

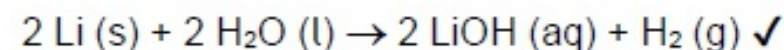


TERMOQUÍMICA. MODELO BI. 08/11/22

MAYO-22

1. El litio reacciona con el agua y forma una solución alcalina.

(a) Determine los coeficientes que ajustan la ecuación de la reacción del litio con el agua. [1]

(b) Se colocó un trozo de litio de 0,200g en 500 cm³ de agua.

(i) Calcule la concentración molar de la solución resultante de hidróxido de litio. [2]

$$\begin{aligned} n_{\text{Li}} &= \frac{0.200 \text{ g}}{6.94 \text{ g}} = 0.0288 \text{ mol} \checkmark \\ n_{\text{LiOH}} &= n_{\text{Li}} \\ [\text{LiOH}] &= \frac{0.0288 \text{ mol}}{0.5000 \text{ dm}^3} = 0.0576 \text{ mol dm}^{-3} \checkmark \end{aligned}$$

(ii) Calcule el volumen de hidrógeno gaseoso producido en cm³ si la temperatura fuese 22,5°C y la presión 103kPa. Utilice las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos. [2]

$$\begin{aligned} n_{\text{H}_2} &= \frac{1}{2} \times 0.0288 \text{ mol} = 0.0144 \text{ mol} \\ V &= \frac{nRT}{P} = \left(\frac{0.0144 \text{ mol} \times 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times (22.5 + 273) \text{ K}}{103 \text{ kPa}} \right) \times 10^3 \checkmark \\ V &= 343 \text{ cm}^3 \checkmark \end{aligned}$$

(iii) Sugiera una razón por la que el volumen de hidrógeno gaseoso recogido fue menor que el previsto. [1]

lithium was impure/«partially» oxidized
 OR
 gas leaked/ignited \checkmark *Accept "gas dissolved".*

(d) Describa dos observaciones que indiquen que la reacción del litio con el agua es exotérmica. [2]

Any two:
 temperature of the water increases \checkmark
 lithium melts \checkmark
 pop sound is heard \checkmark

Accept answers in the range 334 – 344 cm³.Award [1 max] for 0.343 «cm³/dm³/m³».Award [1 max] for 26.1 cm³ obtained by using 22.5 K.Award [1 max] for 687 cm³ obtained by using 0.0288 mol.

2. El carbono forma muchos compuestos.

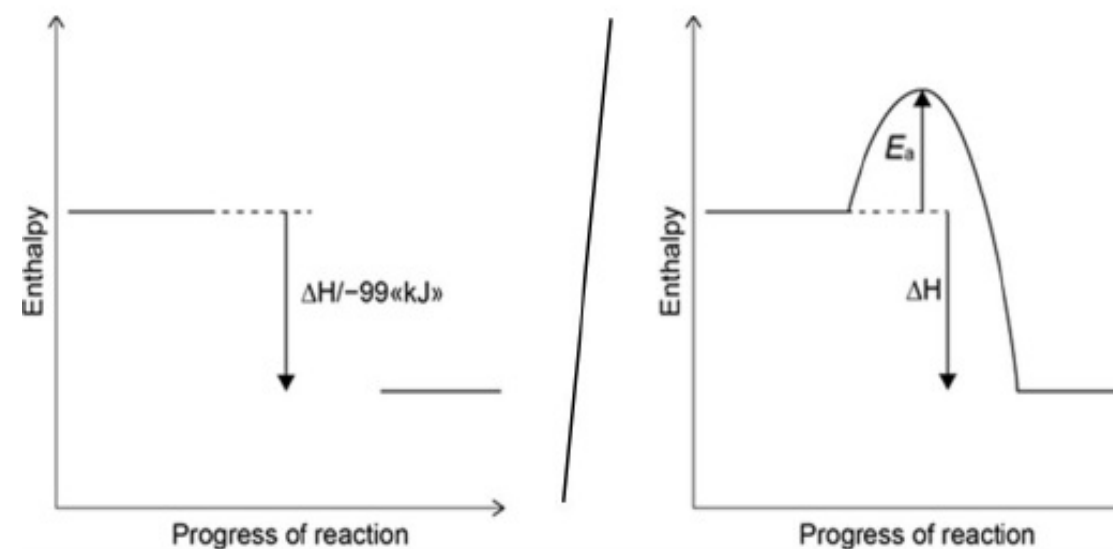
(e) El cloro reacciona con metano.

(i) Calcule la variación de entalpía de la reacción, ΔH , usando la sección 11 del cuadernillo de datos. [3]

$$\begin{aligned} \text{bond breaking: } & \text{C-H} + \text{Cl-Cl} / 414 \text{ «kJ mol}^{-1}\text{»} + 242 \text{ «kJ mol}^{-1}\text{»} / 656 \text{ «kJ»} \\ \text{OR} \\ \text{bond breaking: } & 4\text{C-H} + \text{Cl-Cl} / 4 \times 414 \text{ «kJ mol}^{-1}\text{»} + 242 \text{ «kJ mol}^{-1}\text{»} / 1898 \text{ «kJ»} \checkmark \\ \text{bond forming: } & \text{«C-Cl} + \text{H-Cl} / 324 \text{ kJ mol}^{-1} + 431 \text{ kJ mol}^{-1}\text{»} / 755 \text{ «kJ»} \\ \text{OR} \\ \text{bond forming: } & \text{«3C-H} + \text{C-Cl} + \text{H-Cl} / 3 \times 414 \text{ «kJ mol}^{-1}\text{»} + 324 \text{ «kJ mol}^{-1}\text{»} + \\ & 431 \text{ kJ mol}^{-1} / 1997 \text{ «kJ»} \checkmark \\ \Delta H = \text{bond breaking} - \text{bond forming} & = 656 \text{ kJ} - 755 \text{ kJ} = -99 \text{ «kJ»} \checkmark \end{aligned}$$

Award [2 max] for 99 «kJ».

(ii) Dibuje y rotule un diagrama de niveles de entalpía para esta reacción. [2]

 ΔH /-99 «kJ» labelled on arrow from reactants to products

OR

activation energy/ E_a labelled on arrow from reactant to top of energy profile \checkmark



QUÍMICA BI-1

NOV-21

3. Los alcanos sufren combustión y sustitución.

- (a) Determine la entalpía molar de combustión de un alcano si $8,75 \times 10^{-4}$ moles arden, elevando la temperatura de 20,0 g de agua en 57,3 °C. [2]

$$\begin{aligned} & \text{«} q = mc\Delta T = 20.0 \text{ g} \times 4.18 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times 57.3 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow 4790 \text{ «J» } \checkmark \\ & \text{«} \Delta H_c = -\frac{4790 \text{ J}}{8.75 \times 10^{-4} \text{ mol}} = -5470 \text{ «kJ mol}^{-1}\text{» } \checkmark \end{aligned}$$

4. El fósforo blanco es un alótropo de fósforo y existe como P_4 .

- (c) Existe un equilibrio entre el PCl_3 y el PCl_5 .



- (i) Calcule la variación de entalpía estándar (ΔH°) para la reacción directa en kJ mol^{-1} .

$$\Delta H^{\circ}_f \text{PCl}_3(\text{g}) = -306,4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H^{\circ}_f \text{PCl}_5(\text{g}) = -398,9 \text{ kJ mol}^{-1} \quad [1]$$

$$\text{«} -398.9 \text{ kJ mol}^{-1} - (-306.4 \text{ kJ mol}^{-1}) \Rightarrow -92.5 \text{ «kJ mol}^{-1}\text{» } \checkmark$$

5. Una muestra de 4,406 g de un compuesto que contiene sólo C, H y O se hizo arder con exceso de oxígeno. Se produjeron 8,802 g de CO_2 y 3,604 g de H_2O .

- (a) Determine la fórmula empírica del compuesto usando la sección 6 del cuadernillo de datos. [3]

$$\begin{aligned} & \text{«} \frac{8.802 \text{ g}}{44.01 \text{ g mol}^{-1}} \times 12.01 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow 2.402 \text{ «g of C» } \\ & \text{«} \frac{3.604 \text{ g}}{18.02 \text{ g mol}^{-1}} \times 2 \times 1.01 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow 0.404 \text{ «g of H» } \checkmark \\ & \text{«} 4.406 \text{ g} - 2.806 \text{ g} = 1.600 \text{ «g of O» } \checkmark \\ & \text{«} \frac{2.402 \text{ g}}{12.01 \text{ g mol}^{-1}} = 0.2000 \text{ mol C; } \frac{0.404 \text{ g}}{1.01 \text{ g mol}^{-1}} = 0.400 \text{ mol H} \\ & \frac{1.600 \text{ g}}{16.00 \text{ g mol}^{-1}} = 0.1000 \text{ mol O} \end{aligned}$$

$\text{C}_2\text{H}_4\text{O} \checkmark$



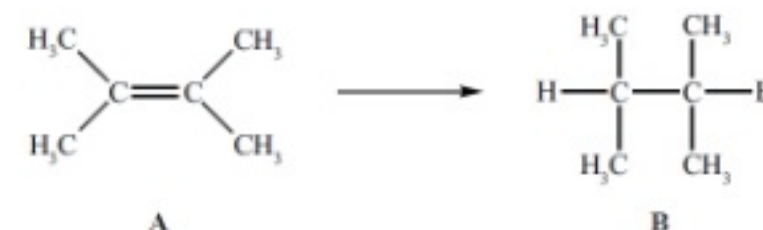
QUÍMICA BI-1

- (b) Determine la fórmula molecular de este compuesto si su masa molar es $88,12 \text{ g mol}^{-1}$. Si no obtuvo respuesta en (a), use CS pero esta no es la respuesta correcta. [1]

$$\text{«} \frac{88.12 \text{ g mol}^{-1}}{44.06 \text{ g mol}^{-1}} = 2 \text{ » } \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 \checkmark \quad \text{C}_2\text{S}_2 \text{ if CS used.}$$

MAYO-14

6. Los alquenos, como **A** (que se muestra a continuación), son importantes intermediarios en la industria petroquímica porque sufren reacciones de adición para producir una amplia variedad de productos, como el de la conversión que se muestra a continuación.



