



Prueba Final
12ª Olimpiada de Química
Octubre 24 de 2020
GRADO 11



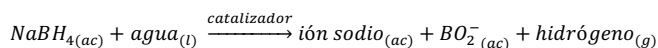
Nombre: _____ D.I. _____

Colegio _____

- No comience a resolver el examen hasta que el docente lo autorice.
- El examen consta de cinco (5) problemas, cada uno de los cuales debe resolver en forma clara y ordenada en hojas blancas.
- Debe mostrar todas las operaciones que justifiquen la respuesta final.
- Recuerde que todas las cantidades deben ir acompañadas de sus correspondientes unidades.
- Al final encontrará el valor de algunas constantes, ecuaciones y tabla periódica que le pueden servir de ayuda para dar solución adecuada a los problemas propuestos (Anexo).

1. QUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE

En el desarrollo de producción de energía sustentable, el hidrógeno aparece como el mejor transportador. La manera más eficiente de usar hidrógeno como fuente de energía es a través de generación eléctrica en una celda de combustible, sin embargo, el almacenamiento de hidrógeno en grandes cantidades sigue siendo un desafío. Los hidruros son un tipo de compuestos sólidos en los cuales se puede almacenar hidrógeno. El borohidruro de sodio, es un compuesto no tóxico, estable, amigable con el medio ambiente que se puede usar para tal fin. La hidrólisis de este borohidruro es una reacción lenta que libera hidrógeno gaseoso a temperatura ambiente, por lo tanto, se requiere el uso de catalizadores para acelerar el proceso:



Los nanoagregados de rutenio coloidal actúan como catalizador en esta hidrólisis a temperatura ambiente. Los estudios cinéticos muestran que la hidrólisis catalítica del borohidruro de sodio es de primer orden respecto al catalizador. Mientras la velocidad de producción de hidrógeno con respecto al catalizador a 25°C es 92 mol H₂/mol Ru x min.

Si se emplea 0,5 L de solución 0,5 M de NaBH₄ en una celda de combustible portátil a 25°C y 1 atm de presión, para producir hidrógeno gaseoso a un flujo de 0,05 L/min. Responda las siguientes preguntas:

- a) (5 %) Escriba la ecuación química balanceada.
- b) (5 %) ¿Cuántos moles de hidrógeno gaseoso son producidos a este flujo? Expresar el resultado con 3 cifras significativas.
- c) (5 %) ¿Qué cantidad de miligramos de rutenio se deben emplear en la solución? Expresar el resultado con 3 cifras significativas.
- d) (5 %) ¿Cuántos minutos suministrará hidrógeno la celda bajo esas condiciones? Expresar el resultado con 3 cifras significativas.

Datos:

Constante de los gases: 0,082 atm.L/K.mol

Masas molares: H = 1,00 g/mol Ru = 101,07 g/mol

2. QUÍMICA Y ESTADÍSTICA

En un laboratorio se tiene como objetivo determinar el contenido de manganeso en una muestra de agua. Luego del respectivo tratamiento de la muestra y su posterior análisis se obtienen las siguientes lecturas de la concentración al analizar 5 muestras diferentes:

| Muestra | Concentración (ppm) |
|---------|---------------------|
| 1 | 0,569 |
| 2 | 0,570 |
| 3 | 0,567 |
| 4 | 0,547 |
| 5 | 0,564 |

- a) (8 %) Calcule la media de los datos. Exprese el resultado con 3 cifras significativas.
- b) (7 %) Calcule la desviación estándar para los datos con el número de cifras significativas respectivo.
- c) (5%) Exprese el resultado que debe entregar el analista al cliente que solicita el análisis con el número de cifras significativas respectivo.

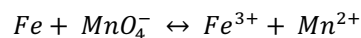
3. QUÍMICA Y TECNOLOGÍA

Los ‘smartphones’, uno de los objetos más populares en la sociedad están compuestos de diferentes sustancias y elementos químicos. Las pantallas están compuestas de vidrio de aluminosilicato que se coloca en sales fundidas a altas temperaturas para aumentar su fuerza y resistencia al daño. Por otro lado, la funcionalidad táctil se debe a una delgada capa de óxido de estaño e indio. Las baterías de iones son las más comunes y usan óxido de cobalto y litio LiCoO_2 como el electrodo positivo, mientras que el electrodo negativo está hecho de carbono en forma de grafito. El chip o procesador del teléfono se hace de silicio puro. Pero el silicio no es conductor de electricidad sin la ayuda de otros elementos como fósforo, antimonio, arsénico, boro, indio o galio. Los componentes microeléctricos y el cableado del teléfono son principalmente de cobre, oro, plata, platino o paladio. El micrófono y el altavoz del teléfono contienen imanes, que son aleaciones de neodimio, hierro y boro, aunque también pueden incluir disprosio y praseodimio en la aleación. Por último, la carcasa del teléfono dependerá de si es de plástico, de metal o de una combinación de ambas. las carcasas de metal tendrán principalmente aleaciones de magnesio o titanio, las de plástico serán de carbono procesado. A grandes rasgos, estos son los principales elementos químicos que se encuentran en los teléfonos.

