

III OLIMPIADA REGIONAL DE QUÍMICA. AÑO 1998

- 1.- La cafeína, uno de los componentes del té y del café, tiene una masa molecular relativa de 194. El análisis cuantitativo indica que la cafeína contiene un 28.9 % de nitrógeno; por ello, el número de átomos de nitrógeno en una molécula de cafeína ha de ser
- 1
 - 2
 - 4
 - 7
- 2.- En una reacción química, la presencia de un catalizador altera o modifica
- la entalpía de la reacción.
 - la energía de activación.
 - la concentración inicial de los reactivos.
 - la entropía del proceso.
- 3.- Las especies químicas O^{2-} , F^- , Ne y Na^+ son isoelectrónicas. ¿A cuál de ellas debe corresponderle un menor volumen?
- F^- .
 - Ne .
 - O^{2-} .
 - Na^+ .
- 4.- ¿Qué masa, en gramos, debe corresponderle a un mol de albaricoques si una docena de ellos tienen 240 g?
- 1.2×10^{25}
 - 6.02×10^{23}
 - Tan poco que no podría pesarse.
 - 6.02×10^{-23}
- 5.- Cuando se adicionan 100 cm^3 de agua a 100 cm^3 de una disolución acuosa 0.20 M en sulfato de potasio, K_2SO_4 , y se agita vigorosamente, ¿cuál es la molaridad de los iones K^+ en la nueva disolución? Considere correcta la adición de los volúmenes
- 0.05
 - 0.10
 - 0.15
 - 0.20
- 6.- ¿Cuál de las siguientes moléculas **no** es una excepción a la regla del octete según la notación de Lewis?
- SiO_2 .
 - $BeCl_2$.
 - BCl_3 .
 - PF_5 .
- 7.- De las siguientes afirmaciones, indique la que debe considerarse totalmente correcta:
- La energía reticular de un compuesto iónico es independiente de la carga de los iones que lo forman.
 - Los sólidos iónicos subliman con facilidad y son muy solubles en agua.
 - Los compuestos iónicos son conductores en cualquier estado físico.
 - Las temperaturas de fusión y de ebullición de los compuestos iónicos son altas o muy altas.

- 8.- ¿En cuál de los siguientes procesos está implicada una transformación química?
- El secado, al aire libre y al sol, de una toalla húmeda.
 - La preparación de un café exprés haciendo pasar vapor de agua a través de café molido.
 - La desalinización del agua por ósmosis inversa.
 - La adición de limón al té, por lo que éste cambia de color.
- 9.- ¿Cuál de los siguientes compuestos producirá, por combustión completa de 1 g de él, la mayor masa de dióxido de carbono?
- Metano, CH_4 .
 - Etino, C_2H_2 .
 - Buteno, C_4H_8 .
 - Pentano, C_5H_{12} .
- 10.- La ecuación de velocidad para la reacción $a\text{A} + b\text{B} \longrightarrow \text{Productos}$, está dada por la expresión: $v = k [\text{A}] [\text{B}]^2$. Por tanto, se puede afirmar
- que $a = 1$ y $b = 2$.
 - que la reacción es de orden 2.
 - que la velocidad de la reacción se hace cuatro veces mayor al duplicar la concentración de B, manteniendo constante la de A.
 - que k (constante de velocidad) es independiente de las concentraciones de los reactivos y de la temperatura.
- 11.- ¿Cuál de los siguientes elementos es un sólido no conductor, de baja temperatura de fusión, y constituido por moléculas poliatómicas simétricas?
- Aluminio.
 - Carbono (diamante).
 - Fósforo (blanco).
 - Potasio.
- 12.- ¿Qué combinación de números cuánticos no puede corresponder a un electrón?
- $n = 5, l = 0, m = 1$.
 - $n = 3, l = 1, m = -1$.
 - $n = 5, l = 3, m = -2$.
 - $n = 3, l = 1, m = 0$.
- 13.- ¿Cuál de las siguientes moléculas presenta momento dipolar nulo?
- CCl_4 .
 - H_2S .
 - SO_2 .
 - H_2O .
- 14.- El alcohol etílico (etanol) se mezcla con el agua en cualquier proporción. Ello es debido a
- que lo dice la “Ley de semejanza” (“semejante disuelve a semejante”).
 - que el alcohol etílico es hiperactivo.
 - que ambos líquidos, alcohol y agua, son incoloros.
 - que se establecen enlaces por puente de hidrógeno entre las moléculas de ambas sustancias al mezclarlas.
- 15.- ¿A qué especie química, de las siguientes, no le corresponde la distribución electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$?
- Al ion cloruro, Cl^- .

