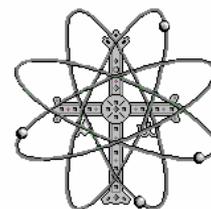




XXII OLIMPIADA DE QUÍMICA ASTURIAS-2008



CUESTIONES

- 1º) ¿Cuál es, aproximadamente, la densidad del NH_3 en condiciones normales?
(Masas atómicas: N= 14 H= 1)
- a) 0,8 g/litro
 - b) 1,0 g/cm³
 - c) 17,0 g/litro
 - d) 1,6 g/litro
- 2º) Alcanzado un equilibrio químico, se añaden reactivos, sin variar la temperatura.
¿Qué le sucederá a Kc?
- a) aumentará
 - b) disminuirá
 - c) no variará.
 - d) Dependerá de la cantidad de reactivos añadidos.
- 3º) En una molécula de NH_3 hay
- a) 3 átomos de hidrógeno
 - b) 3 moles de hidrógeno
 - c) $6 \cdot 02310^{23}$ átomos de nitrógeno
 - d) 17,0 g de amoníaco.
- 4º) El magnesio y el nitrógeno reaccionan para formar nitruro de magnesio. ¿Cuántas moléculas de nitrógeno reaccionaran con 3,6 moles de magnesio?.
- a) 1,2 N_A
 - b) 1,8 N_A
 - c) 7,2 N_A
 - d) 3,6 N_A
- 5º) Sea la siguiente reacción llevada a cabo a 298 K:
- $$2 \text{NH}_3(\text{g}) + 5/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
- Si las entalpías estándar de formación del NO, del H_2O y del NH_3 son, respectivamente 90, - 242 y - 46 kJ/mol; el calor de reacción a presión constante cuando reaccionan 250 g de NH_3 es:
- (Masas atómicas N = 14; H = 1)
- a) 0 kJ
 - b) - 454 kJ
 - c) 454 kJ

d) – 3338 kJ

6º) Si $2.07 \cdot 10^{22}$ átomos de un determinado elemento pesan 2,48 g, su masa molar es:

- a) 5,13 g mol⁻¹.
- b) 36,0 g mol⁻¹.
- c) 72,1 g mol⁻¹.
- d) 22,4 g mol⁻¹.

7º) ¿En cuál de los siguientes casos existe mayor número de átomos ?

(Masas atómicas. N= 14 H= 1 O= 16 Cl= 35,5)

- a) Un mol de moléculas de nitrógeno.
- b) 10 gramos de agua.
- c) Un mol de moléculas de amoníaco.
- d) 20 litros de cloro gas medidos en condiciones normales.

8º) En una reacción redox, el oxidante:

- a) Cede electrones al reductor, que se oxida.
- b) Recibe electrones del reductor, que se oxida.
- c) Cede electrones al reductor, que se reduce.
- d) Recibe electrones del reductor, que se reduce.

9º) El dióxido de azufre, reacciona con el oxígeno y forma trióxido de azufre, según la reacción:



¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas?

1. Al disminuir la presión se elevará la concentración de SO₃ .
2. El rendimiento de este proceso disminuye al elevar la temperatura.
3. Para aumentar la concentración de SO₃ tendríamos que efectuar la reacción en presencia de un catalizador.
4. Si dejamos expandir la mezcla en equilibrio, disminuirá la concentración de SO₃ en el medio.

- a) 1 y 4.
- b) 2 y 3.
- c) 2 y 4.
- d) 1 y 2.

10º) Una solución de cianuro de sodio es:

- a) Ácida porque la sal proviene de un ácido fuerte.
- b) Neutra porque es una sal, y todas las sales son neutras.
- c) Básica porque la si deriva de una base fuerte.
- d) Básica porque la sal tiene un anión que se hidroliza y capta protones del agua, ya que es la base conjugada de un ácido débil.

11º) Señale la proposición correcta:

- a) Las unidades de velocidad de una reacción dependen del orden parcial del reactivo respecto del que se expresa la velocidad.
- b) Las unidades de velocidad de una reacción dependen del orden total de reacción.
- c) En la ecuación de Arrhenius, A es el factor de frecuencia y tiene las

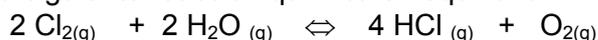
mismas unidades de la constante de velocidad.

d) Las unidades de la constante de velocidad en una reacción de orden 2 son: s^{-1} .

