



XXVIII OLIMPIADA DE QUÍMICA ASTURIAS - 2014

- La masa de una disolución formada por 100 mL de agua y 12,5 mL de ácido sulfúrico comercial (98% en masa y densidad 1,84 g/mL) es:
 - 107,0 g
 - 112,5 g
 - 116,5 g
 - 123,0 g
- La razón por la que el punto de ebullición de PH₃ es menor que el del NH₃ es:
 - El PH₃ es un compuesto polar y el NH₃ no lo es
 - En PH₃ no hay enlaces de hidrógeno entre las moléculas y en el NH₃ sí
 - Las fuerzas de Van der Waals en PH₃ son más intensas que en NH₃
 - Las moléculas de PH₃ son de mayor tamaño que las de NH₃
- Señale la afirmación correcta sobre la espontaneidad de la siguiente reacción química

$$\frac{1}{2} \text{N}_2 (\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3 (\text{g}); \Delta H = -45,5 \text{ kJ/mol}$$
 - Siempre es espontánea
 - Nunca es espontánea
 - Se favorece la espontaneidad a altas temperaturas
 - Se favorece la espontaneidad a bajas temperaturas
- El metanol se fabrica industrialmente por hidrogenación del monóxido de carbono, según la reacción:

$$\text{CO} (\text{g}) + 2 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} (\text{g}); \Delta H < 0$$
 La constante de equilibrio de esta reacción variará:
 - Al aumentar la temperatura
 - Al aumentar el volumen
 - Al aumentar la presión parcial de hidrógeno
 - Al añadir al sistema un catalizador positivo
- Si el pH de una disolución neutra es 6,70, la temperatura de trabajo es:

T (°C)	10	25	45	60
K _w	2,92×10 ⁻¹⁵	1,00×10 ⁻¹⁴	4,01×10 ⁻¹⁴	9,61×10 ⁻¹⁴

 - 10 °C
 - 25 °C
 - 45 °C
 - 60 °C
- El átomo que necesita más energía para arrancarle el electrón más externo es:
 - N
 - F
 - Ne
 - Na
- Se ha medido la velocidad de reacción al echar 25 mL de una disolución de HCl 0,5 M sobre una cinta de magnesio a 20 °C. ¿Qué condiciones aumentarán más la velocidad de reacción?:
 - Usar magnesio en polvo y 50 mL de disolución de ácido 0,25 M a 25 °C
 - Usar magnesio en polvo y 25 mL de disolución de ácido 1 M a 30 °C
 - Usar magnesio en polvo y 50 mL de disolución de ácido 0,5 M a 30 °C
 - Usar una tira de magnesio y 25 mL de disolución de ácido 1 M a 30°C
- Un gran exceso de MgF₂, sal poco soluble, se añade a 1,0 litros de agua para producir una disolución saturada de MgF₂. A esta disolución se le añade 1,0 litros de agua, se agita y se observa que sigue quedando precipitado de fluoruro de magnesio en el recipiente. Cuando se establece el equilibrio, manteniendo la temperatura constante, la concentración de [Mg²⁺] en la disolución comparada con la disolución inicial es:
 - Igual
 - Doble
 - La mitad
 - Un valor distinto de los anteriores

