

QUÍMICA 1
TERCERA PRÁCTICA CALIFICADA
SEMESTRE ACADÉMICO 2022-1

Todos los horarios

Duración: 2 horas

Elaborada por los profesores del curso

Usted es responsable de organizar su tiempo para resolver la práctica, preparar sus archivos y subirlos a la carpeta de entrega en PAIDEIA dentro del tiempo establecido. El tiempo de la práctica ya tiene en cuenta la preparación y entrega de sus archivos en PAIDEIA y no se le dará más tiempo para esto.

INDICACIONES:

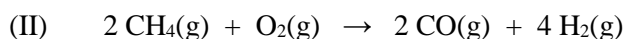
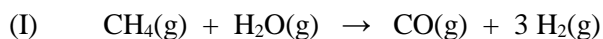
- La práctica consta de dos preguntas que dan un puntaje total de 20 puntos
- El profesor del horario iniciará la sesión a la hora programada vía Zoom para dar indicaciones generales antes de empezar la prueba.
- La prueba será colocada en la plataforma PAIDEIA y se podrá visualizar a la hora programada.
- Durante el desarrollo de la prueba los alumnos podrán hacer consultas a los Jefes de Práctica a través de los foros del curso.
- El profesor del horario permanecerá conectado en Zoom. De esta manera, durante el desarrollo de la prueba, cualquier alumno podrá volver a conectarse si desea hacer alguna consulta al profesor.
- En PAIDEIA se habilitará la carpeta de Entrega de la Pa3 con un plazo que vence transcurridas las 2 horas programadas para la sesión. **NO SE ACEPTARÁ NINGÚN ARCHIVO FUERA DEL PLAZO ESTABLECIDO.**
- El nombre del archivo debe configurarse así:
Q1-Pa3-1 (para la pregunta 1)
Q1-Pa3-2 (para la pregunta 2)
- El desarrollo de la práctica se puede hacer manualmente. **NO OLVIDE COLOCAR SU NOMBRE Y CÓDIGO EN EL DOCUMENTO.**
- El documento con su resolución puede escanearse o fotografiarse para subirlo a PAIDEIA.
- Todos los datos necesarios se dan al final de este documento. **NO DEBE UTILIZAR NINGÚN MATERIAL ADICIONAL AL PROPORCIONADO EN LA PRÁCTICA.**
- **Si ingresa al PAIDEIA a visualizar la práctica y no entrega su resolución se le considerará CERO como nota.**
- La evaluación es personal. Aun cuando esté en su casa, es importante que sea consciente de que es usted el que será evaluado, por lo que debe desarrollar la evaluación de manera individual e independiente. Cualquier acto de plagio o copia que se detecte resultará en la anulación de su prueba y en el reporte de la falta a las autoridades correspondientes.

AL ENTREGAR MI EVALUACION EN LA CARPETA HABILITADA EN PAIDEIA ESTOY ACEPTANDO LO SIGUIENTE:

- Tengo conocimiento de que tanto **COPIAR** como **PLAGIAR** en el contexto del desarrollo de actividades y evaluaciones del curso constituye una infracción que es sancionada de acuerdo con el Reglamento Unificado de Procesos Disciplinarios de la PUCP.
- Lo que presentaré como resultado de las evaluaciones del curso será fruto de mi propio trabajo.
- No permitiré que nadie copie mi trabajo con la intención de hacerlo pasar como su trabajo.
- Durante las evaluaciones, no cometeré acción alguna que contravenga la ética y que pueda ser motivo de sanción.

Pregunta 1 (10 puntos)

