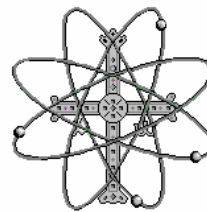




XXIII OLIMPIADA DE QUÍMICA

ASTURIAS-2009



1º) Para la siguiente reacción: $\text{NO}_{(g)} + \text{CO}_{(g)} \rightarrow 1/2 \text{N}_{2(g)} + \text{CO}_{2(g)}$ $\Delta H = -374 \text{ kJ}$. ¿Qué condiciones favorecen la conversión máxima de reactivos a productos ?

- a. Alta temperatura y baja presión.
- b. Baja temperatura y baja presión.
- c. Alta temperatura y alta presión.
- d. Baja temperatura y alta presión.

2º) ¿Cuál de las siguientes disoluciones acuosas presenta carácter ácido?

- a. NaCl.
- b. NH_4OH .
- c. NH_4Cl .
- d. KNO_3 .

3º) Para la siguiente reacción : $3\text{Fe}_{(s)} + 2 \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow \text{Fe}_3 \text{O}_{4(s)}$, ¿cuántos moles de $\text{O}_2(g)$ son necesarios para reaccionar con 27.9 moles de $\text{Fe}(s)$?

- a. 9.30
- b. 18.6
- c. 55.8
- d. 27.9

4º) La molécula HBr:

- a. Tiene un enlace covalente polar.
- b. Tiene un enlace covalente no polar.
- c. Tiene un enlace doble.
- d. Tiene un enlace iónico.

5º) ¿Cuántos moles de $\text{Cl}_2(g)$ se producen por electrolisis de una disolución acuosa concentrada de NaCl, si se utiliza una corriente de 2.00 A de intensidad durante 8.0 horas?. $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$

- a. 0.298
- b. 0.149
- c. 0.894
- d. 0.596

6º) Sabiendo que $(\text{MnO}_4^-)_{(ac)} + 8 \text{H}^+_{(ac)} + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}_{(ac)} + 4 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$, y que $\text{Fe}^{2+}_{(ac)} \rightarrow \text{Fe}^{3+}_{(ac)} + 1 \text{e}^-$

¿Cuál será el mínimo volumen, en cm^3 , que se necesitará, de una disolución acidificada de tetraoxomanganato(VII) de potasio, 0.002 M, para oxidar completamente 0.139 g de un compuesto de hierro(II) cuya masa molecular relativa es 278?

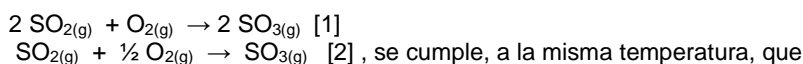
- a. 5
- b. 25
- c. 50
- d. 100

7º) En los viajes espaciales, debe incluirse una sustancia que elimine el CO_2 producido por respiración de los ocupantes de la nave. Una de las posibles soluciones sería hacer reaccionar el CO_2 con determinados reactivos. La selección del más adecuado se hace teniendo en cuenta que éste consuma la mayor cantidad de CO_2 por gramo de reactivo (es decir, que

sea el más ligero para llevar en la nave). De acuerdo con ello, ¿cuál escogería?

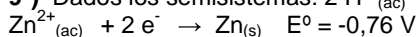
- a) CaO [$\text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{CaCO}_{3(s)}$]
b) Na_2O_2 [$\text{Na}_2\text{O}_{2(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(s)} + \text{O}_{2(g)}$]
c) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ [$\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{MgCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$]
d) $\text{Li}(\text{OH})$ [$\text{Li}(\text{OH})_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$]

8º) Para las reacciones:



- a. $K_{p1} = K_{p2}$
b. $K_{p1} = (K_{p2})^2$
c. $K_{p1} = 2K_{p2}$
d. $K_{p1} = (K_{p2})^{1/2}$

9º) Dados los semisistemas: $2 \text{H}^+_{(ac)} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_{2(g)}$ $E^0 = 0 \text{ V}$



¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- a. $\text{H}^+_{(ac)} (1 \text{ M})$ reduce a $\text{Zn}^{2+}_{(ac)} (1 \text{ M})$
b. $\text{Zn}^{2+}_{(ac)} (1 \text{ M})$ reduce a $\text{H}^+_{(ac)} (1 \text{ M})$
c. $\text{H}^+_{(ac)} (1 \text{ M})$ oxida a $\text{Zn}_{(s)}$
d. $\text{H}_{2(g)}$ oxida a $\text{Zn}_{(s)}$

