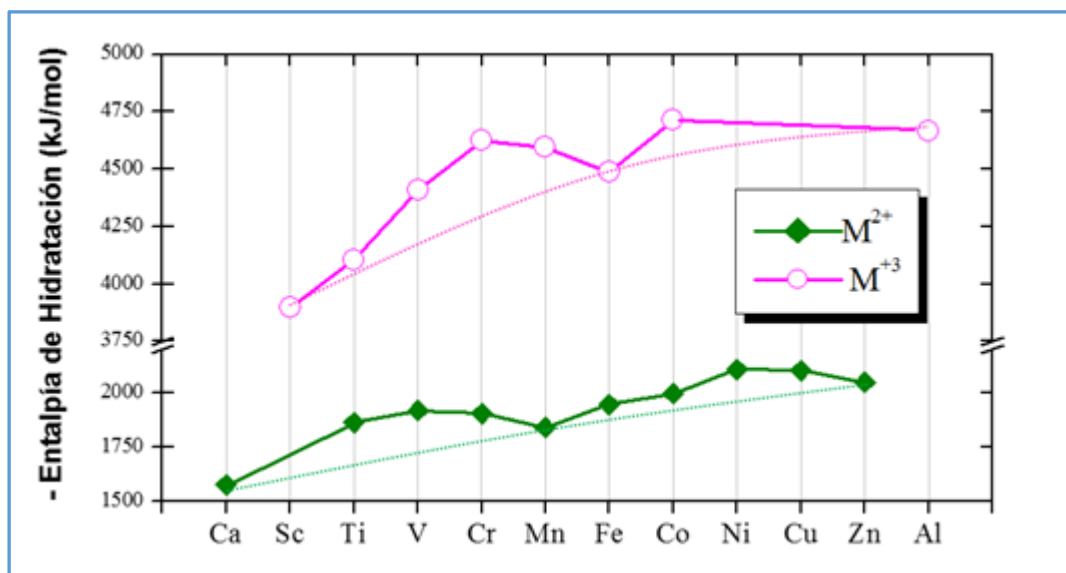


# PROBLEMAS DE QUÍMICA INORGÁNICA: ELEMENTOS METÁLICOS Y SUS COMPUESTOS

Dra. M<sup>a</sup> Elena Arroyo y de Dompablo  
Departamento de Química Inorgánica  
Universidad Complutense de Madrid



INFO ABOUT RIGHTS



2 007104 712240

[www.safecreative.org/work](http://www.safecreative.org/work)



# Índice

Prólogo.....	2
Problema 1.....	3
Problema 2.....	4
Problema 3 .....	4
Problema 4 .....	5
Problema 5.....	5
Problema 6.....	6
Problema 7.....	6
Problema 8.....	7
Problema 9 .....	8
Problema 10 .....	9
Problema 11.....	9
Problema 12.....	10



INFO ABOUT RIGHTS



2 007104 712240

[www.safecreative.org/work](http://www.safecreative.org/work)



# Prólogo

Los problemas aquí presentados se han elaborado para estudiantes de la asignatura de Química Inorgánica I del Grado en Química de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid. Se abordan aspectos relevantes de los elementos metálicos, como la fortaleza del enlace y su reactividad. Se estudian también algunos de los tipos de compuestos que pueden formar, prestando especial atención a los sólidos iónicos.



