



32^a OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
16 DE SEPTIEMBRE DE 2022
CERTAMEN ZONAL – NIVEL 1
EXAMEN

Utilizá la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios. Podés suponer que las sustancias en estado gaseoso se comportan idealmente.

$R = 0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. $0 \text{ }^\circ\text{C} \equiv 273,15 \text{ K}$.

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**.

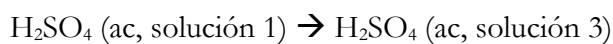
Ejercicio 1 (40 Puntos)

Se encontraron en un manual distintos valores para la entalpía de formación estándar a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\Delta H^\circ_f (25 \text{ }^\circ\text{C})$) del ácido sulfúrico:

H_2SO_4 (l) puro	$-814,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
H_2SO_4 (ac, solución 1): 1 mol H_2SO_4 + 1 mol H_2O	$-841,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
H_2SO_4 (ac, solución 2): 1 mol H_2SO_4 + 100 mol H_2O	$-887,7 \text{ kJ mol}^{-1}$
H_2SO_4 (ac, solución 3): 1 mol H_2SO_4 + 1000 mol H_2O	$-892,3 \text{ kJ mol}^{-1}$

a) Escribir la ecuación química que representa la reacción de formación del ácido sulfúrico líquido (puro). Tené en cuenta que el H_2 y el O_2 son gases a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, mientras que el azufre es un sólido formado por moléculas de S_8 .

b) Calcular la variación de entalpía involucrada en el proceso de diluir la solución 1 hasta la concentración de la solución 3, es decir el ΔH° para:

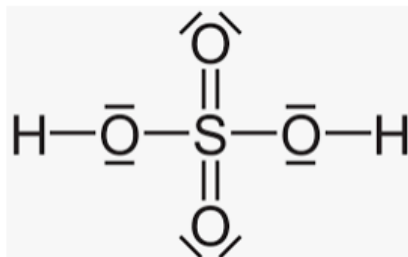
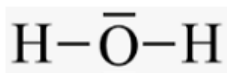


c) Calcular la concentración de H_2SO_4 en la solución 2, cuya densidad es $1,03 \text{ g cm}^{-3}$. Expresá tu resultado en:

i – % m / m.

ii – Molaridad.

d) En la siguiente figura se muestran las estructuras de Lewis del agua y del ácido sulfúrico:



i – Completar la siguiente tabla referida a las geometrías de estas moléculas:

	Geometría electrónica	Geometría molecular
H ₂ O		
H ₂ SO ₄ (átomo de S)		
H ₂ SO ₄ (átomo de O unido a H)		

ii – Indicar en la siguiente tabla si en cada caso se trata de una molécula “polar” o “no polar”:

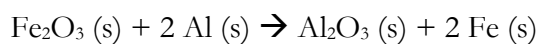
H ₂ O	
H ₂ SO ₄	

iii – ¿Qué tipo de interacciones se establecen entre las moléculas de H₂SO₄ en el ácido sulfúrico puro? Marcá con una X la/s opción/es que consideres correcta/s.

Interacciones de dispersión	
Dipolo permanente – Dipolo permanente	
Dipolo permanente – Dipolo inducido	
Puente hidrógeno	
Interacciones ion - ion	
Interacciones ion - dipolo	

Ejercicio 2 (40 Puntos)

Las soldaduras de las vías férreas se llevan a cabo utilizando una reacción de aluminotermia, en la cual mezclas de aluminio y óxido de hierro reaccionan de manera fuertemente exotérmica:





a) Calcular la variación de entalpía estándar asociada a esta reacción a 25 °C utilizando los datos proporcionados de entalpías estándar de formación a esa temperatura.

Datos: $\Delta H_f^\circ(\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{s}, 25\text{ °C}) = -824,2\text{ kJ mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{s}, 25\text{ °C}) = -1675,7\text{ kJ mol}^{-1}$.

b) Se mezclan en un recipiente 55 g de Fe_2O_3 y 14,7 g de Al y se lleva a cabo la reacción.

i – Calcular la cantidad de moles de todos los reactivos y productos presentes una vez concluida la reacción, considerando que el rendimiento es del 100 %.

ii – Calcular la cantidad de calor absorbida por los compuestos involucrados en la reacción química considerando que el 60 % del calor liberado por la reacción se “pierde” al aire circundante. Nota: si no pudiste resolver el ítem (a), considerará $\Delta H_{\text{rxn}}^\circ(25\text{ °C}) = -851,5\text{ kJ mol}^{-1}$; si no pudiste resolver el ítem (b-i), considerará que reaccionaron 0,544 mol de Al.

iii – Calcular la temperatura alcanzada por el aire circundante una vez concluida la reacción, considerando que esta se lleva a cabo en una habitación de $4\text{ m} \times 4\text{ m} \times 2\text{ m}$, inicialmente a una presión de 1 atm y 25 °C de temperatura. La capacidad calorífica del aire es $C_p(\text{aire}) = 29,19\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$. Nota: si no pudiste resolver el ítem (b-ii), considerará que el calor absorbido por la mezcla de reacción es 92,643 kJ.

iv – Sabiendo que la temperatura final de la mezcla de compuestos de la reacción es 1733,8 °C, indicar en qué procesos se emplea el calor liberado por la reacción química (además del calentamiento de los gases del aire). Para este análisis, considerará que podemos separar al proceso global en dos procesos imaginarios: en primer lugar, la reacción ocurre a 25 °C liberándose el total del calor de la reacción; en segundo lugar, ese calor se emplea para llevar a todos los compuestos presentes en la mezcla desde 25 °C hasta la temperatura final.

Datos: Las temperaturas de fusión normal de los compuestos son: Al (s), 660 °C; Fe (s), 1538 °C, Al_2O_3 (s), 2053 °C; Fe_2O_3 (s), 1565 °C.

Marcá con una X la/s opción/es que consideres correcta/s.

Compuesto	Calentamiento	Fusión
Al (s)		
Al (l)		
Fe (s)		
Fe (l)		

Compuesto	Calentamiento	Fusión
Al_2O_3 (s)		
Al_2O_3 (l)		
Fe_2O_3 (s)		
Fe_2O_3 (l)		

v – Calcular la cantidad de calor absorbida por el hierro desde la temperatura inicial de 25 °C hasta llegar a hierro líquido a 1733,8 °C. Nota: Si no pudiste resolver el ítem, (b-i), considerará que se formaron 0,317 mol de Fe.



Datos:

Capacidad calorífica del hierro sólido: $C_p(\text{Fe, sólido}) = 24,1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Entalpía estándar de fusión del hierro: $\Delta H^\circ_{\text{fus}}(\text{Fe, } 1538 \text{ }^\circ\text{C}) = 13,8 \text{ kJ mol}^{-1}$

Capacidad calorífica del hierro líquido: $C_p(\text{Fe, líquido}) = 50,2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Ejercicio 3 (20 Puntos)

a) Para los siguientes compuestos que han aparecido a lo largo del examen, indicar de qué tipo de sólido se trata (marcá con una X las opciones que consideres correctas):

Compuesto	Sólido iónico	Sólido covalente	Sólido molecular
H ₂ O (s)			
S ₈ (s)			
Fe ₂ O ₃ (s)			

b) A temperatura ambiente el H₂O es un líquido, mientras que el compuesto análogo de azufre, el H₂S, es un gas. Esto se debe a que (marcá con una X la/s opción/es que consideres correcta/s):

El agua presenta interacciones de dispersión más intensas que el sulfuro de hidrógeno.	
El agua presenta interacciones iónicas mientras que el sulfuro de hidrógeno no.	
El agua presenta interacciones dipolo – dipolo mientras que el sulfuro de hidrógeno no.	
El agua presenta interacciones dipolo – dipolo más intensas que el sulfuro de hidrógeno.	
El agua presenta interacciones puente hidrógeno mientras que el sulfuro de hidrógeno no.	

c) A una determinada temperatura, la presión de vapor del SiH₄ (l) es mucho menor que la del CH₄ (l) debido a que (marcá con una X la/s opción/es que consideres correcta/s):

La diferencia de electronegatividad entre Si y H es mayor que entre C y H.	
El SiH ₄ es una molécula más pesada que el CH ₄ .	
El SiH ₄ presenta interacciones de dispersión más intensas que el CH ₄ .	
El SiH ₄ es polar mientras que el CH ₄ no.	

Bonus track: Video de aluminotermia realizada en nuestra facultad, para ver en casa.

<https://www.youtube.com/shorts/oL4dlv0GsLM>