

XXIX OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2024

- PRIMER EJERCICIO -

ADVERTENCIAS

- A. Tiene 45 minutos para realizar el ejercicio, a partir del instante que se indique.
- B. Escriba la letra que corresponde a la respuesta que considere correcta, sólo una, en la Hoja de Respuestas adjunta.
- C. Cada cuatro respuestas incorrectas se descontará una correcta.
- D. Puede escribir en estas hojas. Si necesita realizar cálculos hágalos al dorso de la página.
- E. Escriba claramente su nombre y apellidos en el boletín que acompaña a esta hoja. Compruebe que todas tienen el mismo número de control.
- F. Al finalizar ha de entregar esta hoja y la de Respuestas.
- G. Tiene que volver a las 11:30 horas, y a esta posición, para realizar el segundo ejercicio.

¡Suerte!

APELLIDOS. _____ Nombre: _____

Centro donde estudia: _____



ASOCIACIÓN DE
QUÍMICOS DE MURCIA
Tu asociación



COLQUIMUR
Colegio Oficial
de Químicos
Región de Murcia

XXIX OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2024

Número de control

1-001

HOJA DE RESPUESTAS

1		7		13		20		27		34	
2		8		14		21		28		35	
3		9		15		22		29		36	
4		10		16		23		30		37	
5		11		17		24		31		38	
6		12		18		25		32		39	
				19		26		33		40	



XXIX OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 23 DE FEBRERO 2024

- Los tres estados más comunes de la materia son: sólido, líquido y gas. Un líquido se caracteriza por tener:
 - volumen definido pero no forma propia*
 - forma definida, pero no un volumen definido*
 - tanto volumen como forma definidas*
 - tanto volumen como forma indefinidas*
- En el modelo atómico de Böhr los electrones:
 - sí están excitados, describen órbitas elípticas*
 - tienen la misma velocidad en cualquier órbita*
 - tienen aceleración a pesar de no variar su energía*
 - no tienen energía potencial, sólo cinética*
- Indica cuál de las siguientes series de números cuánticos es posible para un orbital atómico:
 - (2, 1, 2)*
 - (4, 3, 1)*
 - (0, 1, -1)*
 - (1, -1, 1)*
- De los siguientes, el elemento que presenta el mayor número de electrones desapareados en sus átomos en fase gas y estado fundamental, es:
 - As*
 - Br*
 - Ge*
 - Se*
- Los isótopos del hidrógeno son:
 - hidrógeno verde, hidrógeno gris*
 - oxígeno, nitrógeno, hidrógeno*
 - protio, deuterio, tritio*
 - H-15, H-28*
- El número atómico del Fe es 26. Considerando que el Ru está exactamente debajo del Fe en la tabla periódica, la configuración del ion Ru^{2+} será:
 - $[\text{Kr}] 4d^5$*
 - $[\text{Kr}] 4d^6$*
 - $[\text{Kr}] 4d^7$*
 - $[\text{Kr}] 4d^9$*
- Dos elementos químicos A y B tienen las siguientes configuraciones electrónicas:
 $A = [\text{Ar}] 4s^2$; $B = [\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^5$. A partir de ellas se puede afirmar que:
 - A y B son metales*
 - el radio atómico de A es menor que el de B*
 - A tiende a formar aniones y B cationes*
 - A tiene menor energía de ionización que B*