INFO ABOUT RIGHTS



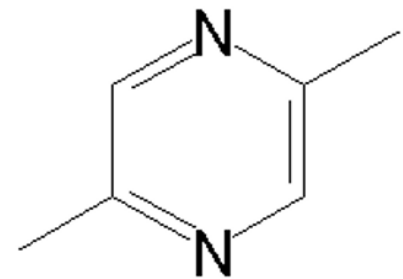
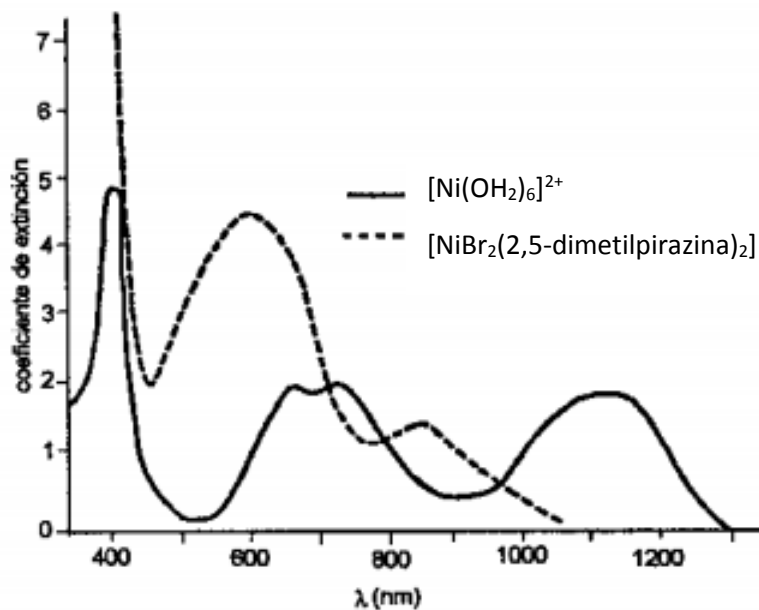
2 007104 712240

[www.safecreative.org/work](http://www.safecreative.org/work)

**Pregunta 1.** Los compuestos de coordinación  $[\text{Ni}(\text{OH}_2)_6]\text{Cl}_2$  y  $[\text{NiBr}_2(2,5\text{-dimetilpirazina})_2]$  presentan geometrías octaédrica y plano-cuadrada, respectivamente. De las siguientes “pruebas” indique cuáles podría utilizar para diferenciarlos. Explique qué resultados obtendría en cada caso para cada uno de los compuestos.

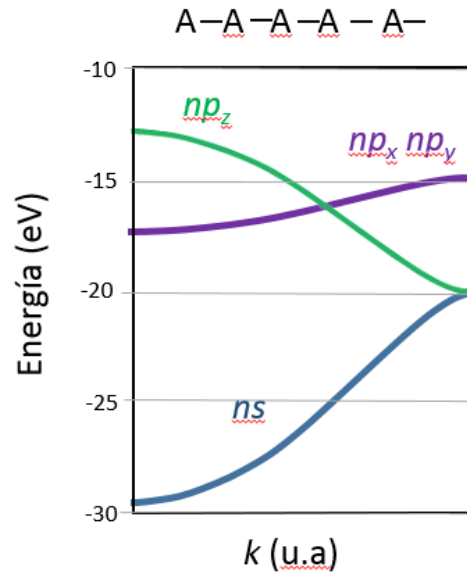
- i) medidas de conductividad en disolución
- ii) inspección visual
- iii) medidas del momento magnético

**Datos:**



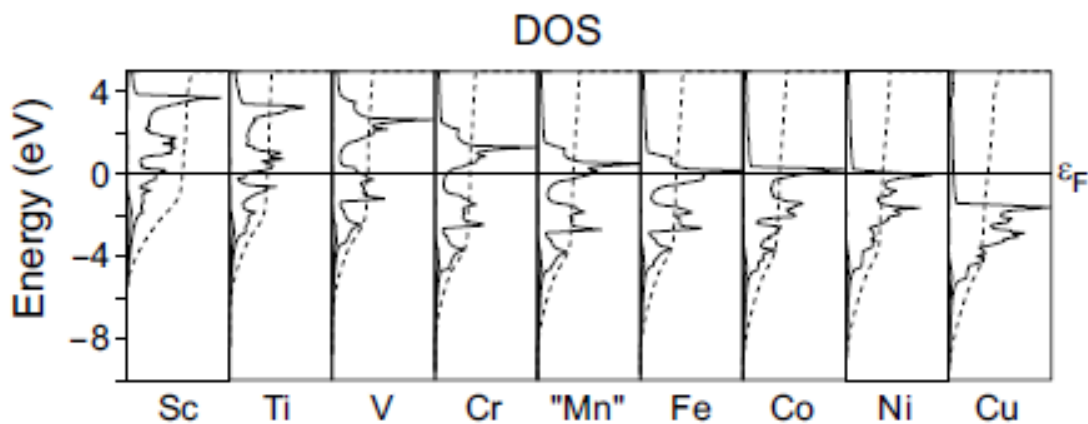
**Pregunta 2.** La siguiente figura muestra una región del diagrama de bandas para una hipotética cadena de átomos A de configuración  $ns^2p^x$ .

