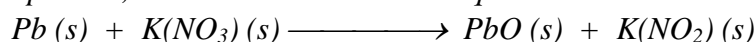


VII OLIMPIADA REGIONAL DE QUÍMICA. 2002

1. Una muestra de 3.16 g de *eucaliptol*, ingrediente activo primario encontrado en las hojas de eucalipto, contiene 2.46 g de carbono, 0.372 g de hidrógeno y el resto de oxígeno. ¿Cuál será la fórmula empírica del eucaliptol?

- a) $C_{18}H_{10}O_3$
- b) $C_{10}H_{18}O$
- c) C_5H_9O
- d) $C_9H_5O_2$

2. Al calentar 24.0 g de nitrato de potasio junto con plomo se han formado 13.8 g de dioxonitrato(III) de potasio, de acuerdo a la ecuación química:



¿Cuál es el rendimiento de la reacción?

- a) 38.6 %
- b) 86.3 %
- c) 36.8 %
- d) 68.3 %

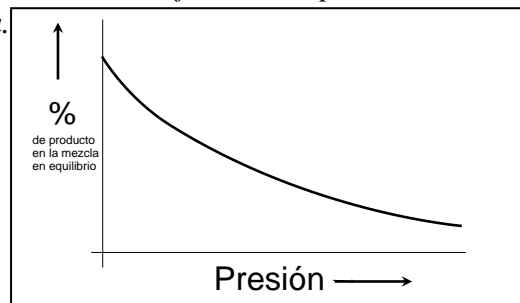
3. Para una reacción en equilibrio a presión y temperatura constantes se ha de cumplir que

- a) $\Delta H = 0$
- b) $\Delta S = 0$
- c) $\Delta U = 0$
- d) $\Delta G = 0$

4. Al representar el % de producto presente en una mezcla en reacción frente a la presión, una vez alcanzado el equilibrio, se obtiene la gráfica de la figura.

¿A qué sistema en equilibrio debe corresponderle esta gráfica?

- a) $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$
- b) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
- c) $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$
- d) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$



5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre catalizadores es incorrecta?

- a) Los catalizadores son generalmente específicos.
- b) Los catalizadores no afectan al equilibrio.
- c) Para conseguir un aumento apreciable de la velocidad de reacción hay que añadir mucho catalizador.
- d) Hay muchas sustancias que pueden envenenar los catalizadores.

6. Al comparar las moléculas de CO_2 y SO_2 se observa que en la primera el momento dipolar es nulo, mientras que en la segunda no lo es. ¿Cómo se puede justificar esta diferencia?

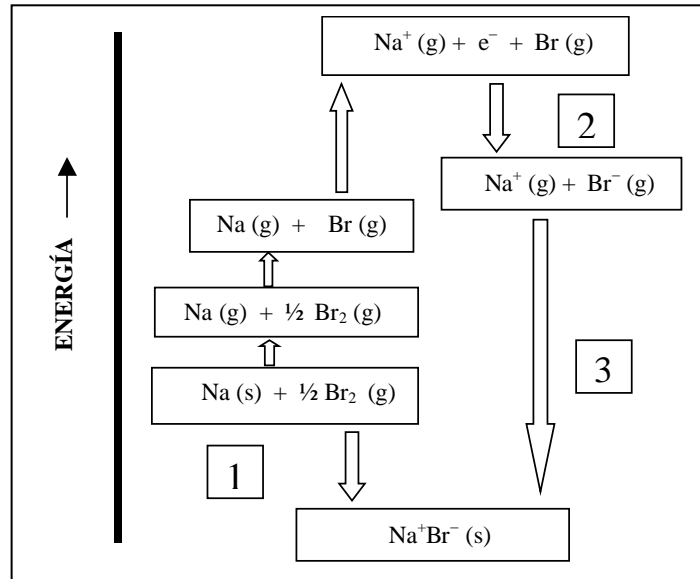
- a) Porque las electronegatividades del carbono y oxígeno son muy similares, mientras que las del azufre y oxígeno son muy distintas.
- b) Porque la molécula de CO_2 es lineal y la de SO_2 no.
- c) Porque el carbono no permite que sus electrones de valencia se alejen demasiado.
- d) Porque el carbono pertenece al segundo período del sistema periódico mientras que el azufre pertenece al tercero.

7. ¿Cuántos números cuánticos determinan un orbital?

