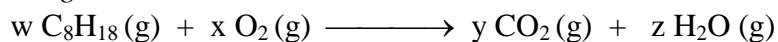


V OLIMPIADA REGIONAL DE QUÍMICA. AÑO 2000

1. La ecuación química correspondiente a la combustión del octano, componente esencial de las gasolinas y por las que éstas se califican según su "Índice de Octano" (97, 98), tiene lugar de acuerdo a la siguiente ecuación:



Los coeficientes estequiométricos (w , x , y , z) para la reacción ajustada deben ser

- $w = 2$, $x = 25$, $y = 18$, $z = 16$;
 - $w = 25$, $x = 2$, $y = 16$, $z = 18$;
 - $w = 2$, $x = 25$, $y = 16$, $z = 18$;
 - $w = 1$, $x = 25$, $y = 8$, $z = 9$.
2. ¿En cuál de las siguientes especies químicas presenta el nitrógeno estado de oxidación +1?
- $(\text{NO}_3)^-$
 - NO
 - $\text{Ag}_2(\text{N}_2\text{O}_2)$
 - NH_3
3. En la molécula de tricloruro de fósforo, PCl_3 , el fósforo está rodeado de cuatro pares de electrones; por tanto, la geometría de dicha molécula tiene que ser
- tetraédrica;
 - plano cuadrada;
 - triangular;
 - piramidal.
4. ¿Cuál de los siguientes nombres debe darse, correctamente, a la especie química cuya fórmula semidesarrollada es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$?
- 3-butanona.
 - 2-butanona.
 - butanona.
 - metilpropanona.
5. Una disolución acuosa de ácido sulfúrico al 40 % en peso tiene una densidad de $1.3 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Su normalidad es
- 10.6 ;
 - 46.4 ;
 - 23.2 ;
 - 20.8 .
6. Las denominadas "Fuerzas de Van der Waals"
- explican la interacción entre iones.
 - describen la atracción del núcleo sobre los electrones deslocalizados.
 - miden las acciones mutuas entre las partículas nucleares.
 - justifican que el yodo sea un sólido a 0°C , mientras que el cloro es un gas a la misma temperatura.
7. Si $[\text{Ar}]$ representa la estructura electrónica de un átomo de argón ($Z = 18$), el ion titanio(II) ($Z = 22$) puede entonces representarse por
- $[\text{Ar}] 4s^1 3d^1$
 - $[\text{Ar}] 4s^2$
 - $[\text{Ar}] 3d^2$
 - $[\text{Ar}] 3d^4$

8. Dadas las siguientes entalpías de enlace, a 25 °C de temperatura y 1 atm de presión.

C-H	400 kJ·mol ⁻¹
C-C	348 kJ·mol ⁻¹
O-H	460 kJ·mol ⁻¹
O=O	500 kJ·mol ⁻¹
C=O	800 kJ·mol ⁻¹

¿Cuál será la entalpía de combustión, en las mismas condiciones y en kJ·mol⁻¹, del etano?

- a) +60
- b) -60
- c) -731
- d) -1462

9. En cuál de los siguientes equilibrios químicos, en los que todas las especies están en estado gaseoso, al duplicar la presión, manteniendo la temperatura constante, se favorece la formación de una mayor cantidad de productos.

- a) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HCl}$
- b) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$
- c) $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2$
- d) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NO}$

10. Cuando se le añade a un sistema químico en equilibrio un catalizador positivo

- a) disminuye el calor de la reacción, ΔH .
- b) se hace más negativo el valor de ΔG y, por tanto, la reacción es más espontánea.
- c) aumenta únicamente la velocidad de la reacción directa.
- d) aumentan por igual las velocidades de las reacciones directa e inversa.

11. Si logramos la descomposición, por calentamiento, de 1 g de cada uno de los siguientes carbonatos, dando, en cada caso, el óxido del metal correspondiente y dióxido de carbono, ¿cuál de ellos produce un mayor volumen, medido en condiciones normales, del gas?

- a) $\text{Ca}(\text{CO}_3)$
- b) $\text{Li}_2(\text{CO}_3)$
- c) $\text{Sr}(\text{CO}_3)$
- d) $\text{Ba}(\text{CO}_3)$

12. Al hablar de isótopos nos estaremos refiriendo

- a) a átomos de la misma masa atómica.
- b) a átomos con distinto número de electrones.
- c) a átomos con el mismo número atómico pero con distinto número de neutrones.
- d) a átomos con el mismo número másico pero con distinto número de protones.

13. ¿Cuántos isómeros estructurales de fórmula molecular C_8H_{10} contienen un anillo bencénico?

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5

14. ¿En cuál de las siguientes parejas ambos átomos tienen el mismo número de neutrones?

- a) $^{12}_6\text{C}$ y $^{24}_{12}\text{Mg}$
- b) $^{19}_9\text{F}$ y $^{20}_{10}\text{Ne}$
- c) $^{23}_{11}\text{Na}$ y $^{39}_{19}\text{K}$
- d) $^{59}_{27}\text{Co}$ y $^{59}_{28}\text{Ni}$

15. Para el equilibrio: $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$, $\Delta H > 0$; ¿cuál de las siguientes afirmaciones es **incorrecta**?

- a) El aumento de la temperatura provocará el aumento de la concentración de CO y H₂ en el nuevo equilibrio.
- b) El aumento de la presión no implicará variación alguna de las concentraciones de reactivos y productos.
- c) Una disminución de la presión provocará un aumento de la concentración de CO y H₂.
- d) Si se aumenta la concentración de H₂ se formará más agua.

16. Si mezclamos volúmenes iguales de disoluciones de sulfato de potasio y cloruro de potasio, ambas 0.1 M, y consideramos los volúmenes aditivos, la concentración en K⁺ de la nueva disolución será

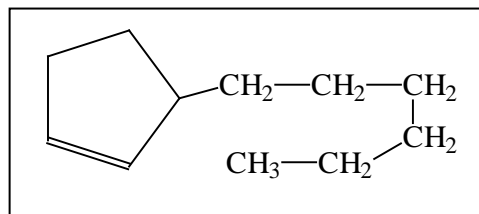
- a) 0.15 M ;
- b) 0.2 M ;
- c) 0.3 M ;
- d) no se puede calcular sin conocer V.

17. Indique, de las siguientes sustancias, cuál de ellas es un sólido cristalino, frágil, soluble en agua y no conductor de la electricidad ni en estado sólido ni en disolución.

- a) Hierro.
- b) Sal común.
- c) Diamante.
- d) Sacarosa.

18. El nombre correcto del compuesto de fórmula estructural es, según la nomenclatura IUPAC,

- a) 2-hexilciclopenteno ;
- b) 5-hexilciclopenteno ;
- c) 1-(2-ciclopentenil)hexano ;
- d) 3-hexilciclopenteno.



19. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones, referidas a los elementos que constituyen la Tabla Periódica, es **incorrecta**?

- a) Las propiedades de los elementos son funciones periódicas de sus números atómicos.
- b) Hay más elementos no metálicos que metálicos.
- c) Hay unos cuantos elementos que tienen propiedades intermedias entre los metales y los no metales.
- d) El comportamiento como metal de un elemento disminuye al ir de izquierda a derecha a lo largo de un período.

20. En un recipiente se introduce una cierta cantidad de cloruro de amonio. Una vez cerrado herméticamente se calienta hasta 400 K para que se produzca la reacción de descomposición: $(NH_4)Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$ y alcance el equilibrio. Si la constante K_p para esta reacción y a dicha temperatura es 6×10^{-19} atm, la presión a la que se encontrará la mezcla en el recipiente será de

- a) 1.55×10^{-9} atm.
- b) 6.00×10^{-19} atm.
- c) 7.75×10^{-10} atm.
- d) no se puede calcular por falta de datos.