12º) Para la reacción: $4 NH_{3(g)} + 7 O_{2(g)} \rightleftharpoons 2 N_2O_{4(g)} + 6 H_2O_{(g)}$, si inicialmente $[N_2O_4] = [H_2O] = 3,60 \text{ mol.L}^{-1}$ y en el equilibrio: $[H_2O] = 0,60 \text{ mol.L}^{-1}$. Calcule la concentración de equilibrio del $O_{2(g)}$ en mol.L^{-1} .

- a) 2,40.
- b) Se necesita la constante de equilibrio para el cálculo.
- c) 3,50
- d) 0,70.

13º) Considere la siguiente reacción química en equilibrio:



Este equilibrio puede desplazarse hacia la derecha por:

- a) Eliminación de $H_2O_{(g)}$ de la mezcla.
- b) Adición de $Ne_{(g)}$ a la mezcla.
- c) Disminución del volumen de la mezcla.
- d) Aumento del volumen de la mezcla.

14º) Sabiendo que las energías medias de los enlaces C-H; C-C y H-H, son 99, 83 y 104 Kcal.mol^{-1} , el valor de ΔH_r° de la reacción:



- a) 22 Kcal.mol^{-1} .
- b) - 22 Kcal.mol^{-1} .
- c) 77 Kcal.mol^{-1} .
- d) - 77 Kcal.mol^{-1} .

15º) Cuando se añaden 10^{-3} moles de un ácido fuerte a un litro de agua a 25 °C, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?.

- a) La constante de ionización del agua aumenta.
- b) El porcentaje de ionización del agua aumenta.
- c) El porcentaje de ionización del agua disminuye.
- d) El porcentaje de ionización del agua no se modifica si no variamos la temperatura.

16º) Considérese que se está comprimiendo un gas en un recipiente cerrado, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- a) Disminuye el volumen.
- b) El número de moles permanece constante.
- c) Disminuye la densidad.
- d) Disminuye la entropía.

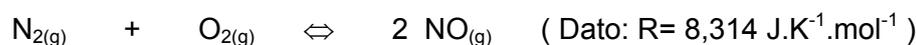
17º) ¿Qué masa de $MgCl_2$, expresada en gramos, debe añadirse a 250.0 ml de una disolución de $MgCl_2$ 0,25 M para obtener una nueva disolución 0,40 M?

(Masas atómicas: Mg= 24,3 Cl= 35,5)

- a) 9,5 g.
- b) 6,0 g.
- c) 2,2 g.

d) 3,6 g.

18º) La energía libre de Gibbs estándar de formación del $\text{NO}_{(g)}$ es 86,69 $\text{KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. ¿Cuál es la constante de equilibrio de la reacción?



- a) $4,06 \cdot 10^{-31}$.
- b) $1,57 \cdot 10^{-31}$.
- c) $1,07 \cdot 10^{30}$.
- d) $2,47 \cdot 10^{30}$.

19º) ¿Cuál es el ácido conjugado del $\text{HPO}_4^{2-}_{(aq)}$?

- a) $\text{H}_3\text{PO}_{4(aq)}$
- b) $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}_{(aq)}$.
- c) $\text{HO}_3^{+}_{(aq)}$.
- d) $\text{PO}_4^{3-}_{(aq)}$.

20º) A 60 °C el agua destilada tiene $\text{pH} = 6,51$ y por lo tanto:

- a) La concentración de OH^- no es igual a la de H_3O^+ .
- b) El valor de $K_w = (10^{-6,51})^2$.
- c) Es imposible. El agua neutra debe tener $\text{pH} = 7$.
- d) Debe cumplirse la ecuación $\text{pH} + \text{pOH} = 14$.

21º) Cuando se valora HClO ($K_a = 3,0 \times 10^{-8}$) con KOH ¿ cuál será el mejor indicador?

- a) Timolftaleina, $\text{pK}_a = 9,9$.
- b) Azul de bromotimol, $\text{pK}_a = 7,10$.
- c) Verde de bromocresol, $\text{pK}_a = 4,66$.
- d) Rojo de clorofenol, $\text{pK}_a = 6,0$.

22º) ¿Cuál es el estado de oxidación del azufre en el ditionato sódico, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$?

- a) + 8
- b) - 6
- c) +6
- d) +3

23º) Para la reacción : $\text{SnO}_{2(s)} + 2 \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{Sn}_{(l)}$, con K_p a 900 K es 1,5 y a 1100 K es 10. Para conseguir una reducción más eficiente del $\text{SnO}_{2(s)}$ deberán emplearse:

- a) Temperaturas elevadas.
- b) Altas presiones.
- c) Temperaturas bajas.
- d) Bajas presiones.