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

8. En la figura adjunta se representa el diagrama entálpico del ciclo de Born-Haber para la formación del bromuro de sodio. ¿Qué etapa o etapas nos determina(n) la entalpía o energía reticular?

- a) La 1
- b) La 2
- c) La 3
- d) La 2 + 3



9. El oxígeno se puede obtener en el laboratorio por calentamiento de $K(ClO_3)$ sólido, de acuerdo a la ecuación termoquímica: $2 K(ClO_3) (s) \longrightarrow 2 KCl (s) + 3 O_2 (g) \Delta H = -89.4 kJ$ Calcular la energía que se libera cuando, por este procedimiento, se obtienen 10.1 litros de oxígeno medidos en condiciones normales de presión y temperatura.

- a) 26.8 kJ
- b) 37.2 kJ
- c) 64.0 kJ
- d) 13.4 kJ

10. En una reacción en la que intervienen dos reactivos, la velocidad de reacción se hizo el doble cuando la concentración de uno de los reactivos se hizo el doble y el otro se mantuvo constante. En otra experiencia similar, la velocidad de reacción se multiplicó por un factor de 9 cuando la concentración del segundo de los reactivos se triplicó, manteniendo constante la concentración del primero. ¿Cuál es el orden de la reacción?

- a) 2
- b) 3
- c) 5
- d) 6

11. ¿En cuál de los siguientes elementos debe ser **menor** el valor de la primera energía de ionización?

- a) Mg
- b) Al
- c) Si
- d) P

12. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones, referidas al equilibrio químico, es correcta?

- a) El valor de las constantes K_c y K_p sólo depende de la temperatura a la que se alcance el equilibrio.
- b) Para los equilibrios químicos en fase gaseosa K_c y K_p son iguales.
- c) El grado de disociación indica la cantidad de moles de sustancia que se han disociado una vez alcanzado el equilibrio.
- d) La presión siempre influye sobre un equilibrio químico.

13. ¿Cuáles de las siguientes notaciones cuánticas están permitidas para un electrón de un átomo polielectrónico?

1) $n = 2, l = 1, m_l = 0, m_s = 1/2$

- 2) $n = 3, l = 2, m_l = 0, m_s = -1/2$
3) $n = 3, l = 3, m_l = 2, m_s = -1/2$
4) $n = 3, l = 2, m_l = 3, m_s = 1/2$
a) 1, 2 y 4
b) 1 y 4
c) 1 y 2
d) 3 y 4.

14. En toda reacción química se cumple que

- a) la velocidad de reacción suele disminuir con el transcurso del tiempo, al ir disminuyendo la concentración del o de los reactivos.
b) la constante de velocidad suele disminuir con el transcurso del tiempo, al ir disminuyendo la concentración del o de los reactivos.
c) el orden de reacción depende tanto del número de reactivos como de los coeficientes estequiométricos de éstos.
d) la variación de entalpía asociada a una reacción de orden 2 es superior a la variación de entalpía asociada a una reacción de orden 1.

15. ¿En cuál de los siguientes elementos será **menor** el radio atómico?

- a) Mg
b) Al
c) Sí
d) P

16. En todo proceso espontáneo se tiene que cumplir que

- a) $dS = dT/H$
b) $\Delta S_{\text{sistema}} > 0$
c) $\Delta S_{\text{sistema}} + \Delta S_{\text{alrededores}} > 0$
d) $\Delta G > 0$

17. ¿Cuál de las siguientes formulas corresponde al metanal?

- a) CH_3O
b) CH_2O
c) CHO
d) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$

18. Un vendedor de globos tiene un recipiente de 30 litros lleno de hidrógeno a la temperatura de 25°C y sometidos a una presión de 8 atm. ¿Cuántos globos de 2 litros, a la presión de 1 atm y misma temperatura, podría llenar con todo el hidrógeno del recipiente?

- a) 15
b) 60
c) 120
d) 240

19. La afinidad electrónica del iodo es -295 kJ/mol . Calcular la energía liberada al ionizar 152,4 g de átomos de iodo gas que se encuentran en estado fundamental.

- a) 127 kJ
b) 354 kJ
c) 708 kJ
d) 12.7 kJ

20. Se quieren preparar 2 litros de disolución de ácido clorhídrico del 36% en peso y densidad $1,18 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, disolviendo cloruro de hidrógeno en agua. ¿Cuántos litros de dicho gas, medidos en condiciones normales, se necesitarán? El cloruro de hidrógeno es un gas muy soluble en agua.