- b) Al ion sulfuro, S^{2-} .
- c) A un átomo de argón en su estado fundamental.
- d) Al ion magnesio, Mg^{2+} .

16.- Por reacción entre 0.25 moles de cloro, en estado gaseoso, con suficiente cantidad de un metal **M** se producen 0.1 moles del cloruro de dicho elemento. La fórmula de dicho cloruro debe ser:

- a) MCl_3 .
- b) M_2Cl_5 .
- c) MCl_5 .
- d) M_5Cl_2 .

17.- De acuerdo con la **teoría cinética de los gases**, las moléculas de un gas ideal

- a) deben moverse todas a la misma velocidad.
- b) han de ser partículas minúsculas y cargadas eléctricamente.
- c) deben atraerse fuertemente entre sí.
- d) ocupan un volumen despreciable.

18.- La urea es

- a) una amina.
- b) una cetona.
- c) una hormona.
- d) una amida.

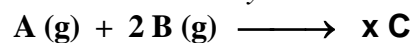
19.- La primera energía de ionización de los átomos de los elementos de un mismo grupo de la Tabla Periódica disminuye a la vez que aumenta el número atómico del elemento. ¿Cuál de los siguientes factores va a influir más en ello?

- a) El aumento del radio atómico.
- b) La disminución de la energía de enlace.
- c) El aumento de la carga nuclear.
- d) El aumento de la masa atómica.

20.- ¿Cuál de las siguientes transformaciones es una oxidación?

- a) $Cr_2O_3 \longrightarrow Cr^{3+}$.
- b) $(CrO_4)^{2-} \longrightarrow (Cr_2O_7)^{2-}$.
- c) $Cr^{3+} \longrightarrow (CrO_4)^{2-}$.
- d) $(CrO_4)^{2-} \longrightarrow Cr_2O_3$.

21.- Si la reacción entre las sustancias **A** y **B** transcurre de acuerdo a la ecuación



Puede afirmarse que

- a) puesto que **A** y **B** son gaseosos, **C** debe ser también un gas.
- b) la relación entre las masas de **A** y **B** que reaccionan es $\frac{1}{2}$.
- c) como 1 mol de **A** reacciona con 2 moles de **B**, **x** debe de valer 3.
- d) nada de lo anterior es cierto.

22.- Una vez alcanzado el equilibrio químico a una determinada temperatura, es **incorrecto** afirmar que

- a) las concentraciones de cada uno de los reactivos y productos permanecen constantes.
- b) los reactivos dejan de transformarse en productos.
- c) las velocidades de las reacciones directa a inversa son iguales.
- d) la variación de energía libre del sistema, $\Delta G_{\text{sistema}}$, es igual a 0.

23.- ¿Cuál de las siguientes moléculas tiene una geometría plana?

- a) Trifluoruro de nitrógeno, NF_3 .

- b) Tricloruro de fósforo, PCl_3 .
- c) Trifluoruro de boro, BF_3 .
- d) Trifluoruro de iodo, IF_3 .