24º) Dado el siguiente proceso de disolución del hidróxido de sodio en agua

$\text{NaOH}_{(s)} \rightarrow \text{Na}^+_{(ac)} + \text{OH}^-_{(ac)} \quad \Delta H = - 35 \text{ KJ}$, podemos afirmar de él que:

- a) Es un proceso endotérmico y espontáneo.

- b) Es un proceso exotérmico y espontáneo.
- c) Es un proceso exotérmico, pero no podemos asegurar que sea espontáneo.
- d) Es un proceso exotérmico, y es espontáneo el proceso inverso.

25º) En la siguiente reacción. $A + B \rightarrow C + D$, en la que la ley de velocidad es de orden 2 respecto a la sustancia A, siendo el orden global 2. El sistema puede ser sometido a los siguientes cambios:

1. Un aumento de la concentración de A.
2. Un aumento de la concentración de B.
3. Un aumento de la temperatura.

¿Cuál ó cuales de los cambios propuestos aumentará la velocidad de la reacción?

- a) Sólo el 1 y el 2.
- b) Sólo el 3.
- c) Sólo el 1 y el 3.
- d) El 1, el 2 y el 3.

26º) El pH de una disolución acuosa 10^{-4} M de ácido acético, a 25°C , es igual a:
Dato: $K_a = 1,76 \cdot 10^{-5}$

- a) pH = 4,00
- b) pH = 4,38
- c) pH = 4,47
- d) pH = 10,0

27º) En la reacción:



- a) Los aniones $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ actúan como reductores.
- b) Los iones Fe^{2+} actúan como oxidantes.
- c) Los iones Cl^- actúan como reductores.
- d) Los iones Fe^{2+} se oxidan.

28º) El peso equivalente del NaIO_3 , cuando se utiliza en una reacción en la que el ión iodato, se convierte en yodo molecular, es igual a:

(Masas atómicas Na= 23,0 I= 127,0 O= 16,0)

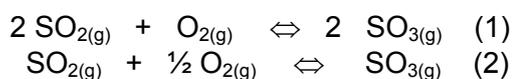
- a) 39,6
- b) 79,2
- c) 198,0
- d) 396,0

29º) Para la reacción: $\text{Cl}_{2(g)} + 2 \text{NaOH}_{(ac)} \rightarrow \text{NaCl}_{(ac)} + \text{NaClO}_{(ac)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

¿Qué masa de hipoclorito se produce cuando reaccionan 50,0 g de $\text{Cl}_{2(g)}$ con 500,0 ml de NaOH 2,00 M? (Masas atómicas: Cl= 35,5 Na= 23,0 O= 16,0)

- a) 37,2 g
- b) 52,5 g
- c) 74,5 g
- d) 26,3 g

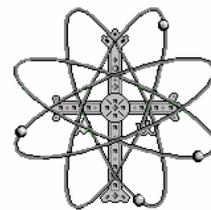
30º) Para las reacciones:



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



XXII OLIMPIADA DE QUÍMICA ASTURIAS-2008



PROBLEMAS

1º) Se usa el término de roca caliza para nombrar a aquella formada principalmente por carbonato de calcio. Normalmente son rocas de origen sedimentario formadas a partir de los depósitos de esqueletos carbonatados en los fondos de los océanos. Cuando tienen alta proporción de carbonato de magnesio se denominan dolomitas. La roca se disuelve lentamente en las aguas aciduladas por lo que el agua de lluvia, océanos y ríos (ligeramente ácidos) provoca la disolución de la caliza, creando un tipo de meteorización característica denominada kárstica o cárstica. En Asturias, en especial en la zona oriental, podemos encontrar bellos ejemplos de estas formaciones cársticas. Las calizas tienen innumerables aplicaciones industriales siendo quizás la más importante la obtención de cemento.

Al laboratorio de la cementera de Aboño (Gijón) ha llegado una muestra de mineral calizo para determinar su riqueza en carbonato cálcico. Una muestra de 0.490 gramos se disuelve en 50.0 mL de HCl 0.150 M. Esto supone un exceso de ácido y éste consume en una valoración 4.85 mL de NaOH 0.125 M.

- ¿Cuál es el porcentaje de carbonato cálcico que contiene la muestra? (5 puntos)
- ¿Qué volumen de dióxido de carbono se desprende, en condiciones estándar, al disolver los 0.490 gramos de muestra? (2 puntos)
- Describe el procedimiento experimental para valorar el exceso de HCl con NaOH. Señala razonadamente cuál será el indicador más adecuado como indicador del punto final de esta volumetría. (3 puntos)

Indicador	Intervalo de viraje
Rojo de metilo	4.4-6.2
Azul de bromotimol	6.0-7.6
Fenolftaleína	8.2-9.8

Datos: Masas atómicas: C=12.0; O=16.0; Ca=40.1

2º) En la vida diaria son muy diversos los procesos que implican un flujo de electrones, desde el fenómeno de un relámpago hasta las pilas que hacen funcionar radios, relojes o marcapasos. También un flujo de cargas hace posible el funcionamiento del sistema nervioso en los animales. La electroquímica es la rama de la química que estudia la interacción entre la electricidad y la materia.

En base a sus conocimientos de electroquímica y por aplicación de la ecuación de Nernst y leyes de Faraday, conteste a las siguientes cuestiones:

- A concentraciones equimoleculares de $\text{Fe}^{2+}_{(ac)}$ y $\text{Fe}^{3+}_{(ac)}$, ¿cuál debe ser la concentración de $\text{Ag}^{+}_{(ac)}$ para que el potencial de la pila galvánica formada por los pares $\text{Ag}^{+}_{(ac)} / \text{Ag}_{(s)}$ y $\text{Fe}^{2+}_{(ac)} / \text{Fe}^{3+}_{(ac)}$, sea igual a cero? (4 puntos)

- b) Determine la constante de equilibrio a 25°C para la reacción del apartado anterior. (2 puntos)
- c) Se hace pasar una corriente de 400 mA durante 20 minutos, a través de una disolución que contiene nitrato de plata y nitrato de hierro (II) en concentraciones 1M de cada sal. ¿Qué metal y en qué cantidad se deposita en el cátodo? Razona la respuesta. ¿Qué reacción tiene lugar en el ánodo? (4 puntos)

Datos: Potenciales estándar de electrodo:

$$E^{\circ}, \text{Ag}^+_{(\text{ac})} / \text{Ag}_{(\text{s})} = 0,80 \text{ V}$$

$$E^{\circ}, \text{Fe}^{3+}_{(\text{ac})} / \text{Fe}^{2+}_{(\text{ac})} = 0,77 \text{ V}$$

$$E^{\circ}, \text{Fe}^{2+}_{(\text{ac})} / \text{Fe}_{(\text{s})} = -0,44 \text{ V}$$

$$1 \text{ Faraday} = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Masas atómicas: Ag= 107,87; Fe= 55,85

3º) El peróxido de hidrógeno puro es un líquido viscoso casi incoloro y extremadamente corrosivo. Normalmente se utiliza en disoluciones acuosas diluidas que hay que manejar con guantes y protección para los ojos.

El peróxido de hidrógeno puede actuar tanto como oxidante como reductor, aunque es más común su comportamiento como oxidante. No obstante, frente a oxidantes más fuertes que él actúa como reductor.

El peróxido de hidrógeno tiene una aplicación importante en la restauración de pinturas antiguas. Uno de los pigmentos blancos favoritos era un carbonato básico mixto de plomo, $\text{Pb}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$. Trazas de sulfuro de hidrógeno del ambiente hacen que este compuesto blanco se convierta en sulfuro de plomo (II) negro, con lo que la pintura oscurece. La aplicación de peróxido de hidrógeno oxida este sulfuro a sulfato de plomo (II) blanco, con lo que se restaura el color correcto de la pintura.

En medio ácido, el anión dicromato oxida el peróxido de hidrógeno a oxígeno gaseoso reduciéndose a $\text{Cr}^{3+}_{(\text{ac})}$. Se tratan 100 mL de una disolución 2,0 M de dicromato de potasio con un exceso de peróxido de hidrógeno en medio ácido. El oxígeno resultante de esta reacción se recoge en un recipiente de 2,0 L a 20°C que contiene, inicialmente, una mezcla de hidrógeno y nitrógeno a 2,0 atm de presión y una composición en volumen del 60% de hidrógeno y el 40 % de nitrógeno. En la mezcla gaseosa final se hace saltar una chispa eléctrica que provoca la formación de agua a partir de hidrógeno y oxígeno, elevándose la temperatura de la mezcla a 120°C.

Calcule:

- a) La cantidad de agua que se ha formado. (8 puntos)
- b) La presión parcial de cada componente y la presión total de la mezcla gaseosa a 120°C, si después de haber hecho saltar la chispa eléctrica todas las sustancias se encuentran en fase gaseosa. (2 puntos)