8. Sabemos que la energía de ionización del *He* es 24,6 eV. De acuerdo con la teoría atómica actual, se puede afirmar que el salto energético entre sus orbitales 1s y 7s:
- es imposible de alcanzar ya que ambos están espacialmente muy distantes*
 - es inferior a 24,6 eV*
 - tiene un valor igual a $(24,6/7^2)$*
 - el He no tiene orbital 7s*
9. Uno de los elementos de la tabla periódica presenta los siguientes valores de energía de ionización, E_i , (eV): $E_{i1} = 9,3$ $E_{i2} = 18,2$ $E_{i3} = 153,4$
¿De qué elemento se trata?
- flúor*
 - silicio*
 - berilio*
 - neón*
10. Considerando los radios de los iones isoelectrónicos, S^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} , ¿cuál de las ordenaciones dadas a continuación sería la correcta?
- $S^{2-} < Ca^{2+} < K^+ < Cl^-$
 - $Ca^{2+} < K^+ < Cl^- < S^{2-}$
 - $S^{2-} < Cl^- < K^+ < Ca^{2+}$
 - $Cl^- < S^{2-} < Ca^{2+} < K^+$
11. Los metales más reactivos de la tabla periódica presentan:
- radios atómicos grandes y electronegatividades altas*
 - radios atómicos grandes y energías de ionización bajas*
 - radios atómicos pequeños y electronegatividades bajas*
 - radios atómicos pequeños y energías de ionización bajas*
12. Considera los compuestos *BaS*, *NaCl*, *NaI* y *BaO*. Su ordenación por energía reticular decreciente es:
- $BaS > BaO > NaCl > NaI$
 - $BaO > BaS > NaCl > NaI$
 - $BaO > BaS > NaI > NaCl$
 - $BaS > BaO > NaI > NaCl$
13. En base a la geometría molecular, ¿cuál de las siguientes opciones es la correcta?
- H_2S : *lineal*
 - BeF_2 : *lineal*
 - AsH_3 : *plana triangular*
 - CO_2 : *angular*
14. ¿En cuál de las siguientes especies químicas el átomo central incumple la regla del octeto?
- OF_2
 - NH_3
 - NH_4^+
 - BCl_3
15. ¿Qué hibridación presenta el átomo de nitrógeno en el ion nitrito?
- sp
 - sp^2
 - sp^3
 - sp^3d



16. ¿Cuál de las siguientes moléculas presenta, de izquierda a derecha, el patrón de hibridación para el átomo de C “ sp^2 - sp^2 - sp - sp ”?
- $H_2C=CH-C\equiv CH$
 - $HC\equiv C-C\equiv CH$
 - $H_2C=C=C=CH_2$
 - $H_2C=CH-CH_2-CH_3$
17. Si comparamos el número de moléculas presentes en 32 gramos de O_2 con el número de moléculas que hay en 28 gramos de CO , diremos que:
- hay más moléculas de O_2 que de CO
 - en ambos casos el número de moléculas es idéntico
 - depende del estado físico (sólido, líquido o gaseoso)
 - hay más moléculas de CO que de O_2
18. El nombre del compuesto mostrado a la derecha es:
- isopenteno
 - 2-metilbut-1-eno
 - 2-etilprop-1-eno
 - 3-metilbut-3-eno

$$\begin{array}{c} CH_3 - C = CH_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$
19. De los siguientes compuestos orgánicos, indique el que presenta isomería geométrica:
- 1-fenilbut-2-eno
 - 3-fenilbut-1-eno
 - 2-fenilbut-1-eno
 - 1,1-difenilprop-1-eno
20. La oxidación completa de 1 mol de un alcano produce 3 moles de CO_2 . Se trata del:
- CH_4
 - C_3H_6
 - C_3H_8
 - C_3H_4
21. ¿Cuál de las siguientes especies presenta la temperatura de ebullición más elevada?
- N_2
 - PH_3
 - NH_3
 - NO
22. Sobre las fuerzas de Van der Waals, se puede afirmar:
- sólo aparecen entre átomos con electronegatividad muy diferente
 - son débiles, pero las responsables del estado líquido del agua a temperatura ambiente
 - son las responsables del estado de agregación del nitrógeno líquido
 - explican el comportamiento de los gases ideales
23. ¿Qué tipo de fuerzas de atracción se deben superar para disociar la molécula de F_2 ?
- enlaces por puente de hidrógeno
 - dipolo-dipolo
 - fuerzas de London
 - ninguna de las anteriores