21. Si duplicamos el volumen de una cierta masa gaseosa manteniendo constante su temperatura

- a) **aumentan su presión y su entropía.**
- b) **su entropía se reduce a la mitad y su presión se duplica.**
- c) **disminuyen su presión y su entropía.**
- d) **su presión disminuye pero su entropía aumenta.**

22. ¿En cuál de las siguientes especies químicas existe un triple enlace carbono-nitrógeno?

- a) **etanoamida.**
- b) **propanonitrilo.**
- c) **metilamina.**
- d) **trimetilamina.**

23. ¿Cuál de las siguientes gráficas corresponde a la representación de la 1ª energía de ionización de los gases nobles?

- a) b) c) d)

24. Si a partir de 1.3 g de cromo se han obtenidos 1.9 g de óxido de cromo(III), ¿cuál será la masa atómica del cromo?

- a) **40**
- b) **52**
- c) **104**
- d) **63.54**

25. ¿Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas corresponde a un átomo en estado excitado?

- a) $1s^2 2s^3 2p^6 3s^2$
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 6p^1$
- d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$

26. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- a) **Los compuestos iónicos son sólidos cristalinos, de alto punto de fusión y ebullición y siempre conductores de la electricidad.**
- b) **El enlace covalente no es muy fuerte, razón por la que el oxígeno, en su estado natural, es un gas.**
- c) **Todos los metales son sólidos y tienen brillo.**
- d) **Los compuestos iónicos se forman a partir de átomos de elementos con muy diferente electronegatividad.**

27. Con 5 litros de hidrógeno y 8 litros de oxígeno, ¿cuántos litros de vapor de agua, como máximo, podremos obtener? Todos los gases se encuentran en las mismas condiciones de presión y temperatura.

- a) **13 litros.**
- b) **9 litros.**
- c) **7.5 litros.**

d) 5 litros.

28. Al quemar 25.6 g de metanol, en condiciones estándar, se desprenden 190.4 kJ. La entalpía de combustión del metanol en condiciones estándar es de

- a) -190.4 kJ ;
- b) -238 kJ·mol⁻¹ ;
- c) +238 kJ·mol⁻¹ ;
- d) +380.8 kJ·mol⁻¹.

29. Para la reacción en equilibrio: $2 \text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$, la relación entre las constantes de equilibrio K_c y K_p debe ser

- a) $K_p = K_c / (\text{RT})$;
- b) $K_p = K_c (\text{RT})^2$;
- c) $K_p = K_c^{2/3}$;
- d) $K_p = K_c (\text{RT})$.

30. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **incorrecta**?

- a) La sublimación del yodo es un proceso que implica un aumento de entropía.
- b) La combustión del metano es un proceso exotérmico.
- c) La formación del enlace Cl—Cl, a partir de sus átomos, es un proceso exotérmico.
- d) Todos los procesos exotérmicos son espontáneos.

31. A las mismas condiciones de presión y temperatura la relación entre las densidades del oxígeno y de un gas desconocido es 0.451. El gas desconocido debe ser

- a) monóxido de carbono;
- b) dióxido de mononitrógeno;
- c) dióxido de carbono;
- d) cloro.

32. ¿Cuál de las siguientes sustancias, en estado gaseoso, necesitará para su combustión completa un volumen de oxígeno triple del propio, medidos ambos a la misma presión y temperatura?

- a) CH₃OH
- b) C₂H₆
- c) C₂H₅OH
- d) C₆H₆

33. La configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$, corresponde a la especie química

- a) Xe
- b) Sr²⁺
- c) Rb⁺
- d) Y²⁺

34. La velocidad de una reacción química se debe expresar en

- a) s·mol⁻¹ ;
- b) mol⁻¹·s⁻¹ ;
- c) mol·L⁻¹·s⁻¹ ;
- d) mol⁻¹·L·s⁻¹ .