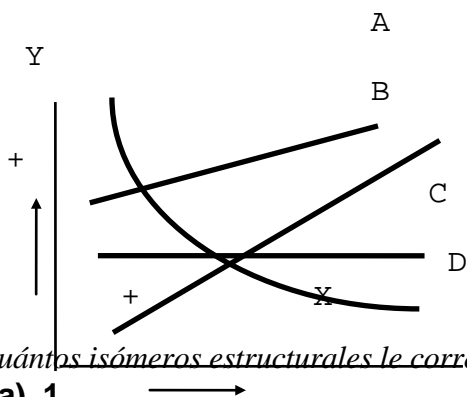
24.- De las siguientes parejas, ¿en cuál de ellas las dos especies son isoelectrónicas?

- a) S^{2-} y Fe .
- b) K y Mg^{2+} .
- c) S^{2-} y Ca^{2+} .
- d) Cl^- y Mg^{2+} .

25.- La famosa experiencia de Millikan, realizada con gotas de aceite, permitió

- a) determinar la masa del protón.
- b) calcular la densidad relativa del aceite y del agua.
- c) establecer la carga del electrón.
- d) medir la longitud del enlace C — C de los existentes en la molécula de aceite.

26.- ¿Cuál es la línea gráfica que se debería obtener al representar, en un diagrama de ejes cartesianos, la presión a la que está sometida una masa gaseosa de nitrógeno, (Y), frente a la inversa del volumen ocupado por dicha masa, (X), a temperatura constante



27.- ¿Cuántos isómeros estructurales le corresponden a la fórmula molecular $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$?

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

28.- Para una determinada reacción en equilibrio se sabe que K_p a 300 K vale 1.0 y que K_p a 600 K vale 2.0; por tanto, se puede afirmar que:

- a) K_p a 450 K vale 1.5.
- b) el aumento de la presión del sistema favorece la formación de productos.
- c) la reacción es endotérmica.
- d) K_p aumenta al aumentar la presión.

29.- ¿Cuál de las siguientes moléculas tendrá mayor momento dipolar?

- a) F_2 .
- b) SiH_4 .
- c) HCl .
- d) BrCl .

30.- La configuración electrónica de los átomos de un cierto elemento X es $1s^2 2s^2 2p^5$. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- a) X es un elemento de marcado carácter metálico.

- b) X es capaz de formar con facilidad cationes.
- c) X es un elemento de transición.
- d) X puede presentar números de oxidación -1 y +7.

31.- ¿Qué volumen de oxígeno reaccionará completamente con una mezcla de 10 cm^3 de hidrógeno y 20 cm^3 de monóxido de carbono? (Todos los volúmenes medidos en las mismas condiciones de presión y temperatura).

- a) 10 cm^3 .
- b) 15 cm^3 .
- c) 20 cm^3 .
- d) 30 cm^3 .

32.- Las moléculas de un compuesto, ZCl_3 , tienen momento dipolar nulo. ¿Cuál debe ser la geometría en la que están dispuestos sus átomos constituyentes?

- a) Linear.
- b) Trigonal plana.
- c) Tetraédrica.
- d) Piramidal.

33.- Dos recipientes idénticos contienen, en condiciones normales, 4 g de helio y 4 gramos de hidrógeno, respectivamente. ¿Cuál es la relación entre el número de partículas de helio y el número de partículas de hidrógeno existentes en cada recipiente?

- a) 1:1 .
- b) 1:2 .
- c) 1:4 .
- d) 2:1 .

34.- Si la constante de equilibrio para la reacción $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$ es, a 800°C , $K_p = 9 \text{ atm}^{-1}$, el valor de dicha constante a la misma temperatura pero para el equilibrio dado por la ecuación $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{SO}_3(\text{g})$, debe ser

- a) $K_p = 9 \text{ atm}^{-1}$.
- b) $K_p = 3 \text{ atm}^{-1}$.
- c) $K_p = 4.5 \text{ atm}^{-1/2}$.
- d) $K_p = 3 \text{ atm}^{-1/2}$.