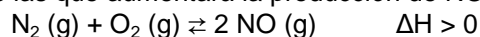
9. Dos muestras de gas monóxido de carbono y dióxígeno de 32,0 g cada una, en las mismas condiciones de presión y temperatura tienen:
- El mismo volumen
 - La misma densidad
 - La misma energía cinética molecular media
 - Tienen el mismo número de moléculas
10. Un compuesto orgánico lineal y saturado, con un grupo funcional alcohol, puede tener diferentes isómeros. Un isómero de función de este compuesto podría ser:
- Un éter
 - Una cetona
 - Un aldehído
 - Un ácido carboxílico
11. Introducimos en un recipiente de 1 L de capacidad 0,5 moles de N_2O_4 (g), lo cerramos y dejamos que, a temperatura ambiente, se alcance el equilibrio N_2O_4 (g) \rightleftharpoons 2 NO_2 (g) con $\Delta H^0 = 57,2$ kJ. Si en el equilibrio el N_2O_4 (g) está disociado en un 5 %, la cantidad de energía puesta en juego en el proceso es:
- se desprenden 28,6 kJ
 - se necesitan absorber 28,6 kJ
 - necesitamos suministrarle 27,2 kJ
 - necesitamos aportar 1,43 kJ
12. De los siguientes átomos neutros y en estado fundamental, señala el que tenga más electrones desapareados.
- X (Z = 5)
 - R (Z = 16)
 - X (Z = 20)
 - T (Z = 35)
13. La base conjugada del $H_2PO_4^-$ es:
- PO_4^{3-}
 - HPO_4^-
 - H_3PO_4
 - HPO_4^{2-}

14. Las sustancias Cu, NaI, S_8 y SiO_2 tienen las propiedades citadas en la tabla adjunta. A partir de la misma podemos identificar las sustancias como:

	(1)	(2)	(3)	(4)
a. Cu	SiO_2	S_8	NaI	
b. Cu	S_8	SiO_2	NaI	
c. NaI	S_8	Cu	SiO_2	
d. S_8	NaI	Cu	SiO_2	

Sust.	Temperatura de fusión (°C)	Conductividad eléctrica	
		Sólido	Fundido
(1)	1083	Sí	Sí
(2)	119	No	No
(3)	2700	No	No
(4)	660	No	Sí

15. Elegir la o las condiciones bajo las que aumentará la producción de NO (g) en el equilibrio :



Opción 1): Aumentando la presión

Opción 2): Añadiendo un catalizador

Opción 3): Disminuyendo la temperatura

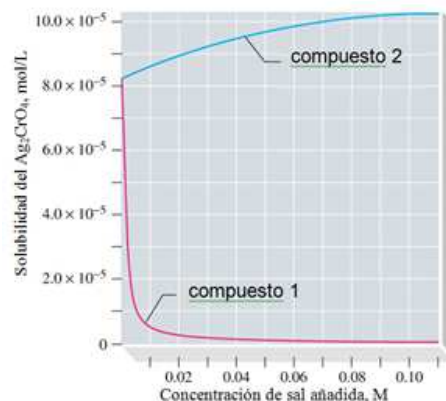
- Las opciones posibles son 1) y 3)
 - La única opción es 2)
 - Las opciones posibles son 2) y 3)
 - Ninguna opción es válida
16. Para determinar el porcentaje de azufre que contiene una muestra de petróleo se puede transformar el azufre en sulfato y precipitarlo como sulfato de bario. Tomando 11,7 mL de petróleo de densidad 0,87 g/mL, se obtienen 1,20 g de sulfato de bario. El tanto por ciento en masa de azufre en el petróleo es:
 Datos: Masas atómicas (u): O = 16,0; S = 32,1; Ba = 137,3
- 1,6
 - 2,0
 - 3,2
 - 4,0