35. 0.01 mol del cloruro de un elemento X reaccionan completamente con 200 cm³ de una disolución 0.1 M de nitrato de plata. ¿Cuál es la identidad de dicho elemento?

- a) K
- b) Ca
- c) Al

d) Si

36. Entre las sustancias R, S y Q se establece el siguiente equilibrio químico: $R(g) + Q(g) \rightleftharpoons S(g)$. Si se mezclan R y Q en un matraz de 10 L de capacidad y se deja que reaccionen hasta que se alcance el equilibrio, a unas determinadas condiciones, la mezcla gaseosa contiene igual número de moles de R, Q y S. En tales condiciones la constante de equilibrio K_c vale $4 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. ¿Cuántos moles de S se han formado?

- a) 0.25
- b) 0.40
- c) 2.0
- d) 2.5

37. Las entalpías de formación del etino y del benceno en estado gaseoso a 25°C son 230 y $85 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, respectivamente. La variación de entalpía para la reacción $3 \text{ C}_2\text{H}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_6$, a 25°C , será de

- a) $145 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- b) $-605 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- c) $-145 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- d) $605 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

38. Se hacen reaccionar yodo e hidrógeno para obtener, en equilibrio con los anteriores elementos, yoduro de hidrógeno. ¿De cuál de las siguientes magnitudes dependerá el valor de la constante K_p ?

- a) De la concentración inicial de hidrógeno.
- b) De la temperatura.
- c) De la presión a la que se encuentre el sistema.
- d) De la cantidad de HI obtenido.

39. La ecuación de velocidad correspondiente a la reacción de formación de agua, a partir de hidrógeno y oxígeno, viene dada por la expresión: $v = k [\text{H}_2]^2 [\text{O}_2]$. Las unidades de k deben ser

- a) $\text{mol}^2\cdot\text{dm}^{-6}\cdot\text{s}^{-1}$;
- b) $\text{mol}^{-3}\cdot\text{dm}^2\cdot\text{s}$;
- c) $\text{mol}^{-2}\cdot\text{dm}^6\cdot\text{s}^{-1}$;
- d) $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$.

40. La reacción: $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g)$

- a) debe tener una variación de entalpía negativa.
- b) debe experimentarse para conocer el signo de ΔH , no puede razonarse.
- c) debe tener una variación de entropía muy alta, en valor absoluto.
- d) no debe producirse en presencia de nitrógeno.



PROBLEMA 1.

Si fuese aplicable el modelo atómico de Bohr, calcule cuál debería ser la segunda energía de ionización para el litio, Li, de acuerdo con dicho modelo.

DATO: La energía de ionización del hidrógeno es $2.179 \times 10^{-18} \text{ J}$



PROBLEMA 2.

Se dispone de una disolución (Disolución **A**) de ácido clorhídrico del 36 % en peso y densidad $1.18 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

- Calcular el volumen que hay que añadir de esta disolución a 1 litro de otra disolución de ácido clorhídrico del 12 % en peso y densidad $1.06 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ para que la disolución resultante sea exactamente del 25 % en peso.
- ¿Qué volumen de la disolución **A** hay que añadir a 500 mL de otra disolución clorhídrica 0.92 M para que la nueva disolución resulte exactamente 1 M ?
- ¿Qué volumen de la disolución **A** se necesita para neutralizar 50 mL de una disolución de hidróxido de sodio, $\text{Na}(\text{OH})$, que contiene $100 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$?

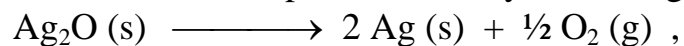
DATOS

Masas atómicas relativas: $\text{Cl} = 35.5$; $\text{Na} = 23$; $\text{O} = 16$; $\text{H} = 1$



PROBLEMA 3.