35.- Si el pH de una disolución de un ácido monoprótico fuerte es 2.17, ¿entre qué valores estará comprendida la concentración molar de la disolución respecto a dicho ácido?

- a) Entre 0.0001 y 0.001 .
- b) Entre 0.001 y 0.01 .
- c) Entre 0.01 y 0.10 .
- d) Entre 0.10 y 1.00 .

36.- En la reacción entre las sustancias X e Y se aprecia que algunos de los choques entre las partículas de X y las de Y no dan lugar a productos. ¿Cuál es la afirmación más adecuada para explicarlo?

- a) El sistema ya ha alcanzado el equilibrio.
- b) La energía de activación de la reacción inversa es muy baja.
- c) Las partículas de X e Y no colisionan con la debida orientación.
- d) El "complejo activado" es muy inestable.

37.- A 25°C y 1 atm de presión se puede afirmar que

- a) todos los metales son sólidos, conductores y de altos puntos de fusión.
- b) el SiO_2 , como el CO_2 , es un gas.
- c) el H_2O es líquido y el H_2S es gaseoso.

d) el diamante es un sólido molecular.

38.- *Una de las siguientes designaciones para un orbital atómico es incorrecta, ¿cuál es?*

- a) 6s .
- b) 3f .
- c) 8p .
- d) 4d .

39.- *La mayor aportación de Lavoisier a la Química se produjo cuando*

- a) **describió, por primera vez, el efecto fotoeléctrico.**
- b) **estableció la ley de la conservación de la masa.**
- c) **sintetizó el PVC.**
- d) **descubrió el neutrón.**

40.- *Las reacciones exotérmicas*

- a) **se producen siempre a velocidades de reacción altas.**
- b) **han de tener constantes de equilibrio menores de 1.**
- c) **sufren una variación de entalpía negativa.**
- d) **se producen entre reactivos inestables.**

1. Disponemos de 6.5 g de disolución acuosa de hidróxido de litio, Li(OH), de 1.07 de densidad relativa y 0.08 de fracción molar en Li(OH).

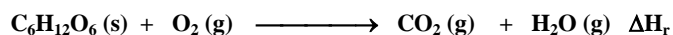
Calcular:

- a) la molalidad de la disolución,
- b) la concentración en % en peso,
- c) la molaridad de la misma, y

d) ¿cuántos gramos de agua habrá que añadir a la citada cantidad de disolución para que la fracción molar en Li(OH) sea ahora 0.04?

(Masas atómicas relativas: H = 1 ; Li = 7 ; O = 16)

2. Los alimentos que comemos sufren un proceso de degradación en nuestro organismo por el que le proporcionan a éste la energía necesaria para el crecimiento y las funciones vitales. La ecuación de combustión de la glucosa es la que mejor describe el proceso.



Si la cantidad de alimentos que una persona consume al día equivale a una ingesta de 856 g de glucosa, ¿cuál es la masa de CO₂ que se produce como consecuencia de la combustión de tal cantidad de glucosa? ¿Cuánta energía suministra al organismo? ¿Qué volumen de aire, medido a 17 °C y 770 torr, se necesita para la total combustión de la cantidad indicada?

DATOS

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

El aire contiene un 21 % en volumen de oxígeno.

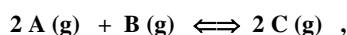
Las entalpías de formación y la variación de entalpía de la reacción se dan en condiciones estándar.

$$\Delta H_f \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) = -1260 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f \text{CO}_2(\text{g}) = -393.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -241.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} .$$

3. En un recipiente de 5 litros de capacidad se introducen 0.1 mol de una sustancia A, 0.1 mol de otra sustancia B y 0.1 mol de otra C. El sistema alcanza el equilibrio a la temperatura de 500 K, de acuerdo a la ecuación química



siendo entonces la presión en el recipiente de 2.38 atm.

