

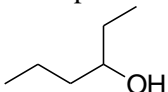
# Olimpiada VASCA de Química - 2011

## **INSTRUCCIONES** (Leer con atención):

- Realice una circunferencia alrededor de la respuesta que considere correcta.
- Debe responder correctamente a tantas preguntas como le sea posible en el tiempo máximo establecido de una hora y 30 minutos.
- La calificación que obtendrá se corresponderá (sobre los veinticinco puntos máximos) con  $C - (I/4)$ , siendo  $C$  el número de respuestas correctas e  $I$  el de respuestas incorrectas.

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Centro:** \_\_\_\_\_

- ¿Qué ocurre al preparar una disolución acuosa de  $\text{Co}^{3+}$ ?  
 A. No pasa nada  
 B. Se reduce el oxígeno del aire con formación de agua oxigenada.  
 C. Se oxida el agua con desprendimiento de oxígeno.  
 D. Se reduce el oxígeno del aire con formación de agua.  
**Datos:**  $E^\circ(\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+})=1,81 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2)=0,68 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O})=1,23 \text{ V}$
- Un tanque de almacenamiento de 10.000 litros ( $\text{dm}^3$ ) de capacidad, está completamente lleno de gas metano se encuentra a  $27^\circ\text{C}$  y 10 atmósferas de presión, totalmente cerrado mediante válvulas. Se produce un incendio en una instalación cercana y el tanque se calienta hasta los  $100^\circ\text{C}$  con lo cual sube la presión interna. La resistencia mecánica del tanque es de 25 atmósferas. Se cumple la Ley de Gay-Lussac, se puede afirmar que:  
 A. El tanque permanecerá intacto porque la presión a  $100^\circ\text{C}$  es menor de 25 atmosferas.  
 B. El tanque se rompe porque la presión a  $100^\circ\text{C}$  es mayor de 25 atmósferas.  
 C. El gas metano es combustible y arderá suavemente en contacto con el aire, por lo cual la presión se reduce y el tanque no se romperá.  
 D. El gas metano es combustible y arderá violentamente en contacto con el aire, dando lugar a una explosión que romperá el tanque.
- Si ordenamos de menor a mayor electronegatividad los elementos siguientes: ALUMINIO, MAGNESIO, NITROGENO, POTASIO Y SILICIO, nos quedarán así:  
 A.  $\text{K} < \text{Mg} < \text{Al} < \text{Si} < \text{N}$   
 B.  $\text{Mg} < \text{K} < \text{Al} < \text{Si} < \text{N}$   
 C.  $\text{K} < \text{Al} < \text{Mg} < \text{Si} < \text{N}$   
 D.  $\text{K} < \text{Mg} < \text{Al} < \text{N} < \text{Si}$
- Indica el nombre IUPAC correcto para la siguiente molécula.  
  
 A. 1-Etilbutan-1-ol  
 B. Hexan-3-ol  
 C. Hexan-4-ol  
 D. 3-Hidroxihexano
- En una reacción, por el hecho de utilizar un catalizador,  
 A. Disminuye la entalpía de la reacción  
 B. Aumenta la velocidad de la reacción  
 C. Aumenta el rendimiento de la reacción  
 D. Se modifica la constante de equilibrio



Asociación de Químicos  
del País Vasco  
Euskal Herriko  
Kimikarien Elkarte



ZTF-FCT  
Zientzia eta Teknologia Fakultatea  
Facultad de Ciencia y Tecnología



Universidad  
del País Vasco  
Euskal Herriko  
Unibertsitatea



Colegio Oficial de Químicos  
del País Vasco  
Euskal Herriko Kimikarien  
Elkargo Oficiala

6. Se preparan cuatro disoluciones de la siguiente manera:
  - i: Mezclando 25 mL de NaOH 0,1 M con 50 mL de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0,1M.
  - ii: Mezclando 25 mL de NaOH 0,1 M con 25 mL de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0,1M.
  - iii: Mezclando 25 de HCl 0,1 M con 50 mL de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0,1M.
  - iv: Mezclando 25 mL de HCl 0,1 M con 25 mL de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0,1M.
  - A. En ningún caso se obtiene una disolución tampón.
  - B. La disolución i es una disolución tampón.
  - C. Las disoluciones ii y iv son disoluciones tampón.
  - D. Las disoluciones iii y iv son disoluciones tampón.
7. Cuál de las siguientes secuencias de sustancias se corresponde con un orden creciente de puntos de ebullición?
  - A. Etano < ácido etanoico < etanol
  - B. Etano < etanol < ácido etanoico
  - C. Ácido etanoico < etanol < etano
  - D. Ácido etanoico > etano > etanol
8. Si la configuración electrónica de un átomo es  $1s^2 2s^2 p^5 3s^1$ , indique la afirmación correcta:
  - A. Para pasar a la configuración  $1s^2 2s^2 p^6$ , el átomo necesita ganar energía
  - B. Su configuración es estable
  - C. Su número atómico es 9
  - D. Pertenece al grupo de los gases nobles.
9. Razona si son ciertas o falsas las afirmaciones siguientes:
  - i: Una disolución de acetato de sodio tiene un pH básico.
  - ii: Si se añade nitrato de amonio a una disolución de hidróxido de amonio, el pH disminuye.
  - A. Las dos son correctas
  - B. Ninguna es correcta
  - C. La primera es correcta y la segunda no.
  - D. La segunda es correcta y la primera no.
10. ¿Qué combinación de átomos puede generar un enlace covalente polar?
  - A. H y H
  - B. H y Br
  - C. N y N
  - D. Cs y F
11. En un proceso industrial se ha determinado que 4,3 kg de cromo metálico (99,99% de pureza) se combinan con exactamente 8,8 kg de cloro gaseoso. En otro proceso de la misma planta química, se combinan 7,6 kg de cromo con 10,4 kg de cloro gas para obtener un producto para otro tipo de aplicación comercial. En conclusión, podemos decir que:
  - A. Se cumple la ley de las proporciones múltiples en los dos procesos.
  - B. Se cumple la ley de las proporciones múltiples, sólo en el primer proceso.
  - C. El segundo producto tiene que estar constituido por dos tipos de moléculas diferentes, para que se cumpla la ley de las proporciones múltiples.
  - D. No se cumple la ley de las proporciones múltiples en ningún caso.
12. Sabiendo que a  $283^\circ\text{C}$  las sustancias que intervienen en la reacción  $\text{A} + 3\text{B} \rightleftharpoons 2\text{C} + \text{D}$ , se encuentran en fase gaseosa y que la misma es exotérmica, la influencia de un aumento de volumen en el medio de reacción implicará que:
  - A. Aumente la constante de equilibrio
  - B. Aumente el rendimiento de la reacción
  - C. No pase nada
  - D. Disminuya el rendimiento de la reacción



Asociación de Químicos  
del País Vasco  
Euskal Herriko  
Kimikarien Elkarte



ZTF-FCT  
Zientzia eta Teknologia Fakultatea  
Facultad de Ciencia y Tecnología



Universidad  
del País Vasco  
Euskal Herriko  
Unibertsitatea



Colegio Oficial de Químicos  
del País Vasco  
Euskal Herriko Kimikarien  
Elkargo Oficiala

13. Para la siguiente reacción,  $2A_2(s) + 5B_2(g) \leftrightarrow 2A_2B_5(g)$ , sabiendo que  $\Delta U_{298K} = 15 \text{ Kcal}$ , la  $\Delta H_{298K}$  será de 13220 cal.
- Si
  - No
  - Sóamente en condiciones normales
  - No se puede calcular.
- Dato:**  $R = 1,987 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
14. Entre las siguientes afirmaciones una es correcta, ¿cuál?
- Si el valor de la constante de equilibrio es negativo, la reacción inversa será espontánea.
  - Si se consigue que una reacción discurra más rápido, se obtendrá una mayor cantidad de producto.
  - A medida de que una reacción química tiene lugar, el valor de su constante de equilibrio cambia.
  - La constante de equilibrio tiene diferentes valores a diferentes temperaturas.
15. En los procesos pirotécnicos, se produce la descomposición de clorato de potasio ( $\text{KClO}_3$ ) por calentamiento, produciéndose  $\text{KCl}$  y un volumen de oxígeno que reacciona con otras sustancias químicas para obtener efectos de luz y sonido. Calcular el volumen de oxígeno ( $\text{O}_2$ ), en condiciones normales de presión y temperatura, que se producen al descomponerse 50 gramos de clorato de potasio.
- Para calcular el volumen hace falta saber la constante de equilibrio de la reacción de descomposición.
  - El volumen es de 13,7 litros.
  - El volumen es de 27,4 litros.
  - El volumen es de 6,7 litros.
- Datos:** Pesos atómicos del cloro: 35,5; del hidrógeno: 1 y del potasio: 39
16. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es correcta
- Dos elementos con electronegatividades parecidas tienden a formar enlace iónico
  - En la molécula de  $\text{H}_2\text{O}$  los enlaces son muy polares y por tanto es un ejemplo de enlace iónico
  - Cuando se tiene cobre metálico, aunque se escribe  $\text{Cu}$  no se tienen átomos aislados sino unidos mediante enlace metálico
  - La regla del octeto indica que el núcleo de un elemento está rodeado de un número de electrones múltiplo de 8
17. Los iones permanganato pueden oxidar al yodo hasta yodato en medio ácido sulfúrico. ¿Cuántos moles de permanganato son necesarios para oxidar un mol de yodo?
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
18. Indique la combinación correcta de números cuánticos para un electrón de un átomo:
- |    | n | l | $m_l$ | $m_s$ |
|----|---|---|-------|-------|
| A. | 3 | 2 | 0     | 0     |
| B. | 1 | 1 | 0     | +1/2  |
| C. | 1 | 0 | 0     | -1/2  |
| D. | 2 | 1 | -2    | +1/2  |
19. ¿Cuál de los siguientes compuestos no da una disolución ácida cuando se disuelve en agua?
- $\text{NaCl}$
  - $\text{CO}_2$
  - $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$
  - $\text{CH}_3\text{COOH}$



Asociación de Químicos  
del País Vasco  
Euskal Herriko  
Kimikarien Elkarte



ZTF-FCT  
Zientzia eta Teknologia Fakultatea  
Facultad de Ciencia y Tecnología



Universidad  
del País Vasco  
Euskal Herriko  
Unibertsitatea



Colegio Oficial de Químicos  
del País Vasco  
Euskal Herriko Kimikarien  
Elkargo Oficiala