- a) 521.07 L
- b) 2 L
- c) 1227.39 L
- d) 164.3 L

21. La fórmula de la anilina es

- a) C₂H₆O
- b) C₆H₇N
- c) C₆H₅NO₂
- d) C₂H₇N

22. A determinadas condiciones de presión y temperatura la densidad del oxígeno es 1.429 g·dm⁻³; en las mismas condiciones, la densidad del propano valdrá

- a) 1.964 g·dm⁻³
- b) 1.429 g·dm⁻³
- c) 1.039 g·dm⁻³
- d) 1.568 g·dm⁻³

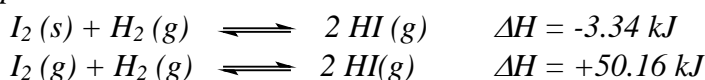
23. La energía del electrón del átomo de hidrógeno en estado fundamental es -2.28×10^{-18} J, y la del electrón excitado al nivel energético $n = 5$ es -8.72×10^{-20} J. ¿Cuál es la frecuencia de la radiación electromagnética originada al saltar el electrón desde $n = 5$ a $n = 1$?

- a) $3.30 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$
- b) $3.57 \times 10^{-15} \text{ s}^{-1}$
- c) $2.19 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$
- d) No puede calcularse porque los electrones no saltan.

24. Considerando los radios de los iones isoelectrónicos S²⁻, Cl⁻, K⁺, Ca²⁺, ¿cuál de las ordenaciones dadas a continuación sería la correcta?

- a) S²⁻ = Cl⁻ = K⁺ = Ca²⁺
- b) Ca²⁺ < K⁺ < Cl⁻ < S²⁻
- c) S²⁻ < Cl⁻ < K⁺ < Ca²⁺
- d) Cl⁻ < S²⁻ < Ca²⁺ < K⁺

25. Sabiendo que



¿Cuál será la entalpía de sublimación del yodo

- a) +46.82 kJ·mol⁻¹
- b) +26.75 kJ·mol⁻¹
- c) -53.50 kJ·mol⁻¹
- d) -46.82 kJ·mol⁻¹

26. Por el hecho de que el proceso de transformación de diamante a grafito tenga $\Delta G < 0$, ¿qué podríamos afirmar?

- a) Que los diamantes no son una inversión segura.
- b) Que el proceso no es espontáneo.
- c) Que el proceso es espontáneo aunque muy lento.
- d) Que aunque aumentemos mucho la temperatura, los diamantes seguirán siendo diamantes.

27. En todas las cocinas en las que se utiliza gas (ya sea butano o propano) debe existir una salida al exterior a nivel del suelo; esto se debe

- a) a una mera cuestión de estética.
- b) a que tanto el butano como el propano son más densos que el aire.
- c) a que los gases resultantes de la combustión son más pesados que el butano o el propano.

- d) a que de esa forma se puede evacuar el nitrógeno del aire, con lo que la combustión será más eficaz.
28. Al tomar como modelos el del gas ideal y la teoría cinética de gases, puede afirmarse que
- incluso a temperatura muy alta es probable encontrar algunas moléculas prácticamente quietas.
 - sólo se consideran las interacciones entre moléculas de tipo atractivo.
 - la velocidad media de las moléculas de un gas es la velocidad más probable que va a tener una molécula.
 - la velocidad media de las moléculas de H_2 y las de N_2 es la misma para una misma temperatura.
29. Una muestra de 2 gramos de un elemento metálico contiene 3.01×10^{22} átomos de dicho elemento. La masa atómica de dicho átomo es
- 19
 - 20
 - 40
 - 56
30. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **incorrecta**?
- La temperatura de fusión del yodo es mayor que la del bromo.
 - El diamante no conduce la corriente eléctrica.
 - La temperatura de fusión del agua es anormalmente baja si se compara con la que corresponde a los hidruros de los otros elementos del grupo 16.
 - El bromuro de sodio es soluble en agua.
31. Cuando reacciona 1 litro de nitrógeno, medido en condiciones normales, con el hidrógeno necesario para formar amoníaco, se liberan 4138.2 J. ¿Cuál es la entalpía de formación del amoníaco?
- 92.67 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 - 46.34 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 - 185.34 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 - 307.9 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
32. En cuál de las siguientes reacciones en equilibrio se cumple que K_c y K_p tienen distinto valor a una temperatura dada
- $H_2O(g) + CO(g) \rightleftharpoons H_2(g) + CO_2(g)$
 - $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$
 - $SO_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) + NO(g)$
 - $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2 CO(g)$
33. En una reacción química endotérmica se cumple que
- la velocidad de reacción no se ve afectada por la temperatura.
 - la energía de activación de la reacción inversa es menor que la de la reacción directa.
 - la energía de activación de la reacción inversa es mayor que la de la reacción directa.
 - la energía de activación de la reacción directa aumenta cuanto más endotérmica es la reacción.
34. El modelo atómico de Bohr se caracteriza, entre otras cosas, porque
- los electrones tienen aceleración a pesar de no variar su energía.
 - los electrones excitados dejan de estar en órbitas circulares.
 - los electrones pueden pasar a una órbita superior emitiendo energía.
 - los electrones tienen la misma velocidad en cualquier órbita.
35. Un átomo de carbono-14 contiene:

- a) 8 protones, 6 neutrones y 6 electrones.
- b) 6 protones, 6 neutrones y 8 electrones.
- c) 6 protones, 8 neutrones y 8 electrones.
- d) 6 protones, 8 neutrones y 6 electrones.

36. ¿En cuál de los siguientes compuestos el número de oxidación del hidrógeno es -1?

- a) H₂O
- b) H₂
- c) NaH
- d) a(OH)

37. En el equilibrio $\text{Hb}(\text{O}_2)_4(\text{dis}) + 4 \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Hb}(\text{CO})_4(\text{dis}) + 4 \text{O}_2(\text{g})$; donde **Hb** indica hemoglobina, ¿cómo deberíamos actuar en los casos de envenenamiento por monóxido de carbono?

- a) Disminuyendo la presión de oxígeno.
- b) Aumentando la presión de oxígeno.
- c) Disminuyendo la concentración de hemoglobina.
- d) Metiéndose en una bañera.

38. En una reacción que se desarrolla en varias etapas, ¿cuál es la etapa que limita la velocidad de la reacción?

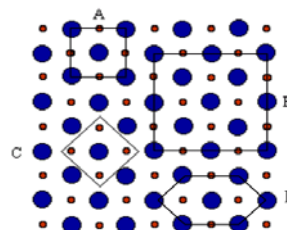
- a) La primera.
- b) La última.
- c) La más rápida.
- d) La más lenta.

39. La expresión correcta para la constante del equilibrio: $\text{P}_4(\text{s}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s})$, es

- a) $K_c = \frac{[\text{P}_4\text{O}_{10}]}{[\text{P}_4][\text{O}_2]^5}$
- b) $K_c = \frac{[\text{P}_4\text{O}_{10}]}{5[\text{P}_4][\text{O}_2]}$
- c) $K_c = [\text{O}_2]^5$
- d) $K_c = \frac{1}{[\text{O}_2]^5}$

40. La figura adjunta corresponde a una capa de la red cristalina del NaCl (s). ¿Cuál de las unidades que se indican corresponde a la celdilla unidad?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D



1. Sabiendo que la energía del electrón del átomo del hidrógeno, en su estado fundamental, es -13.6 eV, calcule:

- a) La energía de ionización de los 4 primeros átomos hidrogenoides en su estado no excitado.

- b) ¿Cuál de estos 4 átomos puede tener un electrón con mayor velocidad? Incluya la posibilidad de cualquier estado de excitación.
- c) Cada uno de estos átomos está caracterizado por un espectro de emisión en el cual existen varias líneas comunes a todos ellos. De éstas, ¿cuál es la energía correspondiente a la línea de frecuencia más alta?.

Suponga aplicable el modelo atómico de Bohr a cualquier átomo hidrogenoide. (Consideraremos átomos hidrogenoides a los que disponen de 1 electrón y un cierto número de protones).

DATO: $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

2. El hidrogenocarbonato de sodio, $\text{Na}(\text{HCO}_3)$, se descompone al suministrarle la energía calorífica suficiente, de acuerdo a la ecuación química



Una muestra de 100 g de $\text{Na}(\text{HCO}_3)$ se coloca en un recipiente cerrado de 5 litros de capacidad y se calienta hasta 160°C , temperatura a la que se descompone el hidrogenocarbonato de sodio. Después de alcanzarse el equilibrio queda algo de

hidrogenocarbonato de sodio sin descomponer, siendo la presión en el recipiente de 7.76 atm.

