



## XXVII OLIMPIADA DE QUÍMICA

### Fase Local EXTREMADURA - 2014

Nombre: \_\_\_\_\_

#### TEST DE PREGUNTAS MULTIRRESPUESTA (4 puntos)

Se deberá marcar con una cruz en la HOJA de RESPUESTAS (al final del test) la respuesta correcta de cada pregunta (sólo hay una respuesta válida en cada pregunta). Las preguntas contestadas erróneamente restan 1/4 de las respuestas correctamente respondidas. Las preguntas no contestadas no suman ni bajan la puntuación.

1.- El carbono contiene un 1,11 % del isótopo  $^{13}\text{C}$ . ¿Cuántos gramos del isótopo  $^{13}\text{C}$  hay en 50 gramos de etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ )?:

Masas atómicas ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ): H=1; C=12.

- A) 0,890      B) **0,444**      C) 0,222      D) 0,722

2.- Qué cantidad de las siguientes sustancias contiene mayor número de moléculas?:  
Masas atómicas ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ): H=1; C=12; O=16.

- A) **10 g de  $\text{CH}_4$**       B) 5 g de  $\text{CO}_2$   
C) 10 g de  $\text{O}_2$       D) 5 g de  $\text{H}_2\text{O}$

3.- ¿Cuál de las siguientes frases es correcta?:

- A) El volumen de 8 g de oxígeno es igual que el volumen de 8 g de hidrógeno, medidos en las mismas condiciones de presión y temperatura  
B) En 22,4 L de oxígeno gaseoso, medidos a 25 °C y 1 atm, hay 1 mol de átomos de oxígeno  
C) **En una reacción el número de átomos de reactivos es el mismo que el número de átomos de los productos de la reacción**  
D) En una reacción donde reactivos y productos son gases, el número total de moles de reactivos es igual al número de moles de productos

4.- Una cantidad de 3,48 g de un gas ocupa un volumen de 3 L, medido en c.n. ¿Cuál es la masa molar del gas (en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )?:

$R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

- A) 32      B) 28      C) **26**      D) 40

5.- Un depósito de 4 L contiene nitrógeno gaseoso a una temperatura de 325 K y 2 atm de presión. A continuación se introduce en el depósito helio hasta que se alcanza una presión de 5 atm, a la misma temperatura. Indicar cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- A) Toda adición de gas a un recipiente hace aumentar la temperatura  
B) **La presión parcial del nitrógeno gaseoso es de 2 atm**  
C) Para que la presión final sea de 4 atm, el volumen del recipiente ha debido disminuir su capacidad  
D) La presión parcial del gas nitrógeno es 2,5 atm



## XXVII OLIMPIADA DE QUÍMICA

### Fase Local EXTREMADURA - 2014

Nombre: \_\_\_\_\_

6.- El ácido cítrico tiene de masa molecular relativa 192 u. Si contiene un 58,33 % de oxígeno. ¿ el número de átomos de oxígeno en la molécula será ?:

- A) 5                      B) 3                      C) 8                      D) 7

7.- ¿ Cuántas moléculas de agua habrá en una gota de agua. si se sabe que 20 gotas equivalen a 1 mL ?:

Masas atómicas ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ): H=1; O=16.  $N_A = 6,022\cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

- A)  $1,67\cdot 10^{21}$                       B)  $3,34\cdot 10^{21}$   
C)  $8,36\cdot 10^{20}$                       D)  $4,22\cdot 10^{22}$

8.- El ácido sulfúrico concentrado que se utiliza en el laboratorio tiene una riqueza del 98 % en masa y una densidad de  $1.83 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . La fracción molar del ácido sulfúrico de esta disolución sera:

Masas atómicas ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ): H=1; O=16; S=32.