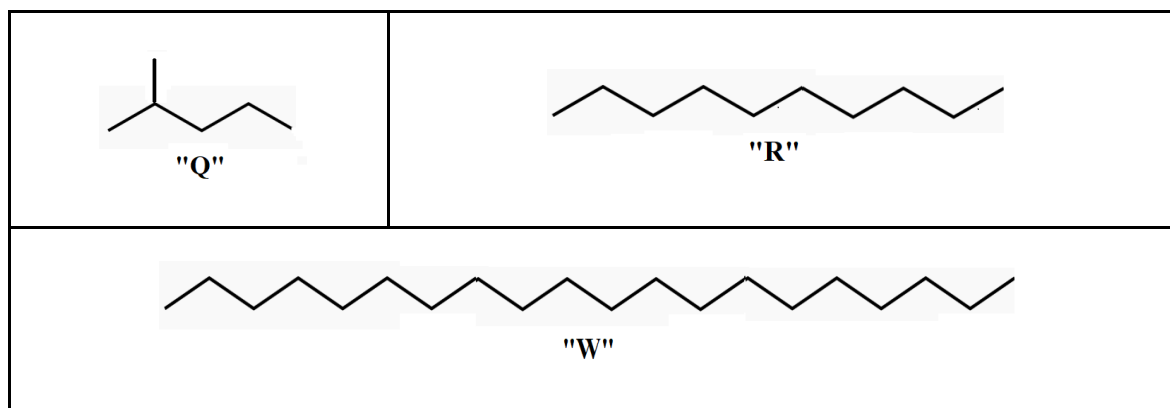
El proceso Haber-Bosch es el principal procedimiento industrial para la producción del amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$. Las plantas de amoníaco modernas producen más de 3000 toneladas por día. Este proceso en su etapa final produce amoníaco a partir de los gases nitrógeno, $\text{N}_2(\text{g})$, e hidrógeno, $\text{H}_2(\text{g})$ a 450°C y 300 atm; previamente se deben llevar a cabo varias etapas que permiten obtener los reactivos en condiciones adecuadas para este proceso. Algunas de estas etapas son:



- a. (4,0 p) La etapa (I) transcurre a 500 °C y se utiliza gas natural cuya composición molar es 96 % de metano, $\text{CH}_4(\text{g})$, y el resto es etano, $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ y dióxido de carbono, $\text{CO}_2(\text{g})$, estos 2 últimos gases se encuentran en una relación molar de 7:1, respectivamente.
El reactor inicialmente está a 500 °C y contiene 135 kg de agua, luego se añade gas natural en cantidad suficiente para que el metano y el agua se encuentren en la cantidad necesaria. En consecuencia, el reactor registra una presión de 50 atm. Determine el volumen del reactor en m^3 y la fracción molar de los gases presentes antes del inicio de la reacción.
- b. (2,0 p) La etapa anterior no es muy eficiente y por ello en la etapa (II) se consigue obtener más hidrógeno en un reactor de 35 m^3 a 750 °C, utilizando aire como suministro de oxígeno, $\text{O}_2(\text{g})$, recuerde que la composición molar del aire es 79 % $\text{N}_2(\text{g})$ y 21 % $\text{O}_2(\text{g})$. Si al culminar esta reacción el monóxido de carbono, $\text{CO}(\text{g})$, obtenido ejerce una presión de 15 atm, calcule las moles de hidrógeno, $\text{H}_2(\text{g})$, obtenido y las moles de aire utilizado.
- c. (1,0 p) Un tanque de 1000 litros contiene 100 moles de amoníaco gaseoso a -10 °C . Calcule la presión en el tanque y explique si este gas, a esas condiciones, se comporta como gas ideal o gas real.

Constante de van der Waals	a ($\text{L}^2\cdot\text{atm}/\text{mol}^2$)	b (L/mol)
NH_3	4,225	0,03707

- d. (3,0 p) En el laboratorio de control de calidad de insumos químicos, se encontraron tres frascos con las siguientes etiquetas:



Los frascos eran idénticos y contenían el mismo volumen líquido de sus respectivos compuestos. Se tienen 3 bolitas de vidrio exactamente iguales. Si en el mismo instante se deja caer 1 bolita en cada frasco, explique mediante las propiedades de los líquidos en qué orden las bolitas llegaron a tocar el fondo del frasco.

Pregunta 2 (10 puntos)

Durante este proceso Haber-Bosch, lo que se deposita en las torres catalíticas de la planta es un óxido de hierro con fórmula Fe_3O_4 llamado magnetita que se convertirá primero en FeO y luego en Fe finamente pulverizado. Otros componentes presentes en esta mezcla son los óxidos CaO , Al_2O_3 , K_2O y SiO_2 que ayudan a mantener el área superficial del catalizador.

- a. (0,5 p) ¿Qué clase de sólido es el hierro? ¿Qué clase de fuerzas mantienen unidas a sus partículas?
- b. (0,25 p) Cuando se calienta una muestra de la magnetita (Fe_3O_4), usada como catalizador, se observa que funde entre 1597 – 1597 °C ¿Qué podría decir acerca del ordenamiento de este sólido?
- c. (1,25 p) Si se sabe que el diamante es un aislante, dibuje los diagramas de bandas para el Si, el Fe y el diamante e indique para cada uno de ellos si se trata de un conductor, un aislante o un semiconductor.

Este proceso catalítico produce amoníaco (NH_3) que está principalmente destinado a la producción de fertilizantes.