Se sabe que K_C está comprendida entre 100 y 150.

Con estos datos:

- Razonar en qué sentido evolucionará la reacción hasta que alcance el equilibrio.
 - Calcular las concentraciones de cada especie en el equilibrio.
 - Determinar el valor exacto de K_C
 - ¿Cuál será la presión parcial de cada uno de los gases en el equilibrio?
 - Calcular el valor de K_P .
4. En un recipiente cerrado se encuentra una cierta cantidad de hidrógeno atómico en estado gaseoso. Eventualmente se producen colisiones reactivas de estos átomos para formar moléculas H₂ , proceso que transcurre con desprendimiento de energía. Suponga que se produce una de estas colisiones y que la molécula de H₂ formada recibe toda la energía liberada en la reacción en forma de energía cinética traslacional. Considere ahora que esta molécula (para la que ignoraremos cualquier otra contribución energética) choca con un átomo de hidrógeno cediéndole, en todo o en parte, su energía cinética. Si el átomo de hidrógeno se encuentra en su estado electrónico fundamental, ¿sería posible el paso a un estado electrónico excitado como consecuencia de esta colisión?

Suponga ahora que un átomo de hidrógeno, en un estado electrónico excitado (por ejemplo n = 3) regresa al nivel fundamental mediante la emisión de un fotón, ¿podría ese fotón disociar una molécula de H₂ ?

DATOS

Constante de Planck $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; Velocidad de la luz $c = 3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

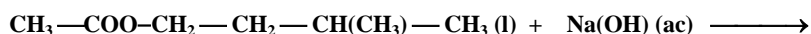
Constante de Rydberg $R = 109677.6 \text{ cm}^{-1}$

Energía de disociación del hidrógeno molecular = 458 kJ·mol⁻¹

SUPUESTO PRÁCTICO

El éster etanoato de 3-metilbutilo se utiliza como aditivo de alimentos por presentar el olor característico de las peras. Cuando el producto se emplea para tal fin hay que analizar cuidadosamente una muestra del mismo para comprobar su pureza.

Uno de los métodos de análisis comienza con la hidrólisis del éster. Una determinada masa de muestra se hierve durante 30 minutos con un volumen conocido, y en exceso, de hidróxido de sodio para que se produzca la siguiente reacción





Una vez terminado el proceso de hidrólisis, la mezcla líquida resultante se diluye hasta un volumen fijo por adición de agua destilada.

Un pequeño volumen de esta nueva disolución se valora con una disolución estándar de ácido clorhídrico para determinar el hidróxido que no reacciona con el éster.

a) En un experimento de este tipo, 0.985 g de una muestra de etanoato de 3-metilbutilo, a la que se le añadieron 25.0 cm³ de una disolución de Na(OH) 1.00 M, se hirvieron durante el tiempo indicado.

La mezcla hidrolizada se diluyó hasta 250 cm³ y porciones de ésta, de 25.0 cm³ todas ellas, se valoraron con disolución 0.1 M de ácido clorhídrico en presencia del indicador adecuado. El valor medio de todos los volúmenes necesarios de ácido fue de 17.7 cm³.

Calcular la masa de éster que había en la muestra y expresarla como porcentaje de la masa inicial.

(Masa molecular relativa del éster = 130) (H = 1 , C = 12 , O = 16 , Na = 23)

b) Establezca un plan que describa adecuadamente cómo llevaría a cabo este análisis suponiendo que se encuentra en un laboratorio dotado de todo lo necesario.

Debe indicar:

- Cómo medir las cantidades necesarias para la etapa de hidrólisis.
- Los aparatos que se han de utilizar y el método que se ha de seguir para la hidrólisis.
- Cómo prepararía la disolución hidrolizada para proceder a analizarla.
- Los aparatos y método utilizados para la valoración.
- Las precauciones de seguridad que debe tomar o los riesgos que el proceso conlleva.