

Universitat de València
ETSE

Tema 4
Enlace iónico

Juan José Borrás Almenar
Departamento de Química
Inorgánica

Asignatura:

12555–Química Inorgánica
Ingeniería Química

EJERCICIO 1. ¿Qué propiedades son características de compuestos con enlaces iónicos?

EJERCICIO 2. Define los términos: 1. interacción ion-dipolo 2. relación de radios 3. estructura cúbica

EJERCICIO 3. ¿Cuál de las siguientes especies, MgCl_2 y SCl_2 esperas que posea enlaces iónicos? ¿Por qué?

EJERCICIO 4. ¿Cuál de los siguientes compuestos esperas que tenga un mayor punto de fusión: NaI o NaCl ?

EJERCICIO 5. Compara (ver Tablas suministradas) las densidades de carga de: Ag^+ , Ag^{+2} y Ag^{+3} . ¿Cuál de ellos es esperable que forme compuestos iónicos?

EJERCICIO 6. Compara las densidades de carga de los aniones fluoruro y yoduro. Según estos datos, ¿cuál de ellos es más polarizable?

EJERCICIO 7. Explica la diferencia en cuanto a los puntos de fusión de SnCl_2 (227 °C) y SnCl_4 (-33 °C)

EJERCICIO 8. El Mg(II) y el Cu(II) tienen prácticamente el mismo radio iónico. ¿Qué compuesto esperarías que tuviera un menor punto de fusión: el MgCl_2 o el CuCl_2 ? Explica la razón

EJERCICIO 9. ¿Esperarías que el NaCl se disuelva en CCl_4 ? Explica la razón.

EJERCICIO 10. Sugiere una razón por la cuál el CaCO_3 no es soluble en agua.

EJERCICIO 11. ¿Cuáles son los factores que afectan al número de coordinación en un compuesto iónico.

EJERCICIO 12. ¿Cuál es la razón por la cual, en el estudio de las redes iónicas, se considera al anión el que se empaqueta de la mejor forma posible dejando al catión que se acomode en la red formada?

EJERCICIO 13. Sugiere las probables estructuras cristalinas de: (a) fluoruro de bario, (b) bromuro potásico, (c) sulfuro de magnesio. (Puedes utilizar los datos de radios atómicos)

EJERCICIO 14. El Ga funde si se deja sobre la palma de nuestra mano (P.F.=30°C). Qué sugiere este dato respecto del tipo de enlace que presenta este elemento? ¿Qué técnicas utilizarías para confirmar o no el tipo de enlace sugerido?

EJERCICIO 15. La distancia internuclear entre los iones Na^+ y Cl^- en la red de NaCl(s) es 281 pm, mientras que la distancia de enlace en el NaCl(g) es 236 pm. Sugiere una razón por la cuál la distancia en la fase gaseosa es mucho menor.

EJERCICIO 16. El punto de fusión del NaF es mayor que el del NaCl mientras que el del CF_4 es menor que el del CCl_4 . Explica la razón.

EJERCICIO 17. Elige, de cada pareja, el compuesto de mayor punto de fusión, razonando la respuesta: (a) CuCl y CuCl_2 ; (b) PbCl_2 y PbCl_4 .

EJERCICIO 18. En una red de NaCl , los iones se tocan a lo largo de las aristas de la celda unidad. Si los radios iónicos son r_+ y r_- , calcula la longitud de cada cara de la celda unidad.

EJERCICIO 19. En una red de Cloruro de Cesio, los iones se tocan a lo largo de la diagonal del cubo. Si los radios iónicos son r_+ y r_- , calcula la longitud de la arista de la celda unidad.

EJERCICIO 20. El cloruro de cesio cristaliza en una celda unidad cúbica centrada en las caras. Calcula el radio del ion Cs si la densidad del cloruro de cesio es $3,97 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, asumiendo que los iones se tocan a lo largo de la diagonal del cubo.

Dato: $r(\text{Cl}^-) = 181 \text{ pm}$

EJERCICIO 21. La celda unidad de un sólido tiene átomos de W en los vértices, átomos de oxígeno en los centros de cada arista del cubo, y un átomo de Na en el centro del cubo. ¿Cuál es la fórmula empírica del compuesto?

Predicción de las propiedades físicas de compuestos iónicos.

EJERCICIO 22. ¿Cuál de los siguientes compuestos tiene el punto de fusión más alto, KI o CaO?

EJERCICIO 23. ¿Cuál debe esperar que tenga una mayor solubilidad en agua, el NaI o el MgCl_2 ? ¿Por qué?