24. De las siguientes, indica la molécula de mayor polaridad:
- CCl_4
 - CO_2
 - O_3
 - BF_3
25. El modelo del enlace metálico permite explicar el brillo y la elevada conductividad eléctrica de los metales, ya que:
- existen iones positivos y electrones deslocalizados que se mueven con facilidad*
 - existen iones positivos y negativos unidos débilmente*
 - existen iones positivos y electrones unidos internamente*
 - existen redes cristalinas de alta compacidad*
26. En los coches impulsados por pila de combustible tiene lugar un proceso en el que se forma vapor de agua a partir de H_2 y O_2 . Esta reacción a la temperatura de 298 K, presenta $\Delta S = -44,4 \text{ J/K}$, por lo que podemos afirmar que, en estas condiciones:
- este proceso se produce impulsado por el cambio de entropía*
 - las pilas de combustible se calentarán cuando produzcan energía*
 - $\Delta G > 0$
 - necesitamos un catalizador para que el proceso sea espontáneo*
27. Dada la siguiente reacción en equilibrio:
- $$2 \text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \quad ; \Delta H = -57,5 \text{ kJ}$$
- podemos afirmar que:
- las variaciones de la presión no afectan al equilibrio*
 - el aumento de la presión favorece la reacción inversa*
 - las variaciones de temperatura no afectan al equilibrio*
 - el aumento de la presión favorece la reacción directa*
28. Considera el sistema en equilibrio: $2 \text{ICl} (\text{s}) \rightleftharpoons \text{I}_2 (\text{s}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$
¿Cuál de las siguientes modificaciones incrementará la producción de cloro?
- eliminar parte del $\text{I}_2 (\text{s})$ producido*
 - añadir más $\text{ICl} (\text{s})$ al sistema*
 - disminuir la presión del sistema*
 - todo lo anterior es cierto*
29. Una mezcla inicial de 2 moles de CO y 2 moles de H_2 se deja llegar al equilibrio en un recipiente cerrado, según:
- $$\text{CO} (\text{g}) + 2 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} (\text{g})$$
- Se puede afirmar que, alcanzado el equilibrio, la mezcla contiene:
- menos de 1 mol de metanol*
 - 1 mol de metanol*
 - entre 1 y 2 moles de metanol*
 - 2 moles de metanol*
30. El cromato de plata es un compuesto iónico muy poco soluble en agua que se disocia en Ag^+ y CrO_4^{2-} . La solubilidad, S , se obtiene en función del producto de solubilidad, K_{ps} , como:
- $S = (K_{ps})^{1/2}$
 - $S = 9 \cdot (K_{ps})^{1/4}$
 - $S = (K_{ps}/4)^{1/3}$
 - S se considera cero por ser muy poco soluble*



31. ¿Cuál, de las siguientes, puede considerarse una típica reacción ácido-base?
- $Mg + 2 HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$
 - $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$
 - $2 NH_3 + 3 CuO \rightarrow 3 Cu + 3 H_2O + N_2$
 - $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$
32. Una de las siguientes sales genera una disolución de pH ácido tras disolverse en agua:
- $NaCN$
 - NH_4NO_3
 - KCN
 - $NaNO_3$
33. Al mezclar 1 litro de una disolución de HCl que tiene pH 1, con el mismo volumen de otra disolución del mismo ácido de pH 5, se tiene una disolución cuyo pH será:
- 3
 - un valor entre 1 y 2
 - un valor alrededor de 2,5
 - 6
34. En determinadas condiciones, para la reacción $3 O_2 (g) \rightarrow 2 O_3 (g)$ la velocidad de formación de $O_3 (g)$ es $2 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. ¿Cuál será la velocidad de desaparición de $O_2 (g)$?
- $1,3 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 - $3 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 - $2 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 - $4,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
35. ¿Cuál de los siguientes sólidos reacciona con el ácido clorhídrico a 25 °C generando un gas más denso que el aire?
- Zn
 - NaBr
 - $Pb(NO_3)_2$
 - $NaHCO_3$
36. La reacción $NO (g) + 1/2 O_2 (g) \rightarrow NO_2 (g)$ es de segundo orden para el NO y primer orden para el O_2 . ¿En qué factor cambiará su velocidad si la concentración de NO se duplica y la de O_2 se reduce a la mitad?
- se multiplica por 2
 - se multiplica por 4
 - se multiplica por 6
 - se multiplica por 8
37. La ecuación de Nernst relaciona:
- el radio iónico con la masa atómica
 - el potencial redox con la concentración
 - la K_a de un ácido débil con el pH
 - el descenso crioscópico con la molalidad



