506i$, $-0.6067 - 1.4506i$ y -1.2134
d) Ninguna de las anteriores

15.- Encuentre los máximos y mínimos de $f(x) = x^3 + x^2 - 9x - 9$

- a) En $x = -2.0972$ mínimo y $x = 1.4305$ máximo.
b) En $x = -2.0972$ máximo y $x = 1.4305$ mínimo.
c) En $x = -3$ máximo, $x = -1$ mínimo y $x = 3$ máximo.
d) Ninguna de las anteriores

Bibliografía

El Cálculo

Autor: Louis Leithold

Editorial: Oxford University Press

7a Edición

Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones de modelado

Autor: Dennis G. Zill

Edit. International Thomson Editores

6a Edición