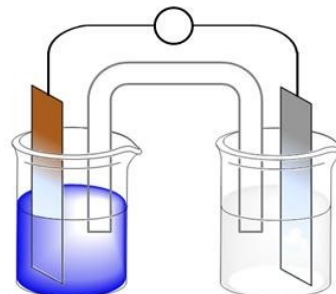
Adaptado de: master-quimica/es/blog/elementos-quimicos-smartphones.

- a) (5 %) Dentro de los aluminosilicatos empleados en las pantallas se encuentran los “feldespatos” que corresponden a un sistema de fórmula química genérica $\text{X}(\text{AlSi})_3\text{O}_8$, donde $\text{X} = \text{Na}, \text{K}, \text{Ca}$. El análisis químico de 2,50 g de roca de feldespato generó 0,240 g de Na. Con esta información calcule el porcentaje en masa de silicio en términos de SiO_2 . Exprese el resultado con 3 cifras significativas.

- b) (10 %) En general, las baterías cuentan con un ánodo y un cátodo. En el primero se da la reacción de oxidación, mientras en el segundo se da la reacción de reducción. Si se tiene la siguiente reacción en solución acuosa:



Balancee la reacción REDOX, identifique el ánodo y el cátodo, construya la celda o batería de la reacción en cuestión teniendo en cuenta el siguiente gráfico:



Recuerde que una batería consta de:

- 2 electrodos, metálicos o inertes
- 2 soluciones, en la que se sumerge los electrodos
- Un separador o puente salino

- c) (5 %) ¿Cuál es la configuración electrónica del arsénico en el semiconductor? Recuerde que el Z del As es 33. Además, de acuerdo a la configuración electrónica, indique en qué grupo y periodo se encuentra dentro de la tabla.

Datos:

| | |
|---------------------------------|------------------|
| Masas molares: Al = 26,98 g/mol | Si = 28,08 g/mol |
| Cu = 63,55 g/mol | O = 15,999 g/mol |
| Na = 22,99 g/mol | K = 39,098 g/mol |
| Ca = 40,08 g/mol | |

4. QUÍMICA Y CURIOSIDADES

El potasio es un elemento que el cuerpo obtiene a partir de algunas frutas y verduras, entre otros alimentos. Su acumulación es alta, pues representa el tercer mineral más abundante en todo el metabolismo. Algunas de sus funciones consisten en mejorar la comunicación entre los nervios de los músculos, la circulación de los nutrientes de las células y expulsar los desechos de éstas. Presenta una densidad de 0,855 g/cm³ y una masa atómica de 39,90 g/mol y cristaliza en una estructura cúbica centrada en el cuerpo:

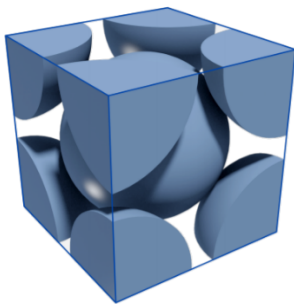


Figura: representación de la celda unitaria del potasio

Anexo

Ecuación de estado del gas ideal: $PV = nRT$

$n = \text{mol}$; $R = 0,082 \frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$; $T = \text{Temperatura (K)}$; $P = \text{presión (atm)}$

$Z = n^\circ \text{ atómico} = n^\circ \text{ de protones} = n^\circ \text{ electrones (átomo neutro)}$

Número de Avogadro, $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Concentración molar: $M = \frac{n}{V}$ $n = \text{mol}$, $V = \text{volumen (L)}$

Volumen de celda, $V = a^3$

Densidad, $\rho = m/V$

- (5 %) Describa los números cuánticos del electrón de valencia para el átomo de potasio ubicado en el orbital $4s^1$. Justifique el procedimiento para su obtención.
- (10 %) Calcule la longitud de la celda unitaria para el potasio. Justifique el procedimiento para su determinación (Número de Avogadro (N_A) = 6.023×10^{23} átomos mol^{-1}). Exprese el resultado con 4 cifras significativas.
- (5 %) Determine el radio metálico del potasio. Justifique el procedimiento. Exprese el resultado con 3 cifras significativas.

Datos:

Masas molares: Cu = 63,55 g/mol

Zn = 65,38 g/mol

K = 39,098 g/mol

5. QUÍMICA ORGÁNICA

Un alcohol de fórmula molecular $C_4H_{10}O$ se oxida completamente empleando ácido crómico (H_2CrO_4) generando un compuesto X, el cual reacciona con cloruro de tionilo ($SOCl_2$) para producir un compuesto de fórmula C_4H_7ClO . Este último compuesto reacciona con fenol (C_6H_5OH) para producir el butanoato de fenilo.

- (10 %) Proponga mediante ecuaciones químicas las reacciones descritas en este procedimiento e indique la fórmula y nombre del compuesto X.
- (5 %) Clasifique cada una de las reacciones propuestas.
- (5 %) Si el alcohol fuera secundario, qué productos se obtendrían?