- (iii) Determine la variación de entalpía, en kJ mol^{-1} , para la reacción de **A** con hidrógeno, usando la Tabla 11 del Cuadernillo de Datos, e indique si la reacción es exotérmica o endotérmica. [4]

$$\begin{aligned} & \text{bonds broken: } (E(\text{C}=\text{C}) + E(\text{H}-\text{H}) = 612 + 436 = 1048 \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}); \\ & \text{Accept (6956 + 436 =) 7392 if all bonds in alkene broken.} \\ & \text{bonds formed: } E(\text{C}-\text{C}) + 2 \times E(\text{C}-\text{H}) = 347 + (2 \times 413) = 1173 \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}; \\ & \text{Accept 7517 if all the bonds in the product are summed.} \\ & \Delta H = 1048 - 1173 / 7392 - 7517 = -125 \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}; \\ & \text{Award [3] for correct final answer.} \\ & \text{Award [2] for +125.} \\ & \text{exothermic;} \\ & \text{Apply ECF if sign of } \Delta H \text{ incorrect.} \\ & \text{Do not award a mark for "exothermic" if } \Delta H \text{ given as positive.} \end{aligned}$$



- (iv) La variación de entalpía estándar de combustión de A es $-4000 \text{ kJ mol}^{-1}$. Calcule la cantidad de A, en moles, que debería arder para aumentar la temperatura de 1 dm^3 de agua de 20°C a 100°C .

[2]

energy required to heat water ($= m \times s \times \Delta T = 1 \times 4.18 \times (100 - 20) = 334.4 \text{ (kJ)}$);

Ignore sign of energy change.

amount required $= \frac{334.4}{4000} = 0.0836 \text{ (mol)}$;

Award [2] for correct final answer.

NOV-14

- (e) El ácido clorhídrico neutraliza al hidróxido de sodio, formando cloruro de sodio y agua.



- (i) Defina el término *variación de entalpía estándar de reacción*, ΔH^\ominus .

[2]

heat transferred/absorbed/released/enthalpy/potential energy change when 1 mol/molar amounts of reactant(s) react (to form products) / OWTTE; under standard conditions / at a pressure 100 kPa/101.3 kPa/1 atm and temperature 298 K/25°C;

Award [2] for difference between standard enthalpies of products and standard enthalpies of reactants / $H^\ominus (\text{products}) - H^\ominus (\text{reactants})$.

Award [2] for difference between standard enthalpies of formation of products and standard enthalpies of formation of reactants / $\Sigma \Delta H_f^\ominus (\text{products}) - \Sigma \Delta H_f^\ominus (\text{reactants})$.

- (ii) Determine la cantidad de energía liberada, en kJ, cuando 50.0 cm^3 de solución de hidróxido de sodio 1.00 mol dm^{-3} reacciona con 50.0 cm^3 de solución de ácido clorhídrico 1.00 mol dm^{-3} .

[2]

$(1.00 \times 0.0500 =) 0.0500 \text{ (mol)}$;

$(0.0500 \times 57.9 =) 2.90 \text{ (kJ)}$;

Ignore any negative sign.

Award [2] for correct final answer.

Award [1 max] for 2900 J.



- (iii) En un experimento, se disolvieron 2.50 g de hidróxido de sodio sólido en 50.0 cm^3 de agua. La temperatura se elevó 13.3°C . Calcule la variación de entalpía estándar, en kJ mol^{-1} , para la disolución de un mol de hidróxido de sodio sólido en agua.



[3]

$\left(\frac{2.50}{40.00} = \right) 0.0625 \text{ (mol NaOH)}$;

$0.0500 \times 4.18 \times 13.3 = 2.78 \text{ (kJ)} / 50.0 \times 4.18 \times 13.3 = 2780 \text{ (J)}$;

$\left(\frac{2.78}{0.0625} \right) = -44.5 \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}$;

Award [3] for correct final answer.

Negative sign is necessary for M3.

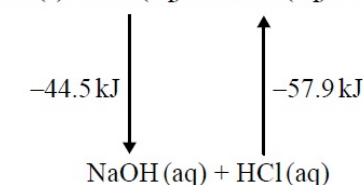
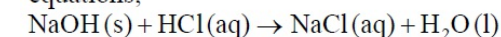
Award M2 and M3 if 52.5 g is used to obtain an enthalpy change of -46.7 .

- (iv) Usando los datos pertinentes de los apartados de preguntas previas, determine ΔH^\ominus , en kJ mol^{-1} , para la reacción de hidróxido de sodio sólido con ácido clorhídrico.



[2]

$-44.5 - 57.9$ / correct Hess's Law cycle (as below) / correct manipulation of equations;



-102.4 (kJ) ;

Award [2] for correct final answer.