10º) Si se disuelven 75,0 g de glucosa, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (masa molar 180,2 g mol⁻¹) en 625 g de agua (masa molar 18,0 g mol⁻¹), la fracción molar del agua en la disolución es:

- a. 0,120
b. 0,416
c. 0,011
d. 0,989

11º) Para la siguiente reacción: $\text{B}_2\text{O}_{3(s)} + 3 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{H}_3\text{BO}_{3(ac)}$. ¿Cuántos moles de agua se necesitan para producir 5,0 moles de $\text{H}_3\text{BO}_{3(ac)}$ a partir de 3,0 moles de $\text{B}_2\text{O}_{3(s)}$, si la reacción tiene lugar de forma total?

- a. 6,0
b. 2,0
c. 7,5
d. 4

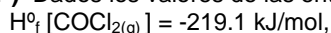
12º) Un anillo de plata que pesa 7,275 g se disuelve en ácido nítrico y se añade un exceso de cloruro de sodio para precipitar toda la plata como AgCl . Si el peso de $\text{AgCl}_{(s)}$ es 9,000 g. ¿Cuál es el porcentaje de plata en el anillo?

- a. 6,28 %.
b. 75,26 %.
c. 93,08 %.
d. 67,74 %.

13º) Calcule la frecuencia de la radiación ultravioleta con una longitud de onda de 300 nm. La velocidad de la luz es $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$.

- a. 1 MHz
b. 900 MHz
c. 1.10^{10} MHz
d. 1.10^9 MHz

14º) Dados los valores de las entalpías estándar de formación, $H^0_f [\text{CO}_{(g)}] = -110.5 \text{ kJ/mol}$ y



¿cuál es la entalpía de formación del fosgeno, Cl_2CO , a partir de $\text{CO}_{(g)}$, y $\text{Cl}_{2(g)}$?

- a. +110.5 kJ/mol
b. -108,6 kJ/mol
c. +329.6 kJ/mol

d. -219.1 kJ/mol

15º) Para la siguiente reacción: $4\text{HBr}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Br}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$, ¿Cuál es la afirmación correcta?

- a. Las unidades de la constante de velocidad no dependen de la ecuación de velocidad.
- b. El orden total de reacción puede pronosticarse a partir de la ecuación estequiométrica anterior.
- c. La velocidad de formación de agua es la mitad de la velocidad de desaparición de HBr.
- d. Las unidades de la velocidad de reacción son mol .L .s

16º) Para la reacción: $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightarrow 2\text{HI}_{(g)}$, el valor de K_c a 1100 K es 25. Si inicialmente sólo existe $\text{HI}_{(g)}$ con concentración de 4.00 mol L^{-1} , ¿cuál será la concentración de $\text{I}_{2(g)}$ en el equilibrio, expresada en mol L^{-1} ?

- a. 0.363
- b. 2.00
- c. 0.667
- d. 0.571

17º) Si la ecuación ajustada correspondiente a la reacción en una pila se multiplica por dos:

- a. La intensidad de la corriente eléctrica permanece constante.
- b. El potencial de la pila se duplica.
- c. El potencial no varía.
- d. El potencial se eleva al cuadrado.

18º) Dados los siguientes potenciales de reducción estándar en voltios: $E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) = 0,15 \text{ V}$. El agente reductor más fuerte es:

- a. Zn
- b. Al
- c. Al^{3+}
- d. Cu

19º) ¿Cuál de las siguientes cantidades de sustancias contiene mayor número de moléculas?

- a. 5,0 g CO_2 Masas atómicas: H = 1; O = 16; C = 12;
- b. 5,0 g CO
- c. 5,0 g H_2O
- d. 5,0 g O_3

20º) El análisis químico elemental de la nicotina da la siguiente composición: 74,04% C; 8,70% H; 17,24%N. Si la masa molecular de la nicotina es 162,2, la fórmula molecular es
Masa atómica: N = 14 C= 12 H= 1

- a. CH_2N
- b. $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{N}_4$
- c. $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$
- d. $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$

21º) Dadas las siguientes configuraciones de átomos neutros:

X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$; **Y**: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1$

- a. La energía para arrancar un electrón es igual en X que en Y.
- b. Las configuraciones de X e Y corresponden a diferentes elementos.
- c. La configuración de Y representa a un metal de transición..
- d. Para pasar de X a Y se consume energía.