Aquí termina su prueba, gracias por participar.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--------------------------------------|---------------------------------------|--|---|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|---|--|---|--|--|--|--|---|------------------------------------|
| 1 H hidrógeno 1.008 [1,0078, 1,0082] | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He helio 4.0026 | | | | | | |
| 3 Li litio 6.94 [6,938, 6,997] | 4 Be berilio 9,0122 | Clave: número atómico Símbolo nombre peso atómico convencional peso atómico estándar | | | | | | | | | | | | | | | | 5 B boro 10.81 [10,806, 10,821] | 6 C carbono 12.011 [12,009, 12,012] | 7 N nitrógeno 14.007 [14,006, 14,008] | 8 O oxígeno 15.999 [15,999, 16,000] | 9 F flúor 18,998 | 10 Ne neón 20,180 |
| 11 Na sodio 22,990 | 12 Mg magnesio 24,305 [24,304, 24,307] | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 Al aluminio 26,982 | 14 Si silicio 28,086 [28,084, 28,088] | 15 P fósforo 30,974 | 16 S azufre 32,06 [32,059, 32,078] | 17 Cl cloro 35,45 [35,446, 35,457] | 18 Ar argón 39,948 |
| 19 K potasio 39,098 | 20 Ca calcio 40,078(4) | 21 Sc escandio 44,956 | 22 Ti titanio 47,867 | 23 V vanadio 50,942 | 24 Cr cromo 51,996 | 25 Mn manganeso 54,938 | 26 Fe hierro 55,845(2) | 27 Co cobalto 58,933 | 28 Ni níquel 58,693 | 29 Cu cobre 63,546(3) | 30 Zn zinc 65,38(2) | 31 Ga galio 69,723 | 32 Ge germanio 72,630(8) | 33 As arsénico 74,922 | 34 Se selenio 78,971(8) | 35 Br bromo 79,904 [79,901, 79,907] | 36 Kr kriptón 83,798(2) | | | | | | |
| 37 Rb rubidio 85,468 | 38 Sr estroncio 87,62 | 39 Y itrio 88,906 | 40 Zr circonio 91,224(2) | 41 Nb niobio 92,906 | 42 Mo molibdeno 95,95 | 43 Tc tecnecio 95,95 | 44 Ru rutenio 101,07(2) | 45 Rh rodio 102,91 | 46 Pd paladio 106,42 | 47 Ag plata 107,87 | 48 Cd cadmio 112,41 | 49 In indio 114,82 | 50 Sn estaño 118,71 | 51 Sb antimonio 121,76 | 52 Te telurio 127,60(3) | 53 I yodo 126,90 | 54 Xe xenón 131,29 | | | | | | |
| 55 Cs cesio 132,91 | 56 Ba bario 137,33 | 57-71 lantanoides | 72 Hf hafnio 178,49(2) | 73 Ta tántalo 180,95 | 74 W wolframio 183,84 | 75 Re renio 186,21 | 76 Os osmio 190,23(3) | 77 Ir iridio 192,22 | 78 Pt platino 195,08 | 79 Au oro 196,97 | 80 Hg mercurio 200,59 | 81 Tl talio 204,38 [204,38, 204,39] | 82 Pb plomo 207,2 | 83 Bi bismuto 208,98 | 84 Po polonio | 85 At astato | 86 Rn radón | | | | | | |
| 87 Fr francio | 88 Ra radio | 89-103 actinoides | 104 Rf rutherfordio | 105 Db dubnio | 106 Sg seaborgio | 107 Bh bohrio | 108 Hs hasio | 109 Mt meitnerio | 110 Ds darmstadtio | 111 Rg roentgenio | 112 Cn copernicio | 113 Nh nihonio | 114 Fl flerovio | 115 Mc moscovio | 116 Lv livernorio | 117 Ts teneso | 118 Og oganesón | | | | | | |



| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------------|---|-------------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 57 La lantano 138,91 | 58 Ce cerio 140,12 | 59 Pr praseodimio 140,91 | 60 Nd neodimio 144,24 | 61 Pm prometio | 62 Sm samario 150,36(2) | 63 Eu europio 151,96 | 64 Gd gadolinio 157,25(3) | 65 Tb terbio 158,93 | 66 Dy disprosio 162,50 | 67 Ho holmio 164,93 | 68 Er erbio 167,26 | 69 Tm tulio 168,93 | 70 Yb iterbio 173,05 | 71 Lu lutecio 174,97 |
| 89 Ac actinio | 90 Th torio 232,04 | 91 Pa protactinio 231,04 | 92 U uranio 238,03 | 93 Np neptunio | 94 Pu plutonio | 95 Am americio | 96 Cm curio | 97 Bk berkelio | 98 Cf californio | 99 Es einsteinio | 100 Fm fermio | 101 Md mendelévio | 102 No nobelio | 103 Lr lawrencio |

Esta tabla periódica es la traducción de la versión realizada por la IUPAC con fecha 28 de noviembre de 2016. Para acceder a información actualizada sobre esta tabla se recomienda consultar www.iupac.org.
Derechos reservados ©2016 IUPAC, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada.