

XX OLIMPIADA QUÍMICA 2006

CUESTIONES

- Se quema con una cerilla un poco de alcohol en un plato hasta que no quede nada de líquido. Indica cuál de las siguientes proposiciones es la correcta:
 - Los gases obtenidos continúan siendo alcohol, pero en estado gaseoso.
 - El alcohol es una mezcla de sustancias que se separan cuando pasa a vapor.
 - Los gases obtenidos son sustancias diferentes al alcohol que resultan de la combinación de este con el oxígeno del aire.
 - El alcohol al quemarse desaparece, transformándose en energía, ya que aumenta la temperatura.
- Indica donde hay más masa:
 - $12,04 \cdot 10^{23}$ moléculas de O_2 .
 - 0,5 mol de CO_2 .
 - 30 g de I_2 .
 - 11,2 L de Cl_2 en condiciones normales.
- Si quieres preparar una disolución acuosa de NaOH de una cierta molaridad, el material más adecuado para ello es:
 - Balanza, espátula, matraz aforado y vaso de precipitados.
 - Probeta, pipeta, espátula y tubo de ensayo.
 - Bureta, pipeta, balanza y vaso de precipitados.
 - Tubo de ensayo, balanza, espátula y pipeta.
- ¿Cuál es la concentración molar de iones sulfato de una disolución de sulfato de aluminio 0,10 M?
 - 0,032
 - 0,10
 - 0,30
 - 0,60
- ¿Cuál es la molaridad de una disolución que resulta al mezclar 400 mL de nitrato de sodio 2,5 M con 240 cm^3 de una disolución de nitrato de sodio 3M, y añadiendo finalmente 800 cm^3 de agua ¿.
 - 1,72
 - 1,80
 - 0,84
 - 1,19
- 13,162 g de una muestra impura de sulfato de amonio, se hacen reaccionar con exceso de hidróxido potásico, formándose 3,77 L de amoniaco, medidos a 18 °C y 742 mm Hg y una cierta cantidad de agua y de sulfato de potasio. ¿Cuál es la pureza de la muestra?.
 - 77,3
 - 100
 - 22,7

- d. 85,4
7. ¿Cuál es la fórmula más simple de un compuesto que contiene la siguiente composición centesimal? C: 74,0 %, H: 8,65 % N: 17,3%.
- C₁₀H₁₄N
 - C₅H₇N
 - C₅H₁₄N₂
 - C₁₀H₇N
8. ¿Cuál de los siguientes subniveles posee mayor energía para un átomo de Z= 42?
- 4p
 - 5s
 - 4d
 - 3d
9. Para los iones Mg²⁺ y O²⁻, indica la frase correcta:
- El ión Mg²⁺ tiene 14 protones y 12 electrones.
 - Ambos tienen 10 electrones.
 - El ión O²⁻ tiene 6 protones y 8 electrones.
 - Ambos tienen el mismo número de protones.
10. Un elemento A de número atómico 12, se combina formando un enlace iónico con otro B, de número atómico 17. La fórmula del compuesto iónico formado es:
- AB
 - AB₂
 - A₂B₅B
 - A₅B₂B
11. ¿Cuál de las siguientes propiedades corresponde al diamante?.
- Tiene un punto de fusión bajo y es soluble en benceno.
 - Es soluble en agua y conduce la electricidad.
 - No es soluble en agua y posee un punto de ebullición elevado.
 - Es frágil y blando.
12. Para disolver I₂ en alcohol se debe romper:
- Enlaces iónicos.
 - Enlaces covalentes.
 - Fuerzas de Van der Waals.
 - Puentes de hidrógeno.
13. ¿Cuánta energía será necesaria para obtener 10 g de NO a 25 °C y 1 atm?.
- $$\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = 180,7 \text{ KJ}$$
- 59,6 kJ
 - 180,7 kJ
 - 90,35 kJ
 - d) 29,8 kJ
14. Indica cuál de los enunciados siguientes es incorrecto:
- La energía de enlace es la energía que se necesita para romper un mol de dichos enlaces.
 - En las tablas encontraremos energías medias de enlace, pues la energía de un determinado enlace depende ligeramente de los otros átomos, no implicados directamente en dicho enlace.

