
34^a OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA

19 DE SEPTIEMBRE DE 2024

CERTAMEN ZONAL – NIVEL 1

EXAMEN

Utilizá la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios.

$0\text{ }^{\circ}\text{C} \equiv 273,15\text{ K}$; $N_A = 6,02 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$; $R = 0,082\text{ L atm K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$

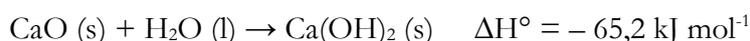
$p \times V = n \times R \times T$; $x_A = n_A / n_T$; $Q = m \times C_p \times \Delta T$.

Nota: los distintos ítems de este examen no están relacionados entre sí. Si por algún motivo no podés resolver alguno de ellos, **continuá con el siguiente**.

Ejercicio 1 (25 Puntos)

“Cal” es el nombre que se da a las distintas formas en que pueden presentarse el óxido y el hidróxido de calcio (CaO y Ca(OH)_2 , respectivamente). Estos compuestos presentan numerosas aplicaciones en la industria y en el control de contaminantes ambientales.

La reacción del CaO con agua genera Ca(OH)_2 . Esta reacción es muy exotérmica, lo cual hace que sea peligroso almacenar y transportar la cal en recipientes de madera, ya que podría provocar incendios en las bodegas de los barcos:



- Sabiendo que el oxígeno y el hidrógeno son gases formados por moléculas diatómicas a temperatura ambiente, y que el calcio es un elemento metálico, escribir una ecuación para la reacción de formación del Ca(OH)_2 . No olvides incluir los estados de agregación.
- A partir de la información proporcionada en el enunciado y teniendo en cuenta los datos al final del ejercicio, calcular la entalpía estándar de formación del Ca(OH)_2 .
- Una muestra de 500 g de agua reacciona con una cantidad equimolar de CaO (es decir, la misma cantidad de moles de cada uno). Calcular la temperatura final alcanzada (expresada en $^{\circ}\text{C}$) al concluir la reacción, suponiendo que todo el calor es absorbido por el producto formado, y que la temperatura inicial es $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

d) Si la capacidad calorífica del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ fuera igual (es decir, su valor numérico) a la del CaO , ¿cómo hubiese sido la temperatura final alcanzada, en comparación? Marcar con una X la opción que consideres correcta:

La temperatura alcanzada hubiese sido mayor , ya que al ser más baja la capacidad calorífica del producto, este absorbería más calor para un cierto valor de ΔT .	
La temperatura alcanzada hubiese sido menor , ya que al ser más baja la capacidad calorífica del producto, este absorbería más calor para un cierto valor de ΔT .	
La temperatura alcanzada hubiese sido mayor , ya que al ser más baja la capacidad calorífica del producto, este absorbería menos calor para un cierto valor de ΔT .	
La temperatura alcanzada hubiese sido menor , ya que al ser más baja la capacidad calorífica del producto, este absorbería menos calor para un cierto valor de ΔT .	
La temperatura alcanzada hubiese sido la misma , ya que esta no depende de la capacidad calorífica del producto sino del calor liberado por la reacción.	

Datos

Capacidades caloríficas: $C_p(\text{CaO}) = 53,1 \text{ J mol}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; $C_p(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 88,9 \text{ J mol}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Entalpías estándar de formación: $\Delta H^\circ_f(\text{CaO}) = -635,6 \text{ kJ mol}^{-1}$; $\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$

Ejercicio 2 (40 Puntos)

El dicloruro de diazufre es un compuesto químico de fórmula S_2Cl_2 , que forma un líquido amarillento en condiciones ambiente.

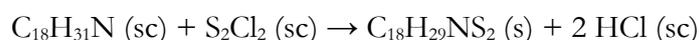
a) Representar la estructura de Lewis para este compuesto, sabiendo que la conectividad es Cl-S-S-Cl .

Cuando el S_2Cl_2 se expone a radiación ultravioleta, se obtiene *cloruro de titionilo*, un compuesto que tiene la misma fórmula molecular pero distinta estructura (aquellos compuestos que presentan igual fórmula molecular pero distinta estructura se denominan “isómeros”).

b) Representar la estructura de Lewis para el cloruro de titionilo sabiendo que su geometría molecular es piramidal (o pirámide de base trigonal).

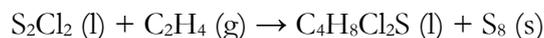
El S_2Cl_2 se utiliza en la síntesis de colorantes, ya que permite introducir enlaces C-S en compuestos carbonados. Estos enlaces, muy comunes en algunos colorantes orgánicos, son difíciles de generar.

Una solución que contiene 391 mg de S_2Cl_2 se agregó a otra solución que contiene 500 mg 2,4,6-Tri-t-butilanilina ($\text{C}_{18}\text{H}_{31}\text{N}$). Al finalizar la reacción, se obtuvieron 434 mg del producto buscado, de fórmula $\text{C}_{18}\text{H}_{29}\text{NS}_2$. La reacción está representada por la siguiente ecuación (balanceada):

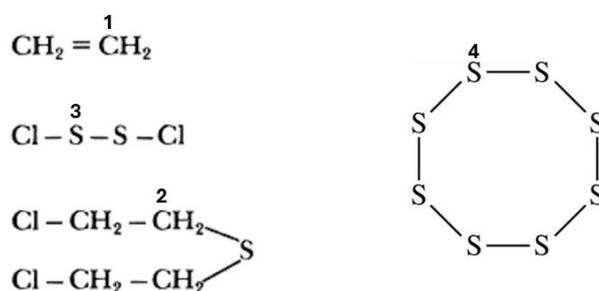


c) Calcular el rendimiento (en %) de esta reacción.

El S_2Cl_2 se ha utilizado en el pasado para obtener gas mostaza, un compuesto de fórmula $C_4H_8Cl_2S$ (que en realidad es líquido a temperatura ambiente), tristemente célebre por haber sido utilizado como arma química durante la Primera Guerra Mundial. La siguiente ecuación (**no balanceada!**) representa la obtención de este compuesto a $25\text{ }^\circ\text{C}$:



A continuación se presentan las estructuras de los compuestos involucrados en la reacción anterior (no son estructuras de Lewis, sólo muestran la conectividad y qué tipo de enlace hay entre los distintos átomos):



Nota: “ CH_2 ” representa un átomo de carbono unido a dos átomos de hidrógeno mediante un enlace simple con cada uno de ellos. En el C_2H_4 el enlace doble es entre los dos átomos de carbono. En el $C_4H_8Cl_2S$, el “esqueleto” del compuesto es: $Cl - C - C - S - C - C - Cl$.

d) Completar la siguiente tabla referida a la geometría molecular en torno a los átomos indicados con números en la figura:

Átomo	Geometría molecular local
C en CH_2CH_2 (1)	
C en $C_4H_8Cl_2S$ (2)	
S en el S_2Cl_2 (3)	
S en el S_8 (4)	

e) Utilizando los datos de energía de enlace y energías de transición de fase proporcionados a continuación, estimar un valor para la variación de energía de la reacción de obtención del ($C_4H_8Cl_2S$).

$$E(C = C) = 611 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$E(C - C) = 348 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$E(C - H) = 414 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$E(C - Cl) = 328 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$E(C - S) = 259 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$E(S - Cl) = 251 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$E(S - S) = 266 \text{ kJ mol}^{-1}$$

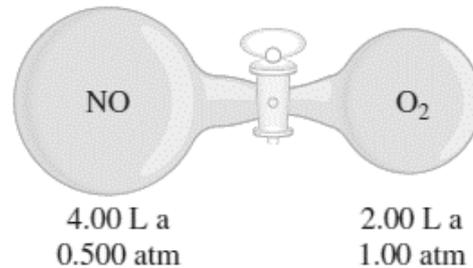
$$E_{\text{Vaporización}}(S_2Cl_2) = 41,1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$E_{\text{Vaporización}}(C_4H_8Cl_2S) = 59,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

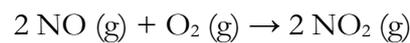
$$E_{\text{Sublimación}}(S_8) = 45 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Ejercicio 3 (35 Puntos)

Para estudiar el proceso de mezcla de gases que reaccionan químicamente, se diseñó un dispositivo experimental que se muestra en la figura:

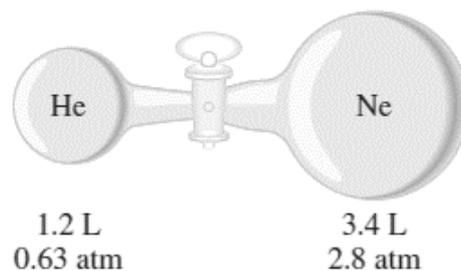


Inicialmente los gases NO y O₂ se encuentran separados; una vez que se abre la válvula, los gases se mezclan y ocurre la reacción dada por:



a) Calcular la presión en el interior del recipiente y las fracciones molares de todos los gases presentes una vez concluida la reacción, sabiendo que su rendimiento es 76,8 %, teniendo en cuenta que en todo momento la temperatura es 100 °C y que el volumen del recipiente entero es 6,00 L (es decir, el tubo que conecta ambos recipientes no aporta al volumen total).

Se diseñó otro experimento para estudiar el proceso de mezcla de gases que no reaccionan entre sí, utilizando el siguiente dispositivo:



Inicialmente, el recipiente contiene helio y neón separados por una válvula. Una vez abierta la válvula, los gases se mezclan, sin reaccionar, ocupando ambos la totalidad del recipiente.

b) Calcular la presión en el interior del recipiente y las presiones parciales al final del experimento, sabiendo que en todo momento la temperatura permanece constante y que el volumen del recipiente entero es 4,6 L (es decir, el tubo que conecta ambos recipientes no aporta al volumen total).

c) Marcar con una X en la siguiente tabla qué tipo/s de interacciones presenta/n las moléculas de cada uno de los gases entre sí:

Compuesto	Dispersión	Dipolo - Dipolo	Puente hidrógeno	Iónicas
He				
Ne				
NO				
O ₂				
NO ₂				

d) Ordenar los compuestos presentados en el ítem anterior según su temperatura de ebullición:

Menor temp. de ebullición				Mayor temp. de ebullición