22º) ¿Cuál es el ácido conjugado del HPO_4^{2-} ?

- a. H_3PO_4
- b. H_2PO_4^-
- c. PO_4^{3-}
- d. H^+

23º) Para la siguiente reacción: $4\text{NH}_{3(g)} + 7\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_{4(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(g)}$

Si inicialmente $[\text{N}_2\text{O}] = [\text{H}_2\text{O}] = 3,60 \text{ mol L}^{-1}$, en el equilibrio $[\text{H}_2\text{O}] = 0,60 \text{ mol L}^{-1}$. Calcule la concentración de equilibrio de $\text{O}_{2(g)}$ en mol L^{-1}

- a. 2,40
- b. Se necesita la constante de equilibrio para el cálculo.
- c. 3,50
- d. 3,00

24º) Para la especie iónica O^- , se puede afirmar que:

- a. Su número atómico es el mismo que el del elemento situado a continuación en el mismo período de la tabla periódica.
- b. Su configuración electrónica será igual a la del elemento que le sigue en el mismo período.
- c. Tiene dos electrones desapareados.
- d. Su número másico es el mismo que el del elemento que le sigue en el mismo período.

25º) Durante la electrolisis de una disolución acuosa de $CuCl_2$ con electrodos de cobre:

- a. Se obtiene cobre metálico en el ánodo.
- b. Al circular durante 96489 s una corriente de un amperio, se deposita 1 mol de Cu.
- c. Se oxidan las impurezas de metales más nobles que el cobre que acompañan al ánodo.
- d. Se deposita cobre metálico en el cátodo.

26º) Para la reacción: $MnO_4^- + H^+ + Cl^- \rightarrow Mn^{2+} + Cl_2$. Si en la reacción ajustada, el coeficiente estequiométrico del ión MnO_4^- es 2, los coeficientes de H^+ , Cl^- y Cl_2 , respectivamente son:

- a. 8, 10, 5
- b. 16, 10, 5
- c. 10, 10, 5
- d. 4, 8, 4

27º) Indique cuál de los siguientes conjuntos de números cuánticos puede caracterizar un orbital de tipo d.

- a. $n = 1; l = 0$
- b. $n = 2; l = 1$
- c. $n = 2; l = 2$
- d. $n = 3; l = 2$

28º) Si se introducen masas iguales de oxígeno y nitrógeno gaseosos en dos recipientes cerrados de igual volumen, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es cierta? Masas atómicas: N= 14 O= 16

- a. En ambos recipientes hay el mismo número de moléculas.
- b. La presión en el recipiente de oxígeno es inferior a la del recipiente de nitrógeno.
- c. En el recipiente de oxígeno hay un mayor número de moléculas.
- d. La presión en el recipiente de oxígeno es superior a la del recipiente de nitrógeno.

29º) Un paciente que padece una úlcera duodenal puede presentar una concentración de HCl en su jugo gástrico 0,08M. Suponiendo que su estómago recibe 3 litros diarios de jugo gástrico, ¿qué cantidad de medicina conteniendo 2,6 g de $Al(OH)_3$ por 100 mL debe consumir diariamente el paciente para neutralizar el ácido?. [Masas moleculares: $Al(OH)_3= 78$; $HCl = 36.5$]

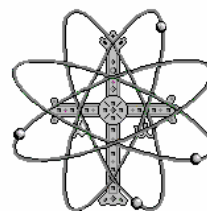
- a. 27 mL
- b. 80 mL
- c. 240 mL
- d. 720 mL

30º) Si la entalpía de combustión estándar del carbono, hidrógeno y etano son: -394, -286 y -1560 kJ·mol⁻¹, respectivamente, ¿cuál es la entalpía de formación del etano, en kJ·mol⁻¹?