EJERCICIO 24. A temperatura ambiente, el hierro cristaliza en una estructura bcc. Mediante difracción de Rayos X, la arista de la celda cúbica correspondiente resulta ser 287 pm (Figura 1). ¿Cuál es el radio de un átomo de hierro?

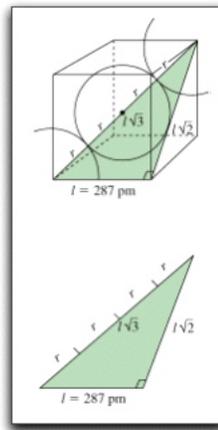


Figura 1: Estructura bcc

EJERCICIO 25. El K cristaliza en la estructura bcc. ¿Cuál es la longitud de la celda unidad en esta estructura? Radio metálico del K 227 pm

Radios atómicos

EJERCICIO 26. El aluminio cristaliza en una estructura fcc. Dado que el radio atómico del Al es $143,1 \text{ pm}$, ¿cuál es el volumen de una celda unidad?

Relación entre la densidad y los datos de la estructura cristalina

EJERCICIO 27. Utilizando los datos de la cuestión 24, junto con la masa molar del Fe y la constante de Avogadro, calcula la densidad del hierro.

EJERCICIO 28. Utilizando el resultado de la cuestión 25, junto con la masa molar del K y la constante de Avogadro, calcula la densidad del potasio.

EJERCICIO 29. Utilizando el resultado de la cuestión 26, junto con la masa molar del Al y su densidad, $2,6984 \text{ g/cm}^{-3}$, para estimar la constante de Avogadro, N_A . $A(\text{Al})=26,9 \text{ g/mol}$.

Relación entre los radios iónicos y las dimensiones de la celda unidad de un cristal iónico.

EJERCICIO 30. Los radios iónicos del Na^+ y Cl^- en el NaCl son 99 y 101 pm, respectivamente. ¿Cuál es la longitud de la celda unidad del NaCl?

EJERCICIO 31. El radio iónico del Cs^+ es 167 pm. Determina la longitud de la celda unidad del CsCl

EJERCICIO 32. Estimar la densidad del NaCl.

Soluciones a los Ejercicios

Ejercicio 1. Forman cristales duros y quebradizos; altos puntos de fusión; conductores eléctricos en fase líquida y en disolución. Ejercicio 1

Ejercicio 2. 1. Son las interacciones electrostáticas establecidas entre un ion y una molécula polar 2. es la relación entre el radio del cation y del anion. Es una magnitud menor que cero 3. es una red cristalina en que cada ion está rodeado de ocho cationes vecinos de carga opuesta Ejercicio 2

Ejercicio 3. $MgCl_2$ dado que implica a elementos con muy diferente electronegatividad. Ejercicio 3

Ejercicio 4. $NaCl$, como el Cl^- es más pequeño que el I^- , tiene una mayor densidad de carga y las atracciones electrostáticas son mayores en el $NaCl$ que en el NaI . Cuanto mayores son las interacciones electrostáticas mayor es el punto de fusión (temperatura necesaria para fundir la red iónica). Ejercicio 4

Ejercicio 5. Ag^+ ya que es el que tiene la menor densidad de carga. Ejercicio 5

Ejercicio 6. I^- ya que tiene una menor densidad de carga. Ejercicio 6

Ejercicio 7. $SnCl_2$ tiene un mucho mayor punto de fusión debido a la baja densidad de carga del $Sn(II)$. El compuesto será predominantemente iónico. La elevada densidad de carga del $Sn(IV)$ hace que el $SnCl_4$ tenga un enlace covalente, se formen moléculas discretas de pequeño tamaño unidas por fuerzas de van der Waals y por tanto tenga un bajo punto de fusión. Ejercicio 7

Ejercicio 8. El $Cu(II)$ no tiene una configuración electrónica de gas noble, lo cual de acuerdo con la 3ª regla de Fajans hace que el $CuCl_2$ tenga un mayor grado de covalencia y que tenga un menor punto de fusión. Una explicación alternativa es que el $Cu(II)$ tiene una electronegatividad más baja que el $Mg(II)$ lo que hace que forme enlaces covalentes. Ejercicio 8

Ejercicio 9. No. Los compuestos iónicos no se disuelven en disolvente apolares porque el proceso de disolución necesita la formación de interacciones ion-dipolo. Moléculas de disolventes apolares no poseen dipolos. Ejercicio 9

Ejercicio 10. Las atracciones electrostáticas (iónicas) entre el Ca^{+2} y el CO_3^{2-} son más fuertes que las atracciones ion-dipolo que se formarían entre cada ion y las moléculas de agua disolvente. Ejercicio 10

Ejercicio 11. Depende de la relación de radios. Ejercicio 11

Ejercicio 12. En general los aniones son mayores que los cationes; por ello es más apropiado considerar la red como una ordenación de aniones donde los cationes ocupan los huecos originados. Ejercicio 12

Ejercicio 13. (a) estructura de fluorita; (b) estructura de cloruro sódico; (c) estructura de sulfuro de cinc. Ejercicio 13

Ejercicio 14. La elección está entre un enlace metálico y otro covalente. Con un punto de fusión tan pequeño (y en ausencia de otros datos) la primera elección sería afirmar que sería un compuesto covalente. Una medición de sus elevada conductividad eléctrica (así como la observación de su brillo metálico) nos confirmaría que se trata de un enlace metálico. Ejercicio 14

Ejercicio 15. En el sólido, hay un enlace iónico compartido entre los seis próximos vecinos de cada ion. En fase gaseosa hay un enlace directo ionico/covalente entre pares de iones.

Ejercicio 15

Ejercicio 16. Los puntos de fusión de los compuestos iónicos dependen de la energía de red. El NaF tiene una mayor energía de red ya que el F^- es más pequeño (mayor densidad de carga) que el Cl^- . El NaF tendrá el mayor punto de fusión.

Ejercicio 16

Ejercicio 17. $CuCl_2$. La alta densidad de carga del ion $Cu(II)$ tiene como consecuencia una mayor energía reticular y por tanto un mayor punto de fusión.

$PbCl_2$. La muy alta densidad de carga del ion $Pb(IV)$ tiene como consecuencia un enlace esencialmente covalente y por tanto un punto de fusión menor. El $PbCl_2$ tendrá por tanto el P.F. mayor

Ejercicio 17

Ejercicio 18. La longitud de la arista es $2(r_+ + r_-)$.

Ejercicio 18

Ejercicio 19. La longitud de la diagonal del cubo es $2(r_+ + r_-)$. Utilizando el teorema de Pitágoras, la longitud de la arista será $[\frac{2}{\sqrt{3}}(r_+ + r_-)] = 1,15(r_+ + r_-)$

Ejercicio 19

Ejercicio 20. La celda unidad del CsCl contiene solo un par de iones. Entonces:

$$\text{masa} = \frac{168,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 2,8 \times 10^{-22} \text{ g}$$

$$\text{volumen} = \frac{2,80 \times 10^{-22} \text{ g}}{3,97 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = 7,05 \times 10^{-23} \text{ cm}^{-3} = 7,05 \times 10^7 \text{ pm}^{-3}$$

$$\text{longitud de la arista} = \sqrt{7,05 \times 10^7 \text{ pm}^{-3}} = 413 \text{ pm}$$

Utilizando el resultado del ejercicio 19 la suma de los radios iónicos es $\frac{413 \text{ pm}}{1,15} = 359 \text{ pm}$. Por tanto $r(Cs^-) = 359 \text{ pm} - 181 \text{ pm} = 178 \text{ pm}$

Ejercicio 20

Ejercicio 21. $NaWO_3$

Ejercicio 21

Ejercicio 22. Ca^{+2} y O^{2-} tienen una carga mayor que K^+ y I^- . Además, el Ca^{2+} es de menor tamaño que el K^+ , y el de O^{2-} es menor que el I^- . Cabe esperar que las fuerzas electrostáticas entre iones en el CaO cristalino sean mayores que en el KI. El CaO debe tener un punto de fusión más alto. (Los puntos de fusión son KI(677 °C) y CaO (2590 °C))

Ejercicio 22

Ejercicio 23. NaI

Ejercicio 23

Ejercicio 24. 124 pm

Ejercicio 24

Ejercicio 25. 524 pm

Ejercicio 25

Ejercicio 26. $6,628 \times 10^7 \text{ pm}$

Ejercicio 26

Ejercicio 27. $7,86 \text{ g/cm}^3$

Ejercicio 27

Ejercicio 28. $0,903 \text{ g/cm}^3$

Ejercicio 28

Ejercicio 29. $6,035 \times 10^{23}$

Ejercicio 29

Ejercicio 30. 560 pm

Ejercicio 30

Ejercicio 31. 402 pm

Ejercicio 31

Ejercicio 32. $2,21 \text{ g/cm}^{-3}$

Ejercicio 32