- ¿Cuántas bandas aparecen en el diagrama?
- Comente la anchura de las bandas en función del solapamiento de los orbitales atómicos
- Dibuje un esquema de bandas rectangulares a la derecha de la figura e indique qué orbitales s y p participan en los diferentes estados
- Discuta la posición del nivel de Fermi en su esquema de bandas para  $0 \leq n \leq 6$ . ¿En qué casos el comportamiento es metálico?
- Si A fuese un elemento de transición, ¿qué bandas adicionales deberían aparecer en la figura?. Rerepresente el esquema de bandas rectangulares del apartado b para un metal de transición.



**Pregunta 3.** La siguiente figura<sup>1</sup> muestra la densidad de estados calculada para los metales de transición del cuarto periodo, suponiendo una misma estructura cristalina.

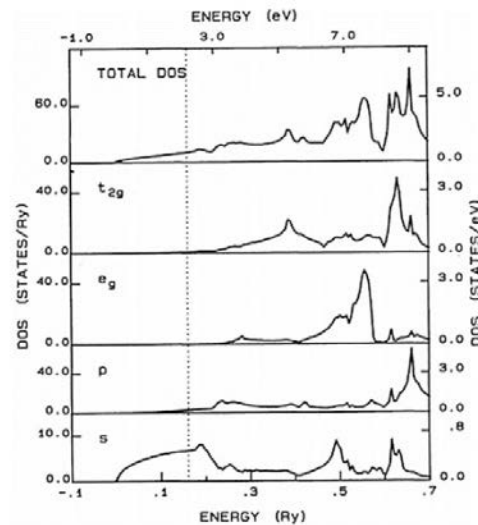
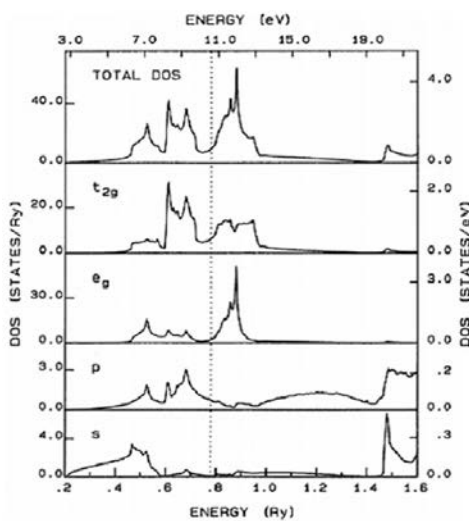
- En base a la figura explique razonadamente la variación de la entalpía de vaporización para estos metales
- ¿Cómo espera que varíe su reactividad frente al oxígeno?
- Discuta de forma cualitativa el comportamiento magnético de estos metales



<sup>1</sup> Richard Dronskowski en "Computational Chemistry of Solid State Materials, A Guide for Materials Scientists, Chemists, Physicists and others", Wiley 2007

**Pregunta 4.** Las siguientes figuras<sup>2</sup> muestran la densidad de estados de dos metales del cuarto periodo.

- Explique razonadamente cuál corresponde a un metal alcalino y cuál a un metal de transición.
- Justifique cuál de estos dos metales presentará i) mayor punto de fusión ii) menor densidad y iii) menor reactividad frente al oxígeno
- Comente el comportamiento magnético esperado para ambos metales
- Discuta cuál podría ser la configuración electrónica del metal de transición anterior. ¿Cómo variaría la densidad de estados para el elemento situado a su derecha?



**Pregunta 5.** ZnS y CdS presentan polimorfismo, pudiendo cristalizar en estructuras tipo blenda y wurtzita, mientras que HgS presenta una estructura en cadenas.

- Determine si el entorno de coordinación de los cationes en estas estructuras está de acuerdo con el tamaño relativo de los iones. Discuta los resultados

Datos: radios (pm)  $S^{2-} = 184$ ;  $Zn^{2+} = 74$ ;  $Cd^{2+} = 100$ ;  $Hg^{2+} = 102$

- Dibuje un esquema de bandas que permita justificar la variación de los valores de band-gap de los sulfuros MS en base a la naturaleza del enlace

Compuesto	ZnS (wurtzita)	ZnS (blenda)	CdS (wurtzita)	CdS (blenda)	HgS (cadenas)
Band Gap (eV)	3.8	3.6	2.5	2.4	1.8

- Describa las diferencias estructurales existentes entre los polimorfos blenda y wurtzita. Evalúe si los puntos de fusión de blenda-CdS y wurtzita-CdS serán muy distintos.

<sup>2</sup> Dimitris A. Papaconstantopoulos, en "Handbook of the Band Structure of Elemental Solids From Z = 1 To Z = 112" Second Edition, Springer 2015



**Pregunta 6.**

- a) La formación de un sólido metálico se produce gracias al solapamiento de los orbitales atómicos de los átomos constituyentes. Discuta brevemente las condiciones de energía y simetría que deben poseer los orbitales atómicos para que el solapamiento sea eficaz, y su relación con las funciones de onda radial y angular.
- b) Según lo comentado, explique la distinta variación de la entalpía de vaporización en los grupos 1 y 8 del sistema periódico.

Metal	$\Delta H_v$ (kJ/mol)	Metal	$\Delta H_v$ (kJ/mol)
<b>Na</b>	108		
<b>K</b>	90	<b>Fe</b>	415
<b>Rb</b>	80	<b>Ru</b>	650
<b>Cs</b>	79	<b>Os</b>	790

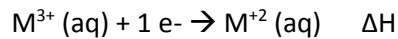
- c) Teniendo en cuenta que  $\Delta H_{\text{formación}} \text{NaCl}_2 = 879 \text{ kJ/mol}$  y  $\Delta H_{\text{formación}} \text{FeCl}_2 = -350 \text{ kJ/mol}$  ¿Puede decirse que el Fe es más reactivo frente al  $\text{Cl}_2$  que el Na?. Si lo considera necesario, ayúdese de un ciclo termoquímico.

**Pregunta 7.** Sobre el CaO

- a) Determine según la relación de radios, y a la naturaleza del enlace, que tipo estructural podría presentar. Dibuje y explique esta estructura. Datos: Radios (pm):  $\text{Ca}^{2+} = 100$   $\text{O}^{2-} = 140$ , masas atómicas: O = 16, Ca = 40.
- b) Sabiendo que su densidad es de  $3300 \text{ kg m}^{-3}$ , calcule el parámetro de red de la celda unidad.
- c) Dibuje y explique un modelo de bandas que justifique las propiedades eléctricas de este óxido (band gap = 6.3 eV)
- d) Indique el tipo de defectos que se formarían si una pequeña cantidad de CaO se añade a a i)  $\text{ZrO}_2$  ii) NaCl y iii) NiO

**Pregunta 8.**

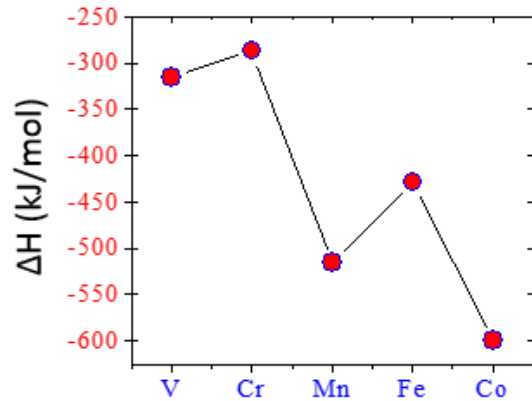
a) La tabla adjunta recoge datos referentes a factores que afectan a la reactividad de los metales V, Cr, Mn, Fe y Co en disolución acuosa. Utilizando los datos que considere oportunos, proponga un ciclo termoquímico que justifique la variación de entalpía de la semireacción:



y que se muestra en la figura anexa.

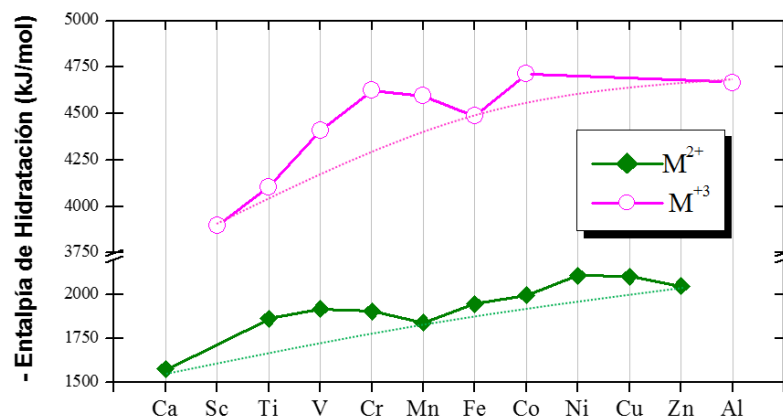
b) Enumere los factores que contribuyen a aumentar la entalpía de hidratación de los cationes  $M^{2+}$  y  $M^{3+}$ .

c) ¿Por qué la entalpía de vaporización del Fe es menor que la del V? Si lo considera necesario, utilice un esquema de su densidad de estados.



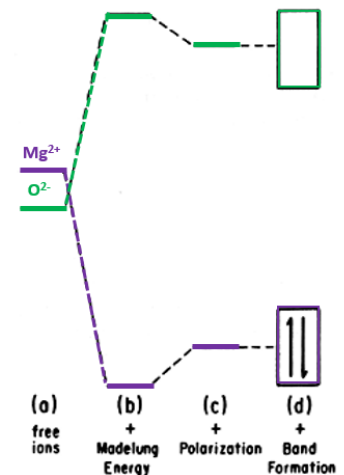
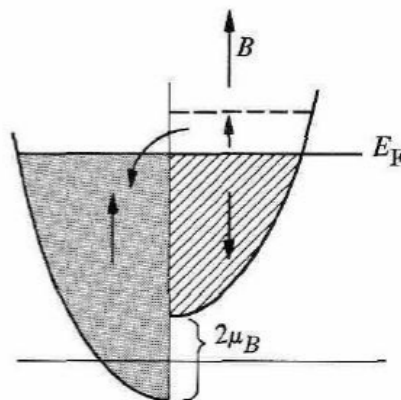
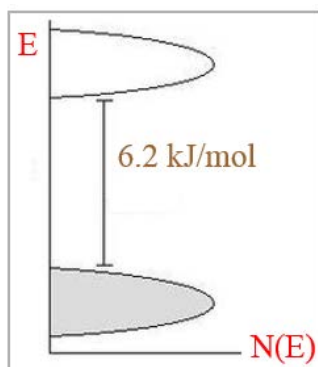
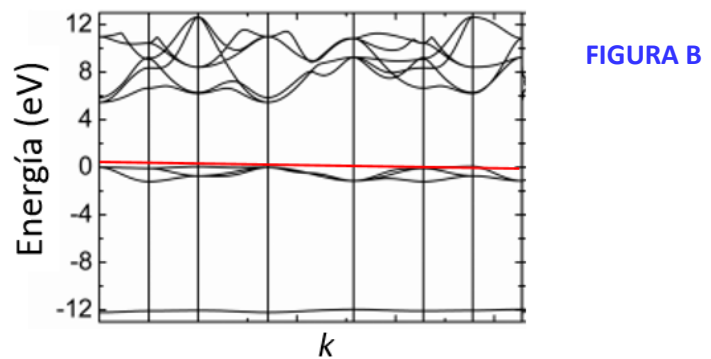
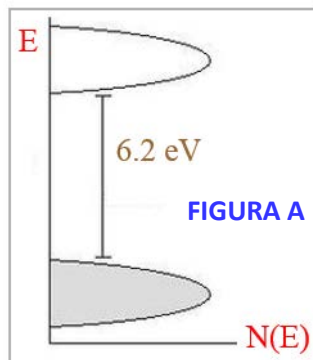
**Datos:**

	V	Cr	Mn	Fe	Co
<b>M EI<sub>3</sub> (kJ/mol)</b>	2828	2987	3248	2957	3232
<b>M EI<sub>2</sub> (kJ/mol)</b>	1376	1635	1513	1564	1647
<b>M EI<sub>1</sub> (kJ/mol)</b>	650	652	716	762	758
<b>M<sup>2+</sup> ΔH<sub>hidratación</sub>(kJ/mol)</b>	-1896	-1926	-1863	-1959	-2080
<b>M<sup>3+</sup> ΔH<sub>hidratación</sub>(kJ/mol)</b>	-4408	-4626	-4596	-4487	-4713
<b>MΔH<sub>vaporización</sub>(kJ/mol)</b>	514	397	283	418	428



**Pregunta 9.** El óxido de magnesio es un sólido blanco:

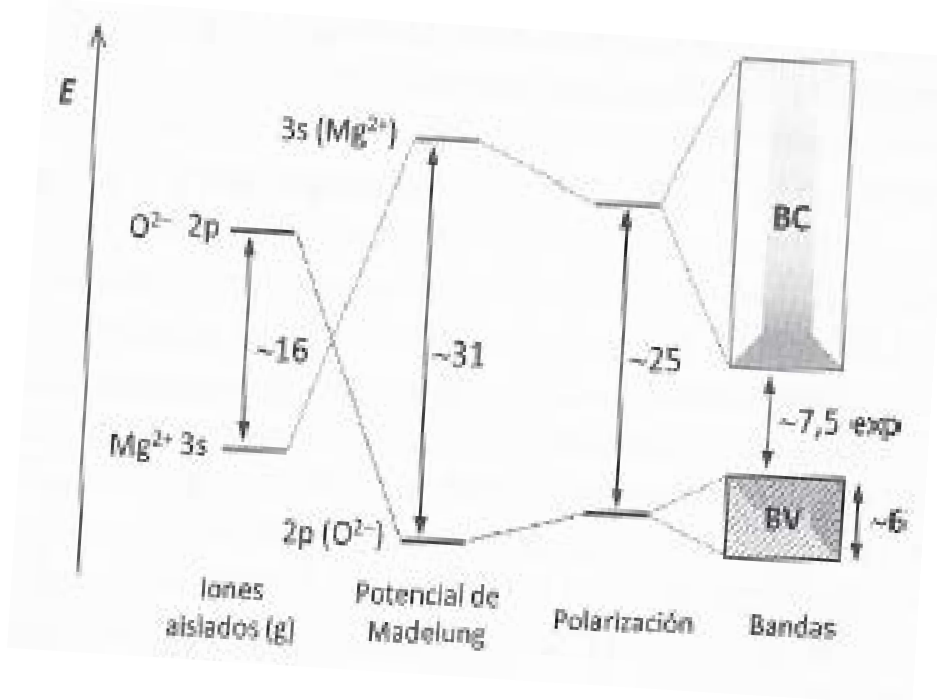
- Determine según la relación de radios, y la naturaleza del enlace, el tipo estructural que podría presentar.
- Sabiendo que su densidad es de  $3600 \text{ kg m}^{-3}$ , calcule el parámetro de red de la celda unidad.
- Indique el tipo de defectos formados al añadir una pequeña cantidad a i) NaCl y ii)  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$
- Seleccione razonadamente la(s) figura(s) que usaría para explicar sus propiedades eléctricas



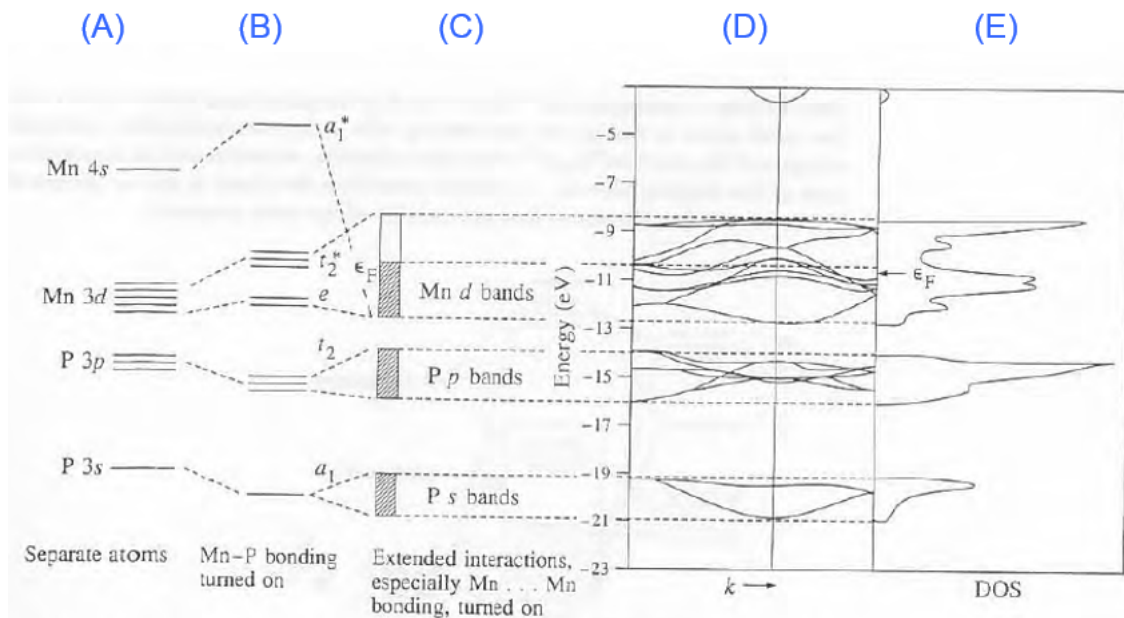
**Datos:** Radios (pm):  $\text{Mg}^{2+} = 72$   $\text{O}^{2-} = 140$ ,

masas atómicas: O = 16, Mg = 24,3.

**Pregunta 10.** Explicar la siguiente figura. ¿Cómo se modificaría para el CaO?. ¿Qué óxido, CaO o MgO tendrá mayor GAP? Justifique la respuesta.



**Pregunta 11.** Para la siguiente figura<sup>3</sup>, explique qué representan los paneles A-E



<sup>3</sup> Adaptada de J. Huheey, E. Keiter y R. Keiter en "Inorganic Chemistry: principles of structure and reactivity", HarperCollins College Publishers, 1993

**Pregunta 12.** Discuta la relación enlace-estructura-propiedades (GAP, color) para estos minerales.

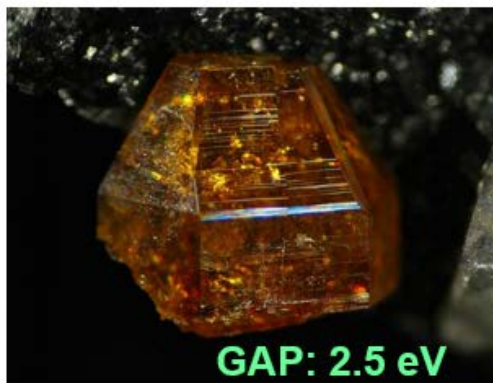
**Datos:** radios iónicos (pm) :  $\text{Pb}^{2+}=120$ ,  $\text{Pb}^{4+} = 77$ ,  $\text{Cd}^{2+} = 100$ ,  $\text{Hg}^{2+}= 102$ ,  $\text{S}^{2-} = 184$



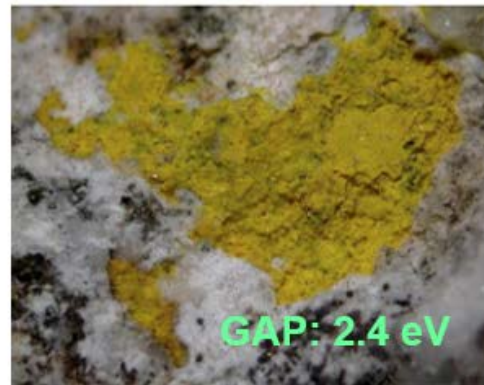
Cinabrio, HgS (cadenas)



Galena, PbS (tipo NaCl)



Greenockita (CdS, wurtzita)



Hawleyite (CdS, blenda)



INFO ABOUT RIGHTS



2 007104 712240  
[www.safecreative.org/work](http://www.safecreative.org/work)