20. Los principales productos en la electrólisis de una disolución acuosa de  $\text{CuCl}_2$  con electrodos de platino son:
- A.  $\text{H}_2$  (g) en el cátodo y  $\text{O}_2$  (g) en el ánodo.
  - B.  $\text{HCl}$  (g) en el ánodo.
  - C.  $\text{Cu}$  (s) en el cátodo y  $\text{Cl}_2$  en el ánodo.
  - D.  $\text{Cu}$  (s) en el cátodo y  $\text{O}_2$  en el ánodo.
- Datos:**  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0)=0,339 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-)=1,360 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O})=1,230 \text{ V}$
21. El número atómico del Cr es 24. Si el Mo está exactamente debajo del Cr en la Clasificación Periódica, el ión  $\text{Mo(II)}$  tiene una configuración:
- A.  $d^1$
  - B.  $d^2$
  - C.  $d^4$
  - D.  $d^5$
22. El átomo de carbono en el acetileno o etino:
- A. Utiliza orbitales híbridos  $sp$  para formar un enlace  $\sigma$  y dos enlaces  $\pi$  entre los átomos de carbono.
  - B. Utiliza orbitales atómicos  $p_x$  y  $p_y$  para unirse a los átomos a los que se enlaza.
  - C. Utiliza orbitales híbridos  $sp$  para unirse a los átomos a los que se enlaza en forma lineal.
  - D. Utiliza orbitales híbridos  $sp^3$  para unirse a los átomos a los que se enlaza en forma lineal.
23. La ley de velocidad de la reacción:  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$  se expresa mediante la ecuación  $v=k.[\text{A}].[B]$ . El sistema puede ser sometido a los siguientes cambios:
- i: Un aumento en la concentración de A
  - ii: Un aumento en la concentración de B
  - iii: Un aumento en la temperatura.
- ¿Cuál o cuáles de los cambios propuestos aumentará la velocidad de la reacción:
- A. Sólo el i y el ii
  - B. Sólo el i y el iii
  - C. Sólo el iii
  - D. El i, el ii y el iii
24. Se dice que dos compuestos son isómeros:
- A. Si tienen la misma fórmula empírica y diferente estructura
  - B. Si tienen el mismo peso molecular
  - C. Si tienen la misma fórmula molecular y diferente estructura
  - D. Si tienen la misma estructura y diferente fórmula molecular
25. En el laboratorio de Química, hemos realizado una disolución mediante la adición y agitación de 175,5 gramos de  $\text{NaCl}$  en agua destilada, hasta disolución completa, y se enrasa con agua destilada en un matraz aforado de  $500 \text{ cm}^3$ . Sabiendo que los pesos moleculares aproximados son 58,5 para el cloruro sódico y 18 para el agua, podemos afirmar que:
- A. La molaridad de la disolución es 3.
  - B. La molaridad de la disolución es 6.
  - C. Se han disuelto 6 equivalentes de  $\text{NaCl}$  en total.
  - D. Se han añadido 18,03 moles de agua.

**COMPRUEBE QUE HA RESPONDIDO A TODAS LAS CUESTIONES DE ESTA PARTE DEL EXAMEN.**

# Olimpiada VASCA de Química - 2011

## INSTRUCCIONES (Leer con atención):

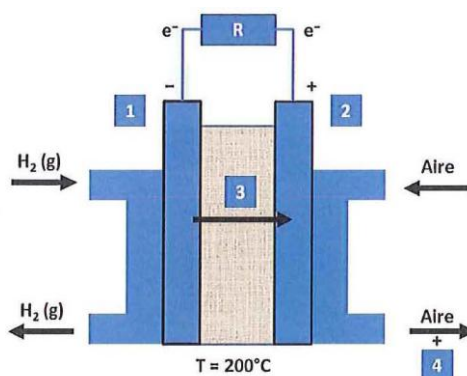
- Cada problema se calificará sobre 10 puntos.
- El tiempo máximo disponible es de una hora para cada problema.
- Al finalizar la primera hora se recogerá uno de los problemas.

**Nombre:** \_\_\_\_\_  
**Centro:** \_\_\_\_\_

## PROBLEMA 1.

El uso de hidrógeno como combustible para los coches está fuertemente promovido por los gobiernos de diferentes países y por la Unión Europea. Este tipo de combustible evita la generación de dióxido de carbono por parte de los coches y por ello es motivo de estudio en muchos grupos de investigación. Para poder usar el hidrógeno como combustible hacen falta unos dispositivos capaces de convertir la energía química que almacena el hidrógeno en energía útil, este dispositivo es la pila de combustible.

Una pila de combustible es un dispositivo electroquímico que produce energía de forma continua, es decir; los reactivos se regeneran de forma continua. El esquema típico de una pila de combustible es el siguiente. El dispositivo tiene una entrada de hidrógeno y otra de aire y sus respectivas salidas (donde salen los productos de la reacción química que se produce y el reactivo que queda sin reaccionar). El ánodo y el cátodo están conectados por una membrana polimérica conductora similar a un electrolito. El rango de temperaturas de trabajo es elevado, pero en la pila modelo que proponemos en este problema la temperatura es constante e igual a 200°C.



1. Indique cual es el ánodo y cuál es el cátodo de la pila de combustible. Indique la especie química que pasa a través de la membrana. Indique el sentido en el que fluyen los electrones. Señale cuál es el producto que se forma en la salida de la corriente del aire.

**Nota,** contestar según la numeración de la Figura. (6 puntos).

2. Ajuste la semi-reacción química que tiene lugar en el ánodo y la semi-reacción química que tiene lugar en el cátodo. Indique en cada caso de que tipo de reacción se trata. Escriba la reacción global ajustada y calcule el potencial redox de dicha reacción.

**Nota,** indicar el estado de cada una de las especies químicas que intervienen en la reacción. (4 puntos).

**Datos.** Los potenciales estándar de reducción de los diferentes pares redox son:  $E^0(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}$ ,  $E^0(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$  (suponer que no varían con la temperatura).

# Olimpiada VASCA de Química - 2011

## **INSTRUCCIONES** (*Leer con atención*):

- Cada problema se calificará sobre 5 puntos.
- El tiempo máximo disponible es de una hora para cada problema.
- Al finalizar la primera hora se recogerá uno de los problemas

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Centro:** \_\_\_\_\_

## **PROBLEMA 2.**

La obtención de carbonato sódico ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) mediante el método Solvay utiliza sal de roca ( $\text{NaCl}$ ) y caliza ( $\text{CaCO}_3$ ) como materias primas, sin embargo el proceso de síntesis se realiza en varias etapas y no por reacción directa de cloruro sódico y carbonato de calcio. Estas etapas pueden quedar esquematizadas con los comentarios que a continuación se detallan:

Primera etapa: Descomposición térmica del carbonato de calcio a unos  $1000^\circ\text{C}$  generando dióxido de carbono.

Segunda etapa: Paso de una corriente de  $\text{CO}_2(\text{g})$  a través de una disolución de  $\text{NH}_3(\text{g})$  en agua, obteniendo así un carbonato ácido.

Tercera etapa: Reacción del carbonato ácido, obtenido en la etapa anterior, con  $\text{NaCl}(\text{ac})$  que permite obtener  $\text{NaHCO}_3$ .

Cuarta etapa: La descomposición térmica del carbonato ácido de sodio conduce a la formación del producto deseado, así como a un gas que se utiliza en una de las etapas ya comentadas del proceso.

Además, mediante una quinta etapa, el método Solvay permite que en el proceso global sólo quede como producto residual  $\text{CaCl}_2(\text{s})$ , haciendo reaccionar los productos residuales de las etapas anteriores.

Contestar las siguientes preguntas:

1. Si se desea obtener 3 t/día de carbonato sódico ¿qué cantidades de caliza y sal de roca serán necesarias diariamente si su contenido en  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{NaCl}$  es el 85% y 95% respectivamente? (4 puntos).
2. La disolución acuosa de cloruro sódico que se utiliza es saturada y se denomina salmuera. Sabiendo que la solubilidad en agua de  $\text{NaCl}$  a  $100^\circ\text{C}$  es de 39,12 g por cada  $100\text{ cm}^3$ , calcule la cantidad de agua/día a esa temperatura que sería necesaria para preparar la cantidad de salmuera requerida en el proceso. (2 puntos).
3. El  $\text{NH}_3(\text{g})$  utilizado puede ser sintetizado mediante el proceso Haber, por reacción directa entre hidrógeno y nitrógeno en fase gaseosa a  $450^\circ\text{C}$  y presión elevada. Sabiendo que se trata de un equilibrio que puede ser modificado utilizando diferentes condiciones de reacción, justifíquese la presión utilizada. (2 puntos).
4. En el método Solvay descrito anteriormente se producen, en diferentes etapas, dos compuestos químicos, que por reacción directa nos permiten generar  $\text{NH}_3(\text{g})$  de forma diferente al proceso Haber. Indique el proceso químico que origina el  $\text{NH}_3$  (g) en el método Solvay. (2 puntos).