- a) ¿Cuántos moles de agua se han formado?
- b) ¿Cuántos gramos de hidrogenocarbonato de sodio quedarán sin descomponer?
- c) Escriba la expresión de la constante de equilibrio K_p y calcule su valor para las condiciones indicadas.
- d) ¿Cuál habría sido la presión en el recipiente si en vez de colocar 100 g hubiésemos colocado 110 g de hidrogenocarbonato de sodio y lo hubiésemos calentado hasta la temperatura indicada?

DATOS

Masas atómicas relativas: H = 1 ; C = 12 ; O = 16 ; Na = 23.

3. Un laboratorio dedicado al estudio de los efectos de los productos químicos en el cuerpo humano ha establecido que no se puede sobrepasar la concentración de 10 ppm de HCN en el aire durante 8 horas seguidas si se quieren evitar riesgos para la salud.

Sabiendo que una dosis letal de cianuro de hidrógeno en el aire (según el índice Merck) es de 300 mg de HCN por Kg de aire, a temperatura ambiente, calcule:

- a) ¿a cuántos mg de HCN por Kg de aire equivalen las 10 ppm?
- b) ¿qué fracción de dosis letal representan las 10 ppm?

c) si se considera que la dosis letal del HCN en sangre equivale a una concentración de 1.1 mg por Kg de peso, ¿qué volumen de una disolución de HCN 0.01 M se debe administrar a una cobaya de laboratorio de 335 gramos de peso para su fallecimiento?

Datos.

Masas atómicas relativas: H = 1; C = 12; N = 14; O = 16.

Composición media del aire en volumen: 79% de nitrógeno y 21% de oxígeno.

1 ppm = 1 cm³/m³.

4. El análisis elemental de un compuesto determinó que éste estaba formado únicamente por carbono, hidrógeno y nitrógeno.

Por combustión de una muestra del mismo se recogieron 72.68 litros de una mezcla de gases formada por CO₂, H₂O y N₂ y oxígeno sobrante, medidos a unas determinadas condiciones de presión y temperatura. El análisis volumétrico de dicha mezcla arrojó los siguientes resultados: 27.74 % de dióxido de carbono, 48.53 % de agua y 6.93 % de nitrógeno.

a) Determinar la fórmula empírica del compuesto.

b) Sabiendo que la densidad del compuesto, en estado gaseoso, es 1.80 g·dm⁻³, cuando la presión es de 748 torr y la temperatura de 27 °C, ¿cuál es su fórmula molecular?

- c) Se sabe que las entalpías de formación del CO_2 (g) y del H_2O (g) son, en condiciones estándar, -394.76 y $-286.75 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, respectivamente, y que en la combustión de 32.25 g del compuesto, también en condiciones estándar, se desprenden 1249.82 kJ. ¿Cuál es la entalpía de formación del compuesto en dichas condiciones?

DATOS

Masas atómicas relativas: H = 1 ; C = 12 ; N = 14 ; O = 16.

SUPUESTO PRÁCTICO

Una botella de agua mineral de las de consumo generalizado lleva en su etiqueta las siguientes inscripciones, correspondientes al análisis químico de la misma,

ION	CONCENTRACIÓN ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$)
Calcio	7.2
Cloruro	33.8
Fluoruro	0.1
Hidrogenocarbonato (bicarbonato)	433.0

Magnesio	87.0
Nitrato	4.5
Potasio	1.5
Sílice	8.3
Sodio	14.8
Sulfato	7.5

- ¿Qué ion positivo presenta la menor concentración molar?
- ¿Qué ion negativo presenta la mayor concentración molar?
- Formule las posibles sales disueltas en el agua.
- Explique (de la forma que considere más exacta) cómo podría identificar, si la botella careciese de etiqueta, que el agua no es destilada.
- Describa lo que tendría que hacer para determinar la masa total de las sales disueltas en 1 litro de este agua mineral.

DATOS

Masas atómicas relativas

**H = 1 ; C = 12 ; N = 14 ; O = 16 ; F = 19 ; Na = 23 ; Mg = 24 ; Si = 28 ; S = 32 ;
Cl = 35.5 ; K = 39 ; Ca = 40**