- c. Cuanto más fuerte y estable sea el enlace menor será su energía de enlace.
- d. Para romper un enlace se debe adicionar energía, mientras que la formación va acompañada de desprendimiento de energía.
15. La entalpía de sublimación del grafico es 724 KJ.mol^{-1} . La energía de enlace del hidrógeno es $+ 218 \text{ KJ/mol}$ de átomos de hidrógeno. La entalpía de formación de metano es -76 KJ/mol . ¿Cuál es la energía del enlace C – H (en KJ.mol^{-1}) ?
- 418 kJ.mol^{-1}
 - -418 kJ.mol^{-1}
 - 255 kJ.mol^{-1}
 - -255 kJ.mol^{-1}
16. ¿En cuál de los siguientes procesos disminuye la entropía ?
- Evaporación de alcohol.
 - Calentamiento de $\text{N}_2(\text{g})$
 - Enfriamiento del agua
 - Disolución de sal en agua.
17. Cuando el hidróxido de sodio (s) se disuelve en agua, la temperatura de la disolución resultante aumenta con respecto a la del agua inicial. ¿Qué cambios de entalpía y de entropía se han producido en este proceso de disolución?
- a) $\Delta S^\circ > 0$ y $\Delta H^\circ > 0$
 - b) $\Delta S^\circ < 0$ y $\Delta H^\circ > 0$
 - c) $\Delta S^\circ > 0$ y $\Delta H^\circ < 0$
 - d) $\Delta S^\circ < 0$ y $\Delta H^\circ < 0$
18. Señala la reacción en la que el signo de ΔG° es siempre positivo, independientemente del valor de la temperatura.
- $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ H}(\text{g}) \Delta H^\circ = + 436 \text{ KJ}$
 - $2 \text{ SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ SO}_3(\text{g}) \Delta H^\circ = -197,8 \text{ KJ}$
 - $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{ H}_2(\text{g}) \Delta H^\circ = -95,4 \text{ KJ}$
 - $\text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \Delta H^\circ = + 9,1 \text{ KJ}$
19. ¿Cuál de los siguientes enunciados es incorrecto?.
- Según la ley de Hess, la entalpía de una reacción es la misma tanto si la reacción se efectúa directamente en un solo paso, como si se efectúa indirectamente por medio de varios pasos consecutivos.
 - Para usar la ley de Hess se deben conocer necesariamente los pasos intermedios por los que transcurre una reacción desde los reactivos a los productos.
 - Según la ley de Hess, las ecuaciones termoquímicas se pueden tratar como ecuaciones matemáticas.
 - La ley de Hess es una consecuencia del principio de conservación de la energía.
20. Indica cual de los siguientes enunciados es erróneo:
- La velocidad de reacción indica la variación que sufre la concentración de una de las sustancias presentes (reactivo ó producto) por unidad de tiempo.
 - La velocidad media de reacción no es constante y disminuye a medida que la reacción avanza.
 - La velocidad de reacción de un reactivo ó de un producto es siempre un valor positivo.
 - La velocidad con la que un reactivo desaparece es siempre igual a la velocidad con la que se forman los productos.
21. ¿Cuál de las siguientes características no corresponde a un estado de equilibrio?
- Para que se alcance un estado de equilibrio químico, el sistema debe ser cerrado.

- b. Un verdadero equilibrio químico sólo se alcanza partiendo de los reactivos de la reacción.
- c. El equilibrio se caracteriza por la constancia de algunas propiedades como la concentración, por lo que trata de un sistema de composición constante.
- d. Incluso después de alcanzarse el equilibrio químico, continúan produciéndose las reacciones directa e inversa a nivel microscópico.
22. Dado el sistema representado por $2 \text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NOCl}(\text{g})$, únicamente podemos afirmar que:
- Es un sistema en equilibrio en el que se cumple que $[\text{NO}]_{\text{eq}} = [\text{NOCl}]_{\text{eq}}$.
 - En este proceso siempre debemos hacer reaccionar inicialmente el doble de cantidad de sustancia de $\text{NO}(\text{g})$ que de $\text{Cl}_2(\text{g})$.
 - Se cumple siempre, de acuerdo con la estequiometría de la reacción, que la relación molar de las sustancias presentes en el equilibrio es: $\text{NO} : \text{Cl}_2 : \text{NOCl}$ es 2: 1: 2
 - Una vez alcanzado el equilibrio, existe una relación entre las concentraciones de productos y reactivos que es siempre constante e independiente de las cantidades iniciales puestas a reaccionar.
23. ¿Cuáles son las unidades de la constante de equilibrio K_c ?
- mol /L
 - atm
 - No tiene unidades
 - Depende del equilibrio que corresponda.
24. Dado el equilibrio químico representado por la siguiente ecuación: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$. Si una vez establecido el equilibrio se añade una cierta cantidad de $\text{N}_2(\text{g})$, podemos decir, sin error, que para alcanzar la nueva situación de equilibrio:
- el sistema evolucionará disminuyendo la masa de $\text{N}_2(\text{g})$, permaneciendo constante el resto de los gases.
 - Disminuirá la masa de $\text{N}_2(\text{g})$ y aumentará la de $\text{NH}_3(\text{g})$, permaneciendo constante la de $\text{H}_2(\text{g})$.
 - El $\text{H}_2(\text{g})$ actuará de reactivo limitante, por lo que se consumirá completamente.
 - El sistema evolucionará, pero no podemos decir, en primera aproximación, si la masa de amoníaco aumentará ó disminuirá.
25. Dado el siguiente equilibrio: $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$; $\Delta H > 0$, señala cuál de las siguientes afirmaciones con respecto a este sistema es falsa:
- Aumentando la temperatura a presión constante se desplaza el equilibrio hacia la formación de productos.
 - Añadiendo más $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$, el equilibrio se desplaza hacia la formación de productos.
 - Aumentando la presión a temperatura constante, disminuye la cantidad de gases que se encuentran en equilibrio.
 - En el estado de equilibrio, el $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ se forma y se descompone con la misma velocidad.
26. Dadas las siguientes ecuaciones:
- $$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g}) ; K_1$$
- $$1/2 \text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HI}(\text{g}) ; K_2$$
- $$2 \text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) ; K_3$$
- Se cumple que:
- $K_1 = K_2 = K_3$
 - $K_1 = K_2 = 1/K_3$
 - $K_2 = (K_1)^{1/2} = (1/K_3)^{1/2}$
 - $K_3 = (1/K_1)^{1/2} = K_2^2$
27. Dados los equilibrios:
- $$\text{HB}_1(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{B}_1^-(\text{ac}) \quad K_1$$
- $$\text{HB}_2(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{B}_2^-(\text{ac}) \quad K_2$$

