

**OLIMPIADA DE QUÍMICA 2010-2011****FASE LOCAL****11 de Febrer de 2011**

*Es disposa d'un temps màxim de noranta minuts per resoldre aquesta part de la prova. Darrere del problema 3 trobareu les masses atòmiques relatives.*

**PROBLEMES**

1. Per combustió de 0,2345 g d'un compost orgànic que sols conté C, H i O s'obtenen 0,48 g de diòxid de carboni. En cremar 0,5321g del mateix compost s'obtenen 0,3341 g d'aigua. La densitat del compost orgànic en estat de gas, respecte de la densitat del nitrogen, és de 3,07, en les mateixes condicions de pressió i temperatura. Calculeu la fórmula empírica i molecular del compost.

2. El clorur de sodi és un sòlid iònic que cristalitza en una xarxa cúbica centrada en les cares d'anions, amb els cations ocupant els forats octaèdrics.

a) Dibuixa la cel·la unitat

b) Indica l'índex de coordinació del catió i de l'anió i el seu poliedre de coordinació.

c) Explica la raó per la qual assignem al clorur de sodi la fórmula NaCl

d) Justifica la fórmula que correspon a la cel·la unitat

e) Els radis dels ions  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  són  $0,95 \cdot 10^{-8}$  i  $1,81 \cdot 10^{-8}$  cm., respectivament. Calcula la densitat del clorur de sodi

f) En els sòlids iònics és freqüent l'existència de defectes reticulars, i com a conseqüència, la no estequiometria. Quants anions clorur falten, per mol de compost, en un cristall que té de fórmula  $\text{NaCl}_{0,98}$ ? Quina serà la fórmula d'una mostra de clorur de sodi en la que falten 13 mil milions de cations sodi per cada mol d'anions clorur?

3. S'introdueix pentaclorur de fòsfor ( $\text{PCl}_5$ ) en un recipient on s'ha fet el buit i, quan s'escalfa a 500 K i una atmosfera de pressió total, es descompon parcialment en triclorur de fòsfor i clor. La mescla en equilibri dels tres gasos té una densitat de 2,83 g/L. Calcula, en aquestes condicions,  $K_P$ ,  $K_C$  i el grau de dissociació del pentaclorur de fòsfor.

Si a 500K s'introdueixen en un recipient d'1 L:

a) 0,1 mols de  $\text{PCl}_5$ , 0,1 mols de  $\text{PCl}_3$  i 0,1 mols de  $\text{Cl}_2$

b) 0,1 mols de  $\text{PCl}_5$  i 0,1 mols de  $\text{PCl}_3$

c) 0,1 mols de  $\text{PCl}_5$  i 0,1 mols de  $\text{Cl}_2$

d) 0,1 mols de  $\text{PCl}_3$  i 0,1 mols de  $\text{Cl}_2$

Calcula, en cada cas, la composició de la mescla en equilibri

DADES:

*Masses atòmiques relatives de possible interès i altres dades:*

O=16      H=1      C=12      N=14      Na=23      Cl=35,5

P=31

$R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$      $T \text{ (K)}=t(^{\circ}\text{C})+273$      $1 \text{ atm}=760 \text{ mmHg}$

**OLIMPIADA DE QUÍMICA 2010-2011****FASE LOCAL****11 de Febrero de 2011**

*Se dispone de un tiempo máximo de noventa minutos para esta parte de la prueba. Detrás del tercer problema se dan las masas atómicas relativas.*

**PROBLEMAS**

1. Por combustión de 0,2345 g de un compuesto orgánico que sólo contiene C, H y O se obtienen 0,48 g de dióxido de carbono. Al quemar 0,5321g del mismo compuesto se obtienen 0,3341 g de agua. La densidad del compuesto orgánico en estado gaseoso, respecto de la densidad del nitrógeno, es de 3,07, en las mismas condiciones de presión y temperatura. Calculad la fórmula empírica y molecular del compuesto.

2. El cloruro de sodio es un sólido iónico que cristaliza en una red cúbica centrada en las caras de aniones, con los cationes ocupando los huecos octaédricos.

a) Dibuja la celda unidad

b) Indica el índice de coordinación del catión y del anión y su poliedro de coordinación.

c) Explica la razón por la que asignamos al cloruro de sodio la fórmula NaCl

d) Justifica la fórmula que corresponde a la celda unidad

e) Los radios de los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  son  $0,95 \cdot 10^{-8}$  y  $1,81 \cdot 10^{-8}$  cm., respectivamente. Calcula la densidad del cloruro de sodio

f) En los sólidos iónicos es frecuente la existencia de defectos reticulares, y como consecuencia, la no estequiometría. ¿Cuántos aniones cloruro faltan, por mol de compuesto, en un cristal que tiene de fórmula  $\text{NaCl}_{0,98}$ ? ¿Cuál será la fórmula de una muestra de cloruro de sodio en la que faltan 13 mil millones de cationes sodio por cada mol de aniones cloruro?

3. Se introduce pentacloruro de fósforo ( $\text{PCl}_5$ ) en un recipiente donde se ha hecho el vacío y, cuando se calienta a 500 K y una atmósfera de presión total, se descompone parcialmente en tricloruro de fósforo y cloro. La mezcla en equilibrio de los tres gases tiene una densidad de 2,83 g/L. Calcula, en estas condiciones,  $K_p$ ,  $K_c$  y el grado de disociación del pentacloruro de fósforo.

Si a 500K se introducen en un recipiente de 1 L:

a) 0,1 moles de  $\text{PCl}_5$ , 0,1 moles de  $\text{PCl}_3$  y 0,1 moles de  $\text{Cl}_2$

b) 0,1 moles de  $\text{PCl}_5$  y 0,1 moles de  $\text{PCl}_3$

c) 0,1 moles de  $\text{PCl}_5$  y 0,1 moles de  $\text{Cl}_2$

d) 0,1 moles de  $\text{PCl}_3$  y 0,1 moles de  $\text{Cl}_2$

Calcula, en cada caso, la composición de la mezcla en equilibrio

DATOS:

*Masas atómicas relativas de posible interés y otros datos:*

O=16      H=1      C=12      N=14      Na=23      Cl=35,5

P=31

$R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$      $T(\text{K})=t(^{\circ}\text{C})+273$      $1 \text{ atm}=760 \text{ mmHg}$

**OLIMPIADA DE QUÍMICA 2010-2011****FASE LOCAL****11 de Febrer de 2011**

*Es disposa d'un temps màxim de setanta-cinc minuts per resoldre aquesta part de la prova.*

**QÜESTIONS**

1. Indica la resposta correcta. Els números atòmics de tres elements consecutius d'una mateixa família de transició són:

- a) 28, 47, 76
- b) 38, 56, 88
- c) 39, 57, 89
- d) 31, 49, 81
- e) 19, 37, 55

2. El mètode Ostwald per obtenir àcid nítric consisteix en la combustió catalítica de l'amoníac. Consta de tres etapes:

- oxidació de l'amoníac a NO (Pt, cat):  $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$

- oxidació del NO a NO<sub>2</sub>:  $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$

- dissolució en aigua del NO<sub>2</sub> format:  $3 \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3 + \text{NO}$

- a) Indica l'estat d'oxidació del nitrogen en tots els compostos on apareix
- b) Dibuixa les estructures de Lewis de tots els compostos de nitrogen utilitzats
- c) Discuteix comparativament l'angle d'enllaç O-N-O en els anions NO<sub>2</sub><sup>-</sup> i NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

3. De les següents espècies, una no és triangular plana. Quina?

- a) NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- b) BCl<sub>3</sub>
- c) SO<sub>3</sub>
- d) BF<sub>3</sub>
- e) ICl<sub>3</sub>

4. Situa els elements N, O, F i S al sistema periòdic.

- a) Indica el número atòmic de cada element
- b) Escribeu la seua configuració electrònica en estat fonamental
- c) Escribeu les configuracions electròniques dels anions: N<sup>3-</sup>, O<sup>2-</sup>, S<sup>2-</sup>, F<sup>-</sup>
- d) Ordena els ions d'abans per la seua grandària decreixent
- e) Escribeu la fórmula de la molècula que cada element forma amb l'hidrogen
- f) Discuteix comparativament la geometria de les molècules anteriors
- g) Ordena les molècules d'abans pel seu punt d'ebullició creixent.

5. El terme “proof” que apareix a les botelles de begudes alcohòliques es defineix com el doble del percentatge en volum d’etanol pur a la dissolució. Així, una dissolució del 95% (v/v) d’etanol és 190 proof. Quina és la molaritat d’una dissolució que siga 92 “proof”? Densitat de l’etanol:  $0,8 \text{ g/cm}^3$ ; densitat de l’aigua:  $1 \text{ g/cm}^3$ . Dades: etanol,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ . Masses atòmiques relatives,  $\text{C}=12$ ,  $\text{O}=16$ ,  $\text{H}=1$ .

6. Quina de les següents dissolucions aquoses conté un major número d’ions?

- a) 400 mL de  $\text{NaCl}$  0,10 M
- b) 300 mL de  $\text{CaCl}_2$  0,2 M
- c) 200 mL de  $\text{FeCl}_3$  0,1 M
- d) 200 mL de  $\text{KCl}$  0,1 M
- e) 800 mL de sacarosa 0,1 M.

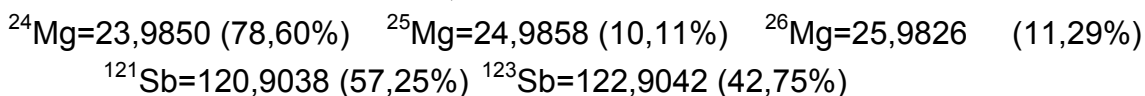
7. Explica el tipus d’hibridació utilitzat en cada àtom de carboni, nitrogen i oxigen dels següents compostos:

- a) etí,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ; b) etilmetilamina,  $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ ; c) metanal,  $\text{CH}_2\text{O}$ ; d) dimetilèter,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

8. En cadascuna de les següents frases, modifica, d’allò que no està subratllat, allò que siga incorrecte.

- a) Per un fotó la relació entre la seua freqüència ( $\nu$ ) i la seua longitud d’ona ( $\lambda$ ), és  $\nu=1/\lambda$
- b) Els fotons de llum ultraviolada (UV) de  $\lambda=300 \text{ nm}$ , tenen menor energia que els de radiació infraroja (IR) de  $\lambda=1000 \text{ nm}$
- c) La sèrie de línies de Balmer de l’àtom d’hidrogen correspon a les transicions des de  $n=3, 4, 5, \dots$ , fins  $n=1$  (on “n” és el número quàntic principal).
- d) En l’àtom d’hidrogen la transició  $3d \rightarrow 3p$  sols genera una línia espectral en l’espectre d’emissió de l’hidrogen
- e) Si un electró té números quàntics  $n=7, l=3, m_l=2, m_s=1/2$ , l’orbital que ocupa és el 7d.

9. Els isòtops del magnesi i de l’antimoni, juntament amb la massa de cadascun i la seua abundància, són:



La massa molar del compost  $\text{Mg}_3\text{Sb}_2$  és aleshores:

- a) 500 g/mol
- b) 416,45 g/mol
- c) 316,45 g/mol

d) 260,00 g/mol

e) un altre valor

**10.** A la reacció  $2 \text{CO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g})$ , com afecta l'equilibri un augment, a pressió i temperatura constants, de la quantitat de  $\text{CO}_2$ ? I un augment a temperatura constant de la pressió total?

a) En els dos casos es produeix un desplaçament de l'equilibri cap a la dreta

b) Un augment de la quantitat de  $\text{CO}_2$  desplaça l'equilibri cap a la dreta, mentre que un augment de la pressió total el desplaça cap a l'esquerra

c) Un augment de la quantitat de  $\text{CO}_2$  desplaça l'equilibri cap a l'esquerra, mentre que un augment de la pressió total el desplaça cap a la dreta

**11.** La variació d'entalpia és igual a la calor quan:

a) El volum es manté constant

b) La temperatura es manté constant

c) La pressió es manté constant

**12.** Quan coincideixen els valors de les constants d'equilibri  $K_p$  i  $K_c$ ?

a) Mai

b) Quan n'hi ha els mateixos mols totals de reactius que de productes

c) Quan n'hi ha els mateixos mols de reactius gasosos que de productes gasosos.





**OLIMPIADA DE QUÍMICA 2010-2011****FASE LOCAL****11 de Febrero de 2011**

*Se dispone de un tiempo máximo de setenta y cinco minutos para esta parte de la prueba.*

**CUESTIONES**

1. Indica la respuesta correcta. Los números atómicos de tres elementos consecutivos de una misma familia de transición son:

- a) 28, 47, 76
- b) 38, 56, 88
- c) 39, 57, 89
- d) 31, 49, 81
- e) 19, 37, 55

2. El método Ostwald para obtener ácido nítrico consiste en la combustión catalítica del amoníaco. Consta de tres etapas:

- oxidación del amoníaco a NO (Pt, cat):  $4 \text{NH}_3 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$

- oxidación del NO a NO<sub>2</sub>:  $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$

- disolución en agua del NO<sub>2</sub> formado:  $3 \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3 + \text{NO}$

- a) Indica el estado de oxidación del nitrógeno en todos los compuestos donde aparece
- b) Dibuja las estructuras de Lewis de todos los compuestos de nitrógeno utilizados
- c) Discute comparativamente el ángulo de enlace O-N-O en los aniones NO<sub>2</sub><sup>-</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

3. De las siguientes especies, una no es triangular plana. ¿Cuál?

- a) NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- b) BCl<sub>3</sub>
- c) SO<sub>3</sub>
- d) BF<sub>3</sub>
- e) ICl<sub>3</sub>

4. Sitúa los elementos N, O, F y S en el sistema periódico.

- a) Indica el número atómico de cada elemento
- b) Escribe la configuración electrónica de cada elemento en su estado fundamental

- c) Escribe las configuraciones electrónicas de los aniones:  $\text{N}^{3-}$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{F}^-$
- d) Ordena los iones anteriores por su tamaño decreciente
- e) Escribe la fórmula de la molécula que cada elemento forma con el hidrógeno
- f) Discute comparativamente la geometría de las moléculas anteriores
- g) Ordena las moléculas anteriores por su punto de ebullición creciente.

5. El término “proof” que aparece en las botellas de bebidas alcohólicas se define como el doble del porcentaje en volumen de etanol puro en la disolución. Así, una disolución del 95% (v/v) de etanol es 190 proof. ¿Cuál es la molaridad de una disolución que sea 92 “proof”? Densidad del etanol:  $0,8 \text{ g/cm}^3$ ; densidad del agua:  $1 \text{ g/cm}^3$ . Datos: etanol,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ . Masas atómicas relativas, C=12, O=16, H=1.

6. ¿Cuál de las siguientes disoluciones acuosas contiene un mayor número de iones?

- a) 400 mL de  $\text{NaCl}$  0,10 M
- b) 300 mL de  $\text{CaCl}_2$  0,2 M
- c) 200 mL de  $\text{FeCl}_3$  0,1 M
- d) 200 mL de  $\text{KCl}$  0,1 M
- e) 800 mL de sacarosa 0,1 M.

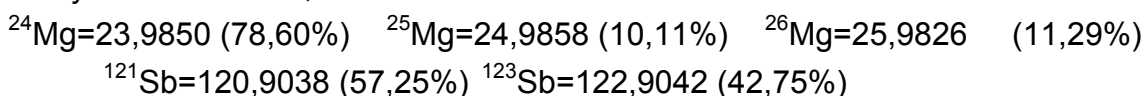
7. Explica el tipo de hibridación utilizado en cada átomo de carbono, nitrógeno y oxígeno de los siguientes compuestos:

- a) etino,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ; b) etilmetilamina,  $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ ; c) metanal,  $\text{CH}_2\text{O}$ ; d) dimetiléter,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

8. En cada una de las siguientes frases, modifica, de aquello que no está subrayado, lo que sea incorrecto.

- a) Para un fotón la relación entre su frecuencia ( $\nu$ ) y su longitud de onda ( $\lambda$ ), es  $\nu=1/\lambda$
- b) Los fotones de luz ultravioleta (UV) de  $\lambda=300 \text{ nm}$ , tienen menor energía que los de radiación infrarroja (IR) de  $\lambda=1000 \text{ nm}$
- c) La serie de líneas de Balmer del átomo de hidrógeno corresponde a las transiciones desde  $n=3, 4, 5, \dots$ , hasta  $n=1$  (donde “n” es el número cuántico principal).
- d) En el átomo de hidrógeno la transición  $3d \rightarrow 3p$  sólo genera una línea espectral en el espectro de emisión del hidrógeno
- e) Si un electrón tiene números cuánticos  $n=7, l=3, m_l=2, m_s=1/2$ , el orbital que ocupa es el 7d.

9. Los isótopos del magnesio y del antimonio, junto con la masa de cada uno y su abundancia, son:



La masa molar del compuesto  $\text{Mg}_3\text{Sb}_2$  es entonces:

- a) 500 g/mol
- b) 416,45 g/mol
- c) 316,45 g/mol
- d) 260,00 g/mol
- e) otro valor

10. En la reacción  $2 \text{CO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g})$ , ¿cómo afecta al equilibrio un aumento, a presión y temperatura constantes, de la cantidad de  $\text{CO}_2$ ? ¿Y un aumento a temperatura constante de la presión total?

- a) En los dos casos se produce un desplazamiento del equilibrio hacia la derecha
- b) Un aumento de la cantidad de  $\text{CO}_2$  desplaza al equilibrio hacia la derecha, mientras que un aumento de la presión total lo desplaza hacia la izquierda
- c) Un aumento de la cantidad de  $\text{CO}_2$  desplaza al equilibrio hacia la izquierda, mientras que un aumento de la presión total lo desplaza hacia la derecha

11. La variación de entalpía es igual al calor cuando:

- a) El volumen se mantiene constante
- b) La temperatura se mantiene constante
- c) La presión se mantiene constante

12. ¿Cuándo coinciden los valores de las constantes de equilibrio  $K_p$  y  $K_c$ ?

- a) Nunca
- b) Cuando hay los mismos moles totales de reactivos que de productos
- c) Cuando hay los mismos moles de reactivos gaseosos que de productos gaseosos.