Para la descomposición del óxido de plata, a 298 K y 1 atm, según la ecuación química



se sabe que $\Delta H = -30.6 \text{ kJ}$ y $\Delta S = 60.2 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$.

Calcule:

- el valor de ΔG para esa reacción y en esas condiciones;
- la temperatura a la que $\Delta G = 0$. (Suponga que ΔH y ΔS no cambian con la temperatura y que se sigue estando a 1 atm);
- la temperatura a la que será espontánea la reacción.



PROBLEMA 4.

A temperaturas elevadas el pentafluoruro de bromo, BrF_5 , se descompone rápidamente de acuerdo a la ecuación química:



En un recipiente herméticamente cerrado, de 10.0 L, se inyectaron 0.1 moles del pentafluoruro y se dejó que el sistema alcanzase el equilibrio calentándolo hasta 1500 K. Si en el equilibrio la presión de los gases encerrados en el recipiente era de 2.12 atm, calcular:

- el número total de moles gaseosos existentes en el equilibrio,
- el número de moles de cada gas,
- las presiones parciales correspondientes a cada gas,
- los valores de K_c y K_p a la citada temperatura.

Masas atómicas: Br = 80 ; F = 19

SUPUESTO PRÁCTICO

La falta de nuevos e importantes yacimientos hace que la obtención de oro o plata tenga que hacerse, hoy día y de forma casi generalizada, a partir de las terreras de minas antiguas (puede que de tiempo de los romanos) y abandonadas, donde dichos metales se encuentran en cantidades relativamente pequeñas.

Para su extracción se trata el material original, dispuesto en grandes balsas, con disolución de cianuro de potasio. El compuesto soluble de oro que se forma se separa por filtración, tratándose posteriormente el filtrado con un metal electropositivo, como el cinc, para conseguir el metal precioso con un alto grado de pureza. Los lodos quedan almacenados en la balsa.

Recientemente ha sido noticia el vertido accidental del contenido de una de estas balsas de almacenamiento a las aguas del río Tisza, en Rumania.

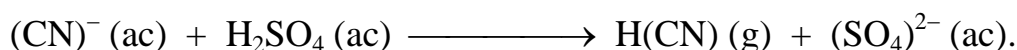
Del artículo publicado en el diario El Mundo (Edición Electrónica), del lunes 14 de febrero, entresacamos los siguientes párrafos:

“Cuando cedió el dique de contención de una balsa con residuos químicos, situada en la mina de oro Aurul, propiedad rumano-australiana, en Saram (Rumania), se vertieron unos 100000 m³ de lodos conteniendo una alta concentración de cianuros metálicos a las aguas del río Szamos, que han contaminado a su vez a las del río Tisza.

El río Tisza [...] es ahora fuente de muerte y desolación a lo largo de sus casi 600 km de cauce. Los gobiernos de los países por los que discurre el río han pedido ayuda a la UE [...]. La concentración en ion cianuro del agua, cuando ésta atravesó la frontera húngara, era 300 veces superior a la permitida en este país, de 0.1 mg por litro”

Suponga que usted es un técnico de la UE y tiene que desplazarse hasta la zona para colaborar con aquellos países para intentar paliar el grave accidente ecológico.

- Suponiendo que el cauce medio del río Tisza tiene una profundidad de 2 m y una anchura de 5 m, estime, con los datos que le aporta la noticia, cuál era la concentración en ion cianuro de la balsa de almacenamiento.
- Una vez allí, y debido a la confusión creada, se produce un vertido accidental de 10 toneladas de ácido sulfúrico, al 95 % en peso, a una de estas balsas. Si a la reacción entre los cianuros presentes y el ácido sulfúrico le corresponde la ecuación química



Calcule el volumen de cianuro de hidrógeno (¡GAS ALTAMENTE VENENOSO!) que se desprenderá si la temperatura en la zona era de 30 °C y la presión de 750 torr.

Masas atómicas: H = 1 ; C = 12 ; N = 14 ; O = 16 ; S = 32 .