Si para una misma concentración de HB_1 y HB_2 , la $[\text{B}_2^-]$ es mayor que la $[\text{B}_1^-]$ ¿Qué se puede decir?

- K_1 es mayor que K_2 .
- $K_1 = K_2$
- El ácido HB_2 , es más fuerte que el HB_1 .
- El ácido HB_2 es más débil que el HB_1 .

28. En una disolución acuosa 10^{-3} M de ácido butírico ($\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2$) $\text{pK}_a = 4,82$, se cumple:

- $[\text{H}^+] = [\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^-]$ y $[\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2] > [\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^-]$
- $\text{pH} = 3$
- $[\text{H}^+] = [\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^-] = 10^{-3} \text{ mol/l}$.
- $[\text{HC}_4\text{H}_7\text{O}_2] = [\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2^-]$

29. Si queremos impedir la hidrólisis que sufre el NH_4Cl . ¿Cuál de los siguientes métodos será más eficaz?.

- Añadir NaOH a la disolución.
- Diluir la disolución.
- Añadir NaCl a la disolución.
- Añadir NH_3 a la disolución.

30. Una disolución constituida por 3,00 moles de HNO_3 y 2,00 moles de KOH , y agua suficiente hasta formar 800 ml de disolución, tendrá una concentración molar de iones:

- $[\text{H}^+] = 0$ $[\text{NO}_3^-] = [\text{K}^+] = 7 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.
- $[\text{H}^+] = 0$ $[\text{NO}_3^-] = [\text{K}^+] = 2,5 \text{ M}$.
- $[\text{H}^+] = 1,25 \text{ M}$ $[\text{NO}_3^-] = 3,75 \text{ M}$ $[\text{K}^+] = 2,5 \text{ M}$.
- $[\text{H}^+] = 3,75 \text{ M}$ $[\text{NO}_3^-] = [\text{K}^+] = 2,5 \text{ M}$.

PROBLEMAS

1. El ácido acético se obtiene industrialmente por reacción del metanol (CH_3OH) con monóxido de carbono:
- Escribe y ajusta la reacción anterior.
 - Indica si la reacción es endotérmica o exotérmica.
 - Calcula la cantidad de energía intercambiada al hacer reaccionar 50 Kg. de metanol de una riqueza del 87 % con 30 Kg. de monóxido de carbono de una riqueza del 70 %. El rendimiento de la reacción es del 80 %.

Datos: Entalpías de formación (kJ/mol) Metanol = -238 ; ácido acético = -485 ; Monóxido de carbono = -110 . C = 12 H = 1 O = 16

2. Dada la reacción siguiente: $2 \text{NO} (\text{g}) + 2 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$. A partir de los datos recogidos en la siguiente tabla:

Concentraciones iniciales (mol/L)		Velocidad inicial de desaparición del NO (mol/L·s)
NO	H ₂	
0,15	0,15	0,0025
0,15	0,30	0,0050
0,30	0,15	0,0100

- Calcula la ecuación de velocidad y el orden de la reacción.
 - Para la reacción anterior, en un recipiente de 10 l a 800 K, se encierra 1 mol de NO (g) y 1 mol de H₂. Cuando se alcanza el equilibrio se hallan presentes 0,30 moles de monóxido de nitrógeno. Calcular
 - Las concentraciones de los cuatro gases en equilibrio.
 - El valor de K_c y K_p.
 - La presión parcial de cada uno de los compuestos en equilibrio.
3. En 500 mL de agua se diluyen 3 g de ácido acético, sabiendo que el pH de la disolución es 2,87, calcular:
- La concentración de cada especie en equilibrio.
 - La constante de disociación del ácido acético.
 - El porcentaje de ácido acético ionizado.
 - El volumen de disolución de hidróxido sódico 10^{-3} M para neutralizar 20 ml de la disolución anterior.
- Datos. C = 12 H = 1 O = 16