38. En la reacción: $2 \text{AgNO}_3 (\text{aq}) + \text{Fe} (\text{s}) \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 (\text{aq}) + 2 \text{Ag} (\text{s})$
- a) los cationes Ag^+ actúan como reductores y los aniones NO_3^- actúan como oxidantes
 - b) el $\text{Fe} (\text{s})$ actúa como oxidante
 - c) el $\text{Fe} (\text{s})$ se reduce a Fe^{2+}
 - d) los cationes Ag^+ se reducen a $\text{Ag} (\text{s})$
39. De los siguientes elementos, ¿cuál **NO** es líquido en un día caluroso (304 K)?
- a) *Li*
 - b) *Br*
 - c) *Ga*
 - d) *Hg*
40. ¿Qué científico es conocido como “El padre de la Tabla Periódica”?
- a) *Antoine Lavoisier*
 - b) *Paracelso*
 - c) *John Dalton*
 - d) *Dmitri Mendeleev*

XXIX OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2024

- *SEGUNDO EJERCICIO* -

ADVERTENCIAS

- A. Tiene 90 minutos para realizar el ejercicio, a partir del instante que se indique.
- B. Ha de responder a cada problema, con los razonamientos y cálculos correspondientes, en la hoja que corresponde al enunciado.
- C. Escriba claramente su nombre y apellidos en el Boletín que acompaña a esta hoja. Compruebe que todas tienen el mismo número de control.

¡Suerte!

APELLIDOS. _____ Nombre: _____

Centro donde estudia: _____

XXIX OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2024

PROBLEMA 1

El ácido clorhídrico se obtiene industrialmente calentando cloruro de sodio con ácido sulfúrico concentrado.

- a) Formula y ajusta la reacción que tiene lugar.
 - b) ¿Cuántos kilogramos de ácido sulfúrico de una concentración del 90 % en peso se necesitarán para producir 100 kg de ácido clorhídrico concentrado al 35 % en peso?
 - c) ¿Cuántos kilogramos de cloruro de sodio se emplean por cada tonelada de sulfato de sodio obtenido como subproducto?
-

XXIX OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2024

PROBLEMA 2

Se ha medido la velocidad de la reacción: $A + 2 B \rightarrow C$ a 25 °C mediante cuatro experimentos, obteniéndose como resultados la siguiente tabla de valores:

Experimento	$[A]_0 \text{ mol L}^{-1}$	$[B]_0 \text{ mol L}^{-1}$	$v_0 (\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1})$
1	0,10	0,10	$5,50 \cdot 10^{-6}$
2	0,20	0,10	$2,20 \cdot 10^{-5}$
3	0,10	0,30	$1,65 \cdot 10^{-5}$
4	0,10	0,60	$3,30 \cdot 10^{-5}$

Determina los órdenes de reacción parciales y total, la constante de velocidad y la velocidad cuando las concentraciones de A y B sean ambas $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$.

XXIX OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2024

PROBLEMA 3

Cuando se calienta el carbonato ácido de sodio a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ se obtiene un residuo sólido (carbonato sódico) y una mezcla de dióxido de carbono y vapor de agua.

Se introduce cierta cantidad de carbonato ácido de sodio en un matraz de 2 L, se calienta a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se mide una presión de 1,25 atmosferas en el equilibrio

- Calcular el valor de K_p
 - Calcular la masa de carbonato ácido de sodio que se ha descompuesto
-

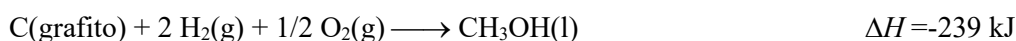
XXIX OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2024

PROBLEMA 4

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) estima que en 2050 será necesario retirar de la atmósfera ocho gigatoneladas (8.000 millones de toneladas) anuales de dióxido de carbono. Para ello, la Química, otra vez viene al rescate gracias a un equipo de investigadores químicos que ha ideado una manera de tomar el CO_2 directamente del aire y convertirlo en metanol líquido usando temperaturas mucho más bajas y de una manera sencilla.

Asumiendo que la reacción que se produce es la inversa de la combustión del metanol, se pide calcular:

a) La energía mínima necesaria para transformar una tonelada de CO_2 en metanol. Ten en cuenta las entalpías de las siguientes ecuaciones:

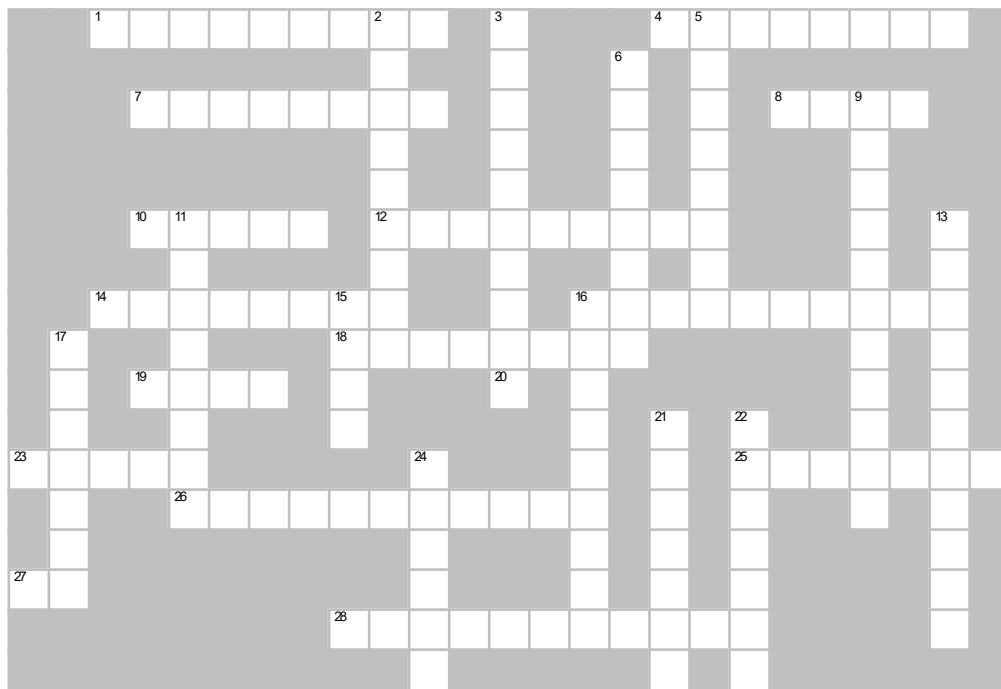


b) Cuantos litros de metanol obtendremos si, en las condiciones de reacción, su densidad es de $791,8 \text{ kg/m}^3$.

c) Qué volumen de oxígeno se obtendría si lo almacenamos a 27°C y 2 atm .

QUIMIGRAMA

Utilice mayúsculas sin acentos



Horizontales

1. Proceso por el que Fe(III) se transforma en Fe(II)
4. Se dice de la disolución que contiene la máxima cantidad soluble de un soluto
7. Energía que absorbe o libera un sistema a presión constante
8. Ley que establece que la entalpía de una reacción puede calcularse a partir de las entalpías de una cadena de reacciones que conducen a la global
10. Especie que cede un protón
12. En una reacción de orden global cero la velocidad de la reacción es...
14. Tipo de enlace en el que los electrones "flotan" en una red
16. Mezcla homogénea en una sola fase de dos o más sustancias que no reaccionan
18. Medida del desorden de un sistema
19. Teoría que establece que los electrones solo pueden existir en niveles de energía
20. El número cuántico principal
23. Enlace en el que se comparten dos pares de electrones
25. Cuando un sistema está en equilibrio las velocidades de las reacciones directa e inversa son...
26. Las moléculas de disolvente rodean a los iones del soluto
27. En el modelo mecánico cuántico, ¿dónde existe el electrón del hidrógeno?
28. Principio que establece que a cualquier alteración de un equilibrio el sistema evoluciona en el sentido de restaurarlo

Verticales

2. Ocurre en el ánodo de una celda electroquímica
3. Tipo de reacción en la que un material se combina con oxígeno y produce calor
5. Especie que puede ceder y aceptar protones
6. Con este nombre de ciudad se llama a los electrones que les faltan o sobran a un elemento para completar su última capa
9. Cantidad de soluto que puede disolverse en un disolvente determinado a una temperatura y presión específicas
11. Normalmente, los elementos metálicos generan en disolución...
13. Un electrón atómico que no ha absorbido energía se encuentra en el estado...
15. La entalpía de formación estándar de un elemento puro es...
16. Si una reacción química es de primer orden en $[A]$, ¿cómo varía la velocidad de reacción si $[A]$ disminuye en una cantidad determinada?
17. Normalmente, los elementos no metálicos generan en disolución
21. Ni se crea ni se destruye
22. Reacciona con el agua para producir una base e hidrógeno
24. La base conjugada de un ácido tiene carácter