- a. -3206
- b. -1454
- c. -880
- d. -86



XXIII OLIMPIADA DE QUÍMICA ASTURIAS-2009



PROBLEMAS

1º) La descomposición térmica del hidrógeno carbonato de sodio (sólido) produce carbonato de sodio (sólido), dióxido de carbono (gas) y agua (gas). Por eso se utiliza en la fabricación del pan, ya que, el dióxido de carbono que se desprende produce pequeñas burbujas en la masa, haciendo que ésta "suba" al hornear el pan.

a) (2 ptos) Ajustar la reacción, escribiendo las fórmulas de todos los compuestos que intervienen en la misma.

b) (6 ptos) Calcular el calor de reacción en condiciones estándar y el intervalo de temperaturas en el que la reacción será espontánea, a partir de los siguientes datos termodinámicos:

Compuesto	ΔH_f°	S°
Hidrógeno carbonato de sodio(sólido)	-947,7 kJ·mol ⁻¹	102,1 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
Carbonato de sodio(sólido)	-1131,0 kJ·mol ⁻¹	136,0 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
Dióxido de carbono(gas)	-393,5 kJ·mol ⁻¹	213,6 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
Agua(gas)	-241,8 kJ·mol ⁻¹	188,7 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹

c) (4 ptos) Determinar los valores de las constantes de equilibrio **K_p** y **K_c**, a 25°C.

d) Si se calientan a 25°C 100g de hidrógeno carbonato de sodio en un recipiente cerrado de 2L de capacidad, **d-1) (2+2 ptos)** ¿qué valor tendrá la presión parcial de cada uno de los gases y la presión total en dicho recipiente cuando se alcance el equilibrio? **d-2) (2+2 ptos)** ¿qué masa de hidrógeno carbonato sódico se habrá descompuesto a esa temperatura y qué masa total de sólido quedará en el recipiente?

Suponer en todos los casos un comportamiento ideal de los gases.

DATOS: Constante de los gases $R=8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Masas atómicas: Na= 23,0 H= 1,0 O= 16,0 C= 12,0

2º) El nitrato de amonio es un sólido blanco cristalino, obtenido por reacción entre el $\text{NH}_3(\text{ac})$ y el $\text{HNO}_3(\text{ac})$ a temperatura ambiente, que se utiliza como fertilizante nitrogenado y explosivo.

En la descomposición térmica del nitrato de amonio fundido, a 250-260 °C, se obtiene agua y un gas incoloro, óxido de nitrógeno(I) (también llamado óxido de dinitrógeno u óxido nitroso), caracterizado por sus leves propiedades anestésicas.

a) (6 ptos) Calcula el pH de la disolución de amoniaco, utilizada para la formación del nitrato de amonio, sabiendo que 2 g de amoniaco, se disuelven en agua enrasando en un matraz aforado de 500 ml.

b) (5ptos) Escribe y ajusta la reacción de la descomposición térmica del nitrato de amonio fundido.

c) (4ptos) Calcula la cantidad de nitrato de amonio del 90% de pureza necesario para producir 200 ml de agua a 20 °C y 1 atmósfera de presión.

DATOS:

Constante de basicidad: K_b (amoniaco) = $1,8 \cdot 10^{-5}$

Masas atómicas: nitrógeno= 14,0; oxígeno= 16,0; hidrógeno= 1,0

3º) El ácido sulfúrico puede obtenerse a partir de la tostación de la blenda (mineral cuyo principal componente es sulfuro de cinc), según el proceso:

[1] sulfuro de cinc + oxígeno → óxido de cinc + dióxido de azufre

[2] dióxido de azufre + oxígeno → trióxido de azufre

[3] trióxido de azufre + agua → ácido sulfúrico

a) (4ptos) ¿Cuántos kilogramos de blenda, con un 53 % de sulfuro de cinc se necesitan para obtener 200 kg de ácido sulfúrico 3.15 M?. Densidad del ácido sulfúrico $1.19 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

b) (3ptos) ¿Qué volumen ocupa el oxígeno necesario en la primera etapa, o de tostación, medido a 20 °C y 3 atm?

c) (4ptos) ¿Cuál es la molalidad y tanto por ciento en peso del ácido sulfúrico obtenido?.

d) (4ptos) En la reacción **[2]** se observa que si la concentración inicial de dióxido de azufre se duplica, manteniendo constante la de oxígeno, la velocidad de reacción se multiplica por 8, mientras que si se mantiene constante la de dióxido de azufre y se triplica la de oxígeno, la velocidad de reacción se triplica. Calcule el orden de la reacción.

e) (5ptos) Si los valores de las constantes de velocidad de la reacción **[2]** son 0.55 a 600 K y 1.5 a 625 K, respectivamente, expresadas en las mismas unidades. ¿cuál es la energía de activación de la reacción en el intervalo de temperaturas considerado?.

DATOS:

Masas atómicas relativas: H = 1,0 , O = 16,0 , S = 32,0 , Zn = 65.3

R= 0,082 atm.L/K.mol; R= 8,314 J/K.mol;