- d. (2,0 p) Construya el diagrama de fases para el amoníaco señalando todos los puntos relevantes.
- e. (1,0 p) Construya la curva de enfriamiento del amoníaco gaseoso desde que sale del reactor a 450°C hasta que es colectado a -55°C (trabaje a 1 atm).
- f. (0,5 p) Justifique si para este proceso de colección del amoníaco se debe dar o retirar calor.
- g. (1,5 p) ¿Cuánto calor se transfiere (en kJ) si se colectan 3000 toneladas de amoníaco, producidos en un día, siguiendo el proceso de enfriamiento antes mencionado?

Información sobre el amoníaco	
Punto de ebullición normal	$-33,34^\circ\text{C}$
Punto de fusión normal	$-77,73^\circ\text{C}$
Densidad	$0,769\text{ kg/m}^3$ (TPE)
Punto triple	$-77,65^\circ\text{C}$ y $0,0609\text{ bar}$
Temperatura crítica	$405,56\text{ K}$
Presión crítica	$112,08\text{ atm}$
ΔH_{vap} (kJ/mol)	$23,45\text{ kJ/mol}$
ΔH_{fus} (kJ/mol)	$5,653\text{ kJ/mol}$
calor específico del gas	$35,65\text{ J/mol.K}$
calor específico del líquido	$80,8\text{ J/mol.K}$

Parte del amoníaco se usa para preparar el fertilizante nitrato de amonio, NH_4NO_3 . Se ha comprobado que es rentable para la explotación agrícola y en cuanto a la reducción de las emisiones de amoníaco. Al usarse disuelto en agua, facilita su absorción por parte de las plantas. Se sabe que una solución saturada de NH_4NO_3 en agua, a 20°C , contiene 195 g de la sal en 100 mL de solución.

Una solución comercial empleada como abono, contiene 80 % en masa de NH_4NO_3 y su densidad es de $1,35\text{ g/mL}$.

- h. (1,5 p) Determine la molaridad de la solución saturada y la solución comercial.
- i. (1,0 p) Dispone de NH_4NO_3 sólido y desea preparar 150 mL de solución con la misma concentración que la solución comercial, para fertilizar las plantas de sus macetas. Describa detalladamente cómo debe proceder.
- j. (0,5 p) Justifique, con base al tipo de partículas presentes, qué tipo de solución se ha formado.

DATOS

$$P V = n R T$$

$$q = m c \Delta T$$

$$\left(P + \frac{a n^2}{V^2}\right)(V - n b) = n R T$$

$$1\text{ Tn} = 1000\text{ kg}$$

$$1\text{ bar} = 0,987\text{ atm}$$

$$1\text{ m}^3 = 1000\text{ L}$$

$$N_A = 6,022 \times 10^{23}$$

$$R = 0,082\text{ atm L/mol}^\circ\text{K}$$

$$\text{Masas molares (g/mol): H : 1 \quad N : 14 \quad O : 16}$$

$$\text{Números atómicos: Fe ; 26 \quad Si : 14}$$

Nombre: Gabriel Alejandro Salinas de Larna
Código: 20220433
Firma: Gabriel

PC3

Nota: 19.5

1.

a. Calcularmos los moles de agua usados:

$$135 \text{ kg} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}} = 7500 \text{ moles de } \text{H}_2\text{O}$$

Por estequiometría, hay 7500 moles de CH_4 .

$$\text{Moles de gas natural: } 7500 \text{ moles de } \text{CH}_4 \cdot \frac{100\%}{96\% \text{ de } \text{CH}_4} = 7812,5 \text{ moles de gas natural}$$

Entonces, 312,5 moles corresponden a C_2H_6 y CO_2 . Por la relación 7:1, 273,44 moles de C_2H_6 y 39,06 de CO_2 .

$$X_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{273,44}{15312,5} \quad X_{\text{CO}_2} = \frac{39,06}{15312,5} \quad \text{Total de moles: } 7812,5 + 7500$$

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{7500}{15312,5} \quad X_{\text{CH}_4} = \frac{7500}{15312,5}$$

4

Hallamos el volumen del reactor:

$$500^\circ\text{C} \rightarrow 773\text{K}$$

$$50 \text{ atm} \cdot V = 15312,5 \text{ moles} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 773\text{K}$$

$$V = 19411,97 \text{ L} = 19,412 \text{ m}^3$$

b. Hallamos los moles de CO producidos:

$$750^\circ\text{C} \rightarrow 1023\text{K}$$

$$35000 \text{ L} \cdot 15 \text{ atm} = n \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 1023\text{K}$$

$$n = 6258,49 \text{ moles de CO}$$

2

Por estequiometría, se obtuvieron 12516,98 moles de H_2 (2:4) y se usaron 3129,245 moles de O_2 (2:1)

Nombre: Gabriel Alejandro Salinas de Lama
Código: 20220433
Firma: Gabriel

$$\text{Moles de aire: } 3129,245 \text{ moles de } O_2 \cdot \frac{100\%}{21\% \text{ de } O_2} = 14901,17 \text{ moles de aire}$$

c. Usando la ecuación de Van Der Waals: $-10^\circ C \rightarrow 263K$

$$100 \text{ moles} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot L}{\text{mol} \cdot K} \cdot 263K = \left(P + 4,225 \frac{L^2 \cdot \text{atm}}{\text{mol}^2} \cdot \frac{100^2 \text{mol}^2}{1000^2 L^2} \right) \left(1000L - 100 \text{ moles} \cdot 0,03707 \frac{L}{\text{mol}} \right)$$

$$2,165 \text{ atm} = P + 4,225 \cdot \frac{100^2}{1000^2} \text{ atm}$$

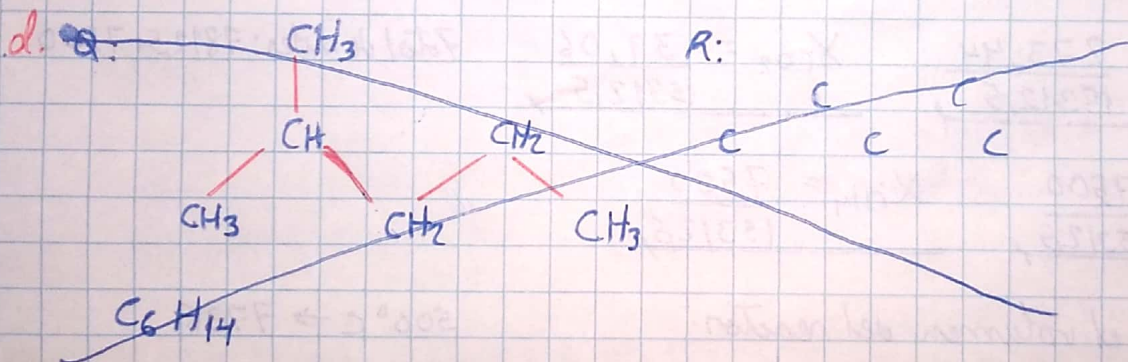
$$P = 2,123 \text{ atm}$$

$$\frac{2,123 \text{ atm} \cdot 1000L}{0,082 \cdot 263} = 98,44$$

0,75

líquido al final de todo

Se comporta parecido a un gas ideal porque la presión es menor de lo que se comporta como gas real a esa temperatura.



Son compuestos similares de C y H. La fuerza de dispersión de London será mayor en cada compuesto a medida que la cadena sea más larga (mayor masa molar). Orden creciente de fuerzas intermoleculares:

$$Q < R < W$$

A mayor fuerza intermolecular, mayor tensión superficial que hará que las bolitas lleguen más lento. Entonces, orden creciente de llegada de la bolita:

$$W < R < Q \rightarrow \text{llegó primero}$$

Nombre: Gabriel Alejandro Salinas de Larra
Código: 20220433
Firma: Gabriel

2.

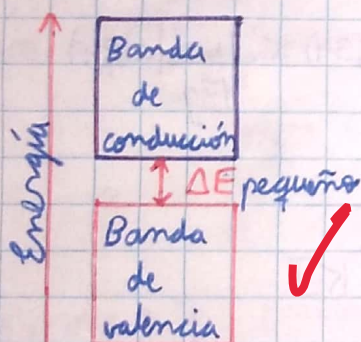
a. El hierro (Fe) es un sólido metálico. Sus partículas están unidas por un enlace metálico (teoría de mar de electrones y teoría de bandas).

0,75

fuerza intramolecular

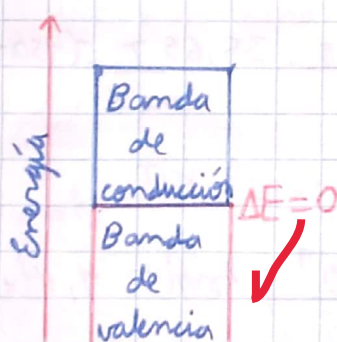
b. Este sólido es iónico (formado por un metal y un no metal