DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, BIOTECNOLOGÍA Y MATERIALES
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS UNIVERSIDAD DE CHILE

IQ2211-2 Química Semestre Primavera 2022
Profesoras: Isadora Berlanga
Tamara Bruna
Auxiliares: Bárbara Andrade Rojas
Jorge Palma Uribe
Auxiliar laboratorio: Daniela Balbontín Campomanes
03/10/2022

Guía ejercicios resueltos Auxiliar 5: Estequiometría de reacción y balances de masas

Pregunta 1

En los vehículos espaciales se utiliza hidróxido de litio sólido para eliminar el dióxido de carbono exhalado. El hidróxido de litio sólido (LiOH) reacciona con el dióxido de carbono (CO2) gaseoso formando carbonato de litio sólido (Li2CO3) y agua líquida (H2O).

a) Escriba la ecuación balanceada para la reacción de hidróxido de litio y CO2.
b) En el laboratorio existe 1.0 L de una solución de LiOH 2.3 M, sin embargo, se necesitan 300mL de una concentración de 0.5 M para realizar un ensayo. ¿Como procedería usted para preparar la solución que se necesita? Justifique su respuesta.
c) En promedio una persona genera 950 g de CO2 al día, demuestre que en una misión espacial de 7 días se puede consumir el CO2 emitido por seis pasajeros. Considere que la reacción tiene un rendimiento del 89% y el vehículo espacial puede cargar un máximo de 55 Kg de LiOH.

Solución:

a) 2LiOH(s) + CO2 (g) -> Li2CO3 (s) + H2O (l)

b) $C1 \times V1 = C2 \times V2$ $V1 = C2 \times V2/C1 = 0.5\ M \times 300\ mL / 2.3\ M = 65.2\ mL.$

Se necesita extraer de la botella concentrada 65.2 mL y completar hasta 300 mL con agua.

c) 1 persona genera 950 x 7 días = 6650 g de CO2 a la semana

1 persona = 6650 g de CO2 a la semana

6 personas = X = 39900 g CO2 se generan en el viaje de 7 personas.

2LiOH(s) + CO2 (g) -> Li2CO3 (s) + H2O (l)

55Kg de LiOH

Masa LiOH = 55000g/23.95 g/mol = 2296.45 mol de LiOH.

2 mol de LiOH = 1 mol CO2 por estequiometría

2296.45 mol = X= 1148.23 mol CO2 considerando 100% de conversión.

1148.23 mol CO2 = 100%

X= 1021.92 mol = 89%

mCO2 = 1021.92 mol x 44.01g/mol = 44974.7 g de CO2

Los 55 kg de LiOH son capaces de reaccionar con 44974.7 g de CO2, muy por encima de lo necesarios para eliminar el CO2 generado por las 7 personas durante la misión espacial.

Pregunta 2

El Carburo de Silicio (SiC) es un material cerámico importante que se hace a partir de arena (Dióxido de silicio, SiO2) y que se hace reaccionar con carbón en polvo a altas temperaturas. También se forma monóxido de carbono. Cuando se procesan 100 kg de arena se recuperan 51,4 kg de SiC, ¿Cuál es el porcentaje de rendimiento de SiC en este proceso?

$$SiO_2(s) + C(s) \rightarrow SiC(s) + CO(g)$$

Solución:

Balanceamos:

$$SiO_2(s) + 2C(s) \rightarrow SiC(s) + 2CO(g)$$

Notamos que el SiO2 es el reactivo limitante.

$$100\ [Kg\ SiO_2] \cdot \frac{10^3[g\ SiO_2]}{1\ [Kg\ SiO_2]} \cdot \frac{1\ [mol\ SiO_2]}{60{,}09\ [g\ SiO_2]} = 1664\ [mol\ SiO_2]$$

Sabemos que los moles de SiO_2 equivalen a los moles de SiC puesto que tienen el mismo coeficiente estequiométrico:

$$1\ [mol\ SiO_2] = 1[mol\ SiC] = 1664[mol]$$

Pasamos los moles a Kg:

$$1664\ [mol\ SiC] \cdot \frac{40{,}1\ [g\ SiC]}{1\ [mol\ SiC]} \cdot \frac{1\ [Kg]}{10^3[g]} = 66{,}73\ [Kg]$$

Finalmente calculamos el rendimiento a partir de la masa obtenida de SiC:

$$\frac{51{,}4\ [Kg]}{66{,}73\ [Kg]} \cdot 100 = 77\%$$

Pregunta 3

Si 0.250 mol de CO y 0.250 mol de H2O se ponen en un recipiente de 125 mL, a 900K ¿Cuál es la composición de la mezcla de equilibrio? A esta temperatura, Kc es 1.56 para esta reacción.

Solución:

Realizamos tabla de reacción:

$$CO(g) + H_2O(g) \leftrightarrow CO_2(g) + H_2(g)$$

inicial	2	2	0	0
cambio	-x	-x	x	x
equilibrio	2-x	2-x	x	x

$$Q_c = K_c = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{x^2}{(2-x)^2} = 1,56$$

$$\sqrt{1,56} = \frac{x}{2-x} = \pm 1,25 \rightarrow x = 1,11M$$

$$[CO_2] = [H_2] = x = 1,11M$$

$$[CO] = [H_2O] = 2 - x = 0,89$$

Pregunta 4

La reacción 2Br− (ac)+ Cl2 (ac) -> 2Cl− (ac) + Br2 (ac) se utiliza para la preparación comercial de bromo a partir de sus sales. Si tenemos 50 mL de una solución 0,060 M de NaBr. ¿Qué volumen de una solución 0,050 M de Cl2 se requiere para reaccionar completamente con los iones Br−?

Solución:

Para empezar, se tiene una solución de bromuro de sodio (NaBr).

Por concepto se tiene que las sales se disocian perfectamente. En particular, esta sal lo hace según la siguiente reacción: N aBr(ac.) −→ N a+ (ac.) + Br− <(ac.)

Ahora, disociación perfecta quiere decir que al dividirse la sal en sus fragmentos iónicos, toda la concentración de bromuro de sodio pasará a los productos. Ante esto, queda por estequiometría, ya que la sal tiene razón 1:1 con sus iones formadores, que tanto el ión sodio como el anión bromo tendrán 0,060 M de concentración molar (M = mol / L) al finalizar la disociación de la sal (por lo general la gran mayoría de enlaces iónicos son sales excepto aquellos que tengan oxígeno o hidrógeno. Estos son particulares y se les da otro nombre). Como se tienen estos 0,06 M en un recipiente de 0,05 L de volumen, usando que C = moles / Volumen se tiene que hay un número de moles de Br− igual a 0,003.

Luego, se mira la reacción entregada en el enunciado y se recuerda que lo que se pide en el problema es el volumen de una solución de Cl2. Observando la reacción se concluye que se necesita un mol de Cl2 para hacer reaccionar 2 moles de Br−, es decir, hay una razón de 1:2. En particular, reaccionaron 0,003 moles de ión bromo, por ende tuvieron que reaccionar junto a esos moles de bromo otros 0,0015 moles, pero de cloro molecular. Con el número de moles de Cl2 listo, se recuerda que buscamos una solución de 0,05 M de este compuesto, por ende volviendo a usar la fórmula de concentración se obtiene lo siguiente.

C = n / V

(n = no de moles)

V = n*C

V = 0, 0015moles/ 0, 05 moles/ L

Finalmente, el volumen necesario para la concentración de cloro molecular que se busca es de 0,03 L o 30 mL.

Pregunta 5

Una mezcla contiene un 38,2 % de carbonato de magnesio y un 61,8 % de hidróxido de magnesio. Considerando que el carbonato de magnesio reacciona con el ácido clorhídrico para dar como productos cloruro de magnesio, dióxido de carbono y agua y que el hidróxido de magnesio se disuelve en ácido clorhídrico produciendo cloruro de magnesio y agua. Si suponemos que el rendimiento de la primera reacción es de 75 % y el de la segunda reacción es de 60 %, determine la cantidad de cloruro de magnesio obtenido a partir de 413 g de la mezcla.

$$MgCO_3 + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + CO_2 + H_2O$$

$$Mg(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + 2H_2O$$

Solución:

Lo primero que debemos verificar siempre es que las ecuaciones de reacción que se entreguen estén balanceadas. En este caso, todos los elementos están balanceados. Por otro lado, tenemos que recordar que las reacciones y su estequiometría nos dicen las proporciones de reacción de las moléculas según los moles que estén involucrados, por lo mismo calculemos la cantidad de moles que se tienen en un inicio. Se tienen 413 g de mezcla y además sabemos la composición % m/m de cada compuesto.

413 g mezcla

Masas iniciales de reactivos:

m ($MgCO_3$) = 413 g · 0,382 = 157,766 g $MgCO_3$
m ($Mg(OH)_2$) = 413 g · 0,618 = 255,234 g $Mg(OH)_2$

$MM(MgCO_3) = 84{,}3\ {}^{g}/_{mol}$
$MM(Mg(OH)_2) = 58{,}3\ {}^{g}/_{mol}$

moles iniciales de reactivos:

n ($MgCO_3$) = 157,766 g $MgCO_3 \cdot \frac{1\ mol}{84{,}3\ g}$ = 1,871 mol $MgCO_3$
n ($Mg(OH)_2$) = 255,234 g $Mg(OH)_2 \cdot \frac{1\ mol}{58{,}3\ g}$ = 4,378 mol $Mg(OH)_2$

Sabiendo ya a la cantidad de moles que se tienen de cada reactivo (el ácido clorhídrico está en exceso), podemos pasar a construir la tabla de reacción:

Balancear:	$MgCO_3$ +	2 HCl →	$MgCl_2$ +	CO_2 +	H_2O	
t = 0	**1,871**	**exceso**	**0**	**0**	**0**	**(mol)**
t = final	$1{,}871 \cdot (1 - 0.75)$		$0{,}75 \cdot 1{,}871$	$0{,}75 \cdot 1{,}871$	$0{,}75 \cdot 1{,}871$	(mol)
			1,404 mol			

Balancear:	$Mg(OH)_2$ +	2 HCl →	$MgCl_2$ +	2 H_2O	
t = 0	**4,378**	**exceso**	**0**	**0**	**(mol)**
t = final	4,378 (1-0,6)		$0{,}6 \cdot 4{,}378$	$2 \cdot 0{,}6 \cdot 4{,}378$	(mol)
			2,627 mol		

Finalmente, podemos obtener la cantidad de cloruro de magnesio que se genera por cada una de las reacciones que hay en la mezcla. La cantidad total de cloruro de calcio producida es de 4,03 [mol].