17. Un ion tiene 37 protones, 48 neutrones y 36 electrones, la representación correcta es:
- ${}_{37}^{85}\text{Rb}^{1-}$
 - ${}_{37}^{85}\text{Rb}^{1+}$
 - ${}_{37}^{48}\text{Rb}^{1-}$
 - ${}_{36}^{48}\text{Rb}^{1+}$
18. Se han formado 55,5 g de cloruro de calcio a partir de 45,17 g de hidróxido de calcio al 82 % de pureza y de 116,4 mL de ácido clorhídrico comercial (37 % en masa y densidad de 1,18 g/mL). El reactivo en exceso y la cantidad sobrante son:
Masas atómicas (u): H = 1,0; O = 16,0; Cl = 35,5; Ca = 40,1
- El hidróxido de calcio, sobran 8,1 g
 - La disolución de ácido clorhídrico, sobran 74,65 ml
 - La disolución de ácido clorhídrico, sobran 32,9 mL
 - No hay reactivo en exceso
19. Considerando los siguientes datos
- $$\text{S(rómbico)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_r^0 = -296,06 \text{ kJ}$$
- $$\text{S(monoclínico)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_r^0 = -296,36 \text{ kJ}$$
- El cambio de entalpía para la transformación: S(rómbico) \rightarrow S(monoclínico) es:
- 592,42 kJ
 - 0,3 kJ
 - 0 kJ
 - + 0,3 kJ
20. Respecto a los compuestos, benceno (C_6H_6) y acetileno (C_2H_2),
- Los dos tienen la misma fórmula empírica
 - Los dos tienen la misma fórmula molecular
 - Los dos tienen la misma composición centesimal
 - En estado gaseoso, a la misma presión y temperatura, 2 dm³ de los dos gases tienen el mismo número de moléculas.
- son ciertas las afirmaciones:
- 1 y 2
 - 2 y 3
 - 1, 3 y 4
 - Todas
21. El pH de una disolución es 1. Si el pH aumenta a 2, la concentración de iones H_3O^+ con respecto a la primera se hace:
- Doble
 - Mitad
 - 10 veces mayor
 - 10 veces menor
22. Para el PbCl_2 : $K_s = 1,7 \times 10^{-5}$ y para el AgCl : $1,72 \times 10^{-10}$. Si a una disolución saturada de cloruro de plomo(II), añadimos lentamente otra que contiene el catión Ag^+ ,
- La cantidad de cloruro de plomo(II) precipitada aumenta
 - Parte del cloruro de plomo(II) se redisuelve
 - No se puede responder sin conocer la concentración del catión plata(1+)
 - Precipitará cloruro de plata y permanecerá invariable la cantidad de cloruro de plomo(II) precipitado
23. Sea el equilibrio $\text{C}(\text{s}) + \text{S}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g})$ a 1000 °C. Introducimos en un recipiente rígido y hermético de 1 L de capacidad 1 mol de C(s) y 0,25 moles de $\text{S}_8(\text{s})$ a temperatura ambiente y calentamos hasta los 1000 °C. Una vez alcanzado el equilibrio, la cantidad de C (s) que ha reaccionado es 0,85 moles. La constante de equilibrio vale:
- 0,15
 - 5,7
 - 6,7
 - 37,8

24. En el gráfico se comparan los efectos sobre la solubilidad, al añadir dos compuestos a una disolución saturada de Ag_2CrO_4 . Los compuestos 1 y 2 son:

Compuesto 1 Compuesto 2

- a. KNO_3 KCl
 b. KNO_3 K_2CrO_4
 c. K_2CrO_4 AgCl
 d. K_2CrO_4 KNO_3



25. Para la especie iónica O^- , ($Z_{\text{O}} = 8$) se puede afirmar que:
- Su número atómico es el mismo que el del elemento situado a continuación en el mismo período de la tabla periódica
 - Tiene dos electrones desapareados
 - Su configuración electrónica será igual a la del elemento que le sigue en el mismo período
 - Su número másico es el mismo que el del elemento que le sigue en el mismo período
26. La cristalización del acetato de sodio, a partir de una disolución sobresaturada, ocurre espontáneamente y es la base de los dispositivos conocidos como “Magic Heat” usados para calentar bebidas. Respecto a las variaciones de entropía y entalpía en el proceso, se puede decir que:
- $\Delta S < 0$ y $\Delta H > 0$
 - $\Delta S < 0$ y $\Delta H < 0$
 - $\Delta S > 0$ y $\Delta H > 0$
 - $\Delta S > 0$ y $\Delta H < 0$

27. Para una reacción endotérmica que se realiza en una sola etapa se ha determinado que el calor de reacción vale 55 kJ. ¿Cuáles de los siguientes valores de energías de activación se pueden **descartar** con seguridad?

Experiencia	Energía de activación (kJ)	
	Reacción directa	Reacción inversa
1	15	70
2	45	10
3	60	5
4	75	20
5	85	25

- 1
- 2 y 5
- 1, 2 y 5
- 2,3,4 y 5

28. Analizando los datos de la tabla se deduce que:
- La base más débil es la metilamina
 - En disolución acuosa, a igual concentración de base, tendrá un pH mayor la disolución de amoníaco
 - La sustancia con mayor grado de disociación es la anilina
 - Si se compara la acidez relativa de los ácidos conjugados, la especie más ácida es $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$

Base	Anilina ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)	Amoníaco (NH_3)	Metilamina (CH_3NH_2)
K_b	$10^{-9,37}$	$10^{-4,74}$	$10^{-3,43}$

29. En una disolución acuosa saturada de CaCO_3 , la solubilidad aumenta al añadir:
- HCl
 - H_2O
 - NaOH
 - Na_2CO_3
30. Para la reacción en fase gaseosa: $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g})$; $K_c = 27$. La concentración de oxígeno que hace que, en el equilibrio, haya cantidades equimoleculares de SO_2 y de SO_3 es:
- $1,37 \times 10^{-3} \text{ M}$
 - $3,70 \times 10^{-2} \text{ M}$
 - 5,20 M
 - Esa situación es incompatible con el estado de equilibrio.

PROBLEMA 1

La nitroglicerina, $C_3H_5N_3O_9$, es un líquido aceitoso que se ha usado tradicionalmente para fabricar explosivos. Alfred Nobel ya la empleó en 1866 para fabricar dinamita. Actualmente también se usa en medicina para aliviar el dolor de tórax en la angina de pecho ya que actúa como vasodilatador.

La nitroglicerina se descompone a la presión de 1 atm y 25 °C de temperatura para dar los gases nitrógeno, dióxido de carbono, oxígeno y agua líquida, desprendiendo 67,90 kJ en la descomposición de 10,0 g de nitroglicerina.

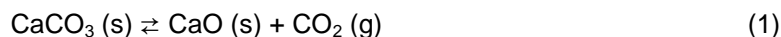
- a. Escriba la ecuación ajustada de la descomposición de la nitroglicerina.(2 puntos)
- b. Halle la entalpía estándar de formación de la nitroglicerina.(7 puntos)
- c. Realice el diagrama entálpico de formación de la nitroglicerina etiquetándolo completamente. ..(2 puntos)
- d. Se estima que a la temperatura de 41 °C la nitroglicerina se vuelve inestable estallando con una violenta explosión. Discuta la espontaneidad del proceso a 41 °C e indique, de modo razonado, si existe alguna temperatura a la cual cambie la espontaneidad.(4 puntos)
- e. Una dosis de nitroglicerina para aliviar la angina de pecho es de 0,60 mg, suponiendo que tarde o temprano en el organismo se descompone totalmente esa cantidad, aunque no de forma explosiva, según la reacción dada. ¿Cuántas calorías se liberan?(2 puntos)
- f. ¿Qué volumen de oxígeno, medido en condiciones normales, se obtendrá de la descomposición completa de un cartucho de 250 g de nitroglicerina en condiciones normales?(3 puntos)

DATOS $\Delta H_f^\circ(CO_2)(g) = -393,5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ(H_2O(l)) = -285,8 \text{ kJ/mol}$. 1 cal = 4,18 julios;

Masas atómicas: H= 1,0; C = 12,0; N = 14,0; O = 16,0

PROBLEMA 2

El término cal incluye el óxido de calcio (CaO, cal viva) y el hidróxido de calcio (Ca(OH)₂, cal apagada). Se utiliza en siderurgia para eliminar impurezas ácidas, en el control de la contaminación del aire para eliminar óxidos ácidos como el SO₂ y en el tratamiento del agua. La cal viva se obtiene industrialmente a partir de la descomposición térmica de piedra caliza (CaCO₃) en grandes hornos de cal. A 897°C la constante de equilibrio para la disociación del carbonato de calcio vale $K_P = 1 \text{ atm}$.



La cal viva es la fuente más barata de sustancias básicas, pero es insoluble en agua. Sin embargo, reacciona con agua para producir cal apagada. El Ca(OH)₂ tiene una solubilidad limitada, de manera que no puede utilizarse para preparar disoluciones acuosas de pH elevado. En cambio, si se hace reaccionar con un carbonato soluble, como el Na₂CO₃ (ac), la disolución que se obtiene tiene un pH mucho más alto.



- a. Si en un recipiente cerrado de 10 L se introducen 50 g de carbonato de calcio en atmósfera de nitrógeno, a 1 atm y 25°C, y a continuación se calienta hasta 897°C, determine la composición de la fase gaseosa cuando se alcance el equilibrio.(4 puntos)

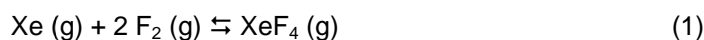
- b. Calcule la fracción de carbonato de calcio que ha descompuesto.(3 puntos)
- c. Calcule el pH de una disolución acuosa saturada de Ca(OH)_2(4 puntos)
- d. Considerando que la reacción (2) puede obtenerse combinando los equilibrios de solubilidad del Ca(OH)_2 y del CaCO_3 , determine el valor de K_c para esta reacción.....(5 puntos)
- e. Si la concentración inicial de carbonato de sodio en la disolución es 0,1 M, demuestre que el pH de la reacción (2) en el equilibrio es mayor que en la disolución saturada de Ca(OH)_2(4 puntos)

DATOS: $K_s[\text{Ca(OH)}_2] = 5,5 \times 10^{-6}$; $s[\text{CaCO}_3] = 5,29 \times 10^{-6} \text{ M}$; Masas atómicas (u): C: 12,0; O: 16,0; Ca: 40,1.
 $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

PROBLEMA 3.

En el año 1962, H. Claassen, H. Selig y J. Malm, publican la obtención y caracterización del tetrafluoruro de xenón, confirmándose que es posible obtener compuestos de algunos gases nobles (los de mayor número atómico).

A 200 °C la reacción de formación de este compuesto es un equilibrio químico que transcurre con un rendimiento del 60 %.

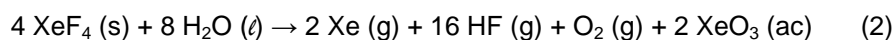


Partiendo de 0,40 moles de xenón y 0,80 moles de flúor en un recipiente cerrado de dos litros:

- a. Calcule el valor de K_c para la reacción (1) a 200 °C.....(5 puntos)
- b. Los moles adicionales de flúor que se deberían añadir si se quiere elevar el rendimiento de la reacción al 80 %.(5 puntos)

Una vez alcanzado el equilibrio con el rendimiento del 60 %, lo congelamos bajando bruscamente la temperatura hasta 20 °C, con lo que obtenemos unos cristales incoloros de tetrafluoruro de xenón.

Esta sustancia, en ambientes húmedos, reacciona según la ecuación:



Sobre los cristales obtenidos añadimos lentamente agua, con lo que se produce la reacción (2) hasta la completa desaparición del tetrafluoruro de xenón.

El XeO_3 así obtenido se seca a baja temperatura y en ausencia de sustancias orgánicas ya que, en estas condiciones, se descompone violentamente en sus elementos. Si subimos la temperatura bruscamente hasta 30 °C y provocamos esta descomposición violenta en un recipiente hermético de 2,00 L,

- c. Halle la cantidad de energía liberada en la descomposición.(5 puntos)
- d. Si el recipiente es capaz de soportar una presión de 4 atm sin perder su integridad, indique si es segura o no la reacción de descomposición descrita.....(5 puntos)

DATOS: $\Delta H_f^\circ(298 \text{ K}) [\text{XeO}_3] = + 402 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$