- A) 0,75                      B) **0,90**                      C) 0,98                      D) 0,85

9.- La masa atómica media relativa de los elementos no tiene un número entero, ¿esto se debe a que?:

- A) Los átomos del elemento tienen distinto número de protones  
B) Los átomos del elemento tienen distinto número de electrones  
C) Hay impurezas de otros elementos  
D) **Los átomos del elemento difieren en el número de neutrones**

10.- El hierro tiene de número atómico 26 y el cobre 29. Los iones  $\text{Fe}^{2+}$  y  $\text{Cu}^+$  son respectivamente:

- A)  $d^5$  y  $d^{10}$                       B)  $d^5$  y  $d^8$                       C)  $d^6$  y  $d^9$                       D)  $d^5$  y  $d^7$

11.- Dados los elementos Ca y S; se puede decir que:

- A) **El número de electrones de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{S}^{2-}$  es el mismo**  
B) El radio del  $\text{Ca}^{2+}$  es mayor que el del  $\text{S}^{2-}$   
C) El número de protones de ambos iones es el mismo  
D) El radio del Ca es menor que el del S

12.- Señalar la respuesta correcta:

- A) La frecuencia de una onda característica depende de su carga  
B) La transición de  $n=1$  a  $n=2$  requiere menor energía que la transición de  $n=2$  a  $n=3$   
C) **Dos partículas de longitud de onda 50 nm tienen la misma energía que una de 25 nm**  
D) El número de ondas de una radiación es directamente proporcional a la longitud de ondas



## XXVII OLIMPIADA DE QUÍMICA

### Fase Local EXTREMADURA - 2014

Nombre: \_\_\_\_\_

13.- La molécula de HF (fluoruro de hidrógeno):

- A) Tiene enlace covalente apolar      **B) Tiene enlace covalente polar**  
C) Tiene enlace iónico                  D) No tiene momento dipolar

14.- De los siguientes pares de átomos, indicar cuál corresponde a elementos del mismo grupo:

- A) **Ti, Hf**                  B) Cu, Cd                  C) Sc, Ga                  D) W, Ir

15.- ¿En cuál de los siguientes compuestos hay orbitales híbridos  $sp^2$ ?

- A)  $CH_3-CH_2-CH_3$                   B)  $CH_3-C\equiv CH$   
C)  $CH_3-CHOH-CH_3$                 D)  **$CH_2=CH-C\equiv CH$**

16.- La afinidad electrónica se asocia con uno de los siguientes procesos (A representa a un elemento):

- A)  $A_{(ac)} + e^- \rightarrow A^-_{(ac)}$               B)  $A_{(g)} \rightarrow A^+_{(g)} + e^-$   
C)  $2 A_{(g)} \rightarrow A_{2(ac)}$                   D)  **$A_{(g)} + e^- \rightarrow A^-_{(g)}$**

17.- Para que una reacción exotérmica sea espontánea, se tiene que cumplir que:

- A)  $|T \cdot \Delta S| < |\Delta H|$                   B)  $\Delta G > 0$   
C) Siempre                                  D)  $|T \cdot \Delta S| > |\Delta H|$

18.- Una reacción en equilibrio y endotérmica, cuando aumenta la temperatura, producirá un desplazamiento del equilibrio:

- A) **Hacia la derecha**                      B) No se produce desplazamiento  
C) Hacia la izquierda                      D) Hacia el menor volumen

19.- Sea la reacción en equilibrio, entre gases,  $2 A \rightleftharpoons B + C$ . Ante una disminución de la presión a temperatura constante, el equilibrio se desplazará:

- A) Hacia la derecha                      **B) No se produce desplazamiento**  
C) Hacia la izquierda                      D) Depende de la temperatura

20.- En un reactor se introducen, en las condiciones de reacción óptimas, 2 mol de gas nitrógeno y 6 mol de gas hidrógeno; sin embargo, **nunca** se va a conseguir la producción de 4 mol de amoníaco. Esto es debido a que:

- A) Los reactivos no tienen una riqueza del 100 %  
B) El amoníaco se descompone a la vez que se obtiene  
C) **Se alcanza la situación de equilibrio químico**  
D) La velocidad de la reacción disminuye con el tiempo

Nombre: \_\_\_\_\_

HOJA de RESPUESTAS

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>		<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
1)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	19)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Preguntas correctas: \_\_\_\_\_

Preguntas erróneas: \_\_\_\_\_

Puntuación: \_\_\_\_\_



XXVII OLIMPIADA DE QUÍMICA  
Fase Local  
EXTREMADURA - 2014

Nombre: \_\_\_\_\_

**PROBLEMA 1 (2 puntos)**

Un óxido de bario de fórmula desconocida dio, después de un tratamiento controlado, 5,00 g de BaO puro y 366 mL de oxígeno medidos a 277,1 K y 1 atm de presión. ¿Cuál es la fórmula empírica del óxido desconocido? ¿Qué peso inicial del mismo fue sometido a calentamiento?

Masas atómicas ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ): Ba = 137,3, O = 16,0.

---

RESOLUCIÓN:

Masa de oxígeno desprendida:  $1 \cdot 0,366 = (m_1/32,0) \cdot 0,082 \cdot 273,1$  de donde  
 $m_1 = 0,523 \text{ g}$

Masa de oxígeno en los 5,00 g de BaO:  $\text{O/BaO} = ((16,0/137,3) \cdot 5,00) \text{ g} = 0,522 \text{ g}$

Masa total de oxígeno:  $(0,523 + 0,522) \text{ g} = 1,05 \text{ g}$

Masa de Bario:  $(5,00 - 0,522) \text{ g} = 4,478 \text{ g}$

Así que en el óxido desconocido hay: 1,05 g de oxígeno y 4,478 g de bario

Moles de oxígeno:  $(1,05/16,0) = 0,0656$

Moles de bario:  $(4,478/137,3) = 0,0326$

Moles de oxígeno por mol de bario:  $(0,0656/0,0326) = (2/1)$

La masa inicial será igual a la masa final, 5,00 g, más la de oxígeno desprendida, 0,523 g

RESPUESTA:

**La fórmula es BaO<sub>2</sub>. La masa inicial 5,52 g**

Nombre: \_\_\_\_\_

**PROBLEMA 2 (2 puntos)**

La sublimación del grafito ( $C_{(s)} \rightarrow C_{(g)}$ ) es difícil de medir experimentalmente por tres razones: 1) debe hacerse en vacío o bajo una atmósfera inerte para evitar la formación de los gases CO y CO<sub>2</sub>; 2) la formación cuantitativa de carbono gaseoso es difícil de conseguir y 3) es improbable la formación exclusiva de carbono monoatómico pues se tiende a formarse el gas C<sub>2</sub>, con un enlace muy fuerte.

Determinar el calor estándar de sublimación del grafito utilizando la siguiente información (referida a condiciones estándar y expresada en kJ·mol<sup>-1</sup>): entalpía de combustión del grafito, -393; entalpía de formación de CO<sub>2(g)</sub> a partir de CO<sub>(g)</sub> y O<sub>2(g)</sub>, -283; entalpías de disociación de CO<sub>(g)</sub>, 1076 y de O<sub>2(g)</sub>, 498.

**RESOLUCIÓN:**

Reacción objetivo del problema:  $C_{(s)} \rightarrow C_{(g)}$

Reacciones de partida y sus entalpías (en kJ·mol<sup>-1</sup>):

- |    |  |      |
|----|--|------|
| a) | $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$             | -393 |
| b) | $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ | -283 |
| c) | $CO_{(g)} \rightarrow C_{(g)} + O_{(g)}$               | 1076 |
| d) | $O_{2(g)} \rightarrow 2O_{(g)}$                        | 498  |

Para conseguir la reacción objetivo, hay que combinar las reacciones de partida en la forma:

$$a) \cdot 1 + b) \cdot (-1) + c) \cdot 1 + d) \cdot (-\frac{1}{2})$$

es decir,



(la simplificación de la reacción se corresponde con los colores en ambos miembros)

Por tanto, en consecuencia,

$$\Delta H^0 = (-393) + (-1) \cdot (-283) + 1076 + 498 \cdot (-\frac{1}{2})$$

RESPUESTA:

$$\Delta H^0 = 717 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \text{ para la sublimación del grafito}$$

Nombre: \_\_\_\_\_

**PROBLEMA 3 (2 puntos)**

Dada la reacción:  $\text{COCl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ , a  $100^\circ\text{C}$ , cuando se alcanza el equilibrio a dicha temperatura  $K_c = 3,27 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Hallar:

- Las concentraciones de las sustancias en el equilibrio, si el grado de disociación es del 60 %.
- La presión total que se alcanza en el equilibrio.
- ¿Cuál será el grado de disociación, a la misma temperatura, y hacia donde se desplaza el equilibrio si la presión total de equilibrio se duplica, respecto al apartado b)?

RESOLUCIÓN:

a)

	$\text{COCl}_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$	$\text{CO}_{(g)}$	+	$\text{Cl}_{2(g)}$
Inicio	$c$		-		-
Reacciona	$-c\cdot\alpha$		$c\cdot\alpha$		$c\cdot\alpha$
Equilibrio	$c(1-\alpha)$		$c\cdot\alpha$		$c\cdot\alpha$

$$\alpha = 0,6 \text{ (60 \%)}$$

$$T = 273 + 100 = 373 \text{ K}$$

$$K_c = 3,27 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$K_c = \frac{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}{[\text{COCl}_2]} = \frac{(c\cdot\alpha)\cdot(c\cdot\alpha)}{c(1-\alpha)} = \frac{c\cdot\alpha^2}{1-\alpha} \qquad c = K_c \cdot \frac{1-\alpha}{\alpha^2}$$

Luego  $c = 3,27 \cdot (1-0,6)/0,36 = 3,63 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  y, por tanto las concentraciones de equilibrio serán:

$$[\text{COCl}_2]_{\text{eq}} = 3,63 \cdot (1-0,6) = 1,45 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}; [\text{CO}]_{\text{eq}} = [\text{Cl}_2]_{\text{eq}} = 3,63 \cdot 0,6 = 2,18 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$b) p_t \cdot V = (n_t)_{\text{eq}} \cdot R \cdot T \qquad p_t = (c_t)_{\text{eq}} \cdot R \cdot T \qquad \text{siendo } (c_t)_{\text{eq}} = (n_t)_{\text{eq}} / V$$

$$(c_t)_{\text{eq}} = \Sigma c_{\text{eq}} = c \cdot (1-\alpha) + c \cdot \alpha + c \cdot \alpha = c \cdot (1+\alpha) \qquad \text{luego } (c_t)_{\text{eq}} = 3,63 \cdot (1+0,6) = 5,81 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

y, por tanto:  $p_t = 5,81 \cdot 0,082 \cdot 373 = 177,7 \text{ atm}$

c) Este apartado puede resolverse por dos caminos alternativos:

$$1) \quad K_c = \frac{c' \cdot \alpha'^2}{1-\alpha'} \qquad (c_t')_{\text{eq}} = c' \cdot (1+\alpha') \qquad \text{o bien} \qquad c' = (c_t')_{\text{eq}} / (1+\alpha')$$

$$\text{y} \qquad p_t' = (c_t')_{\text{eq}} \cdot R \cdot T \qquad \text{o bien} \qquad (c_t')_{\text{eq}} = p_t' / (R \cdot T)$$

En este caso,  $p_t' = 2 \cdot p_t = 2 \cdot 177,7 = 355,4 \text{ atm}$  y, por tanto:

$$(c_t')_{\text{eq}} = 355,4 / (0,082 \cdot 373) = 11,62 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \qquad c' = 11,62 / (1+\alpha')$$

Nombre: \_\_\_\_\_

$$K_c = \frac{(c_t')_{\text{eq}} \cdot \alpha'^2}{1 + \alpha'} = \frac{(c_t')_{\text{eq}} \cdot \alpha'^2}{1 - \alpha'^2} \quad 3,27 = \frac{11,62 \cdot \alpha'^2}{1 - \alpha'^2}$$

 despejando  $\alpha'$  y desechando la solución absurda ( $\alpha' < 0$ ), resulta

$$\alpha' = 0,4648 \text{ (46,86 \%)}$$

 2) Resolviendo el apartado a través de  $K_p$ ,

$$K_p = \frac{p_{\text{CO}} p_{\text{Cl}_2}}{p_{\text{COCl}_2}} = p_t' \cdot \frac{\alpha'^2}{1 - \alpha'^2} \quad \text{y teniendo en cuenta que} \quad K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$$

 en este caso,  $\Delta n = 2 - 1 = 1$ , con lo que  $K_p = 3,27 \cdot 0,082 \cdot 373 = 100,02 \text{ atm}$ ,

 y  $p_t' = 355,4 \text{ atm}$ , lo que da lugar a una ecuación de segundo grado tal y como:

$$100,02 = 355,4 \cdot \frac{\alpha'^2}{1 - \alpha'^2} \quad \text{y despejando } \alpha' \text{ y descartando la solución negativa, resulta}$$

$$\alpha' = 0,4648 \text{ (46,86 \%)}$$

 Como conclusión, se observa que **al aumentar la presión** isotérmicamente, el grado de disociación disminuye, o lo que es lo mismo, **el equilibrio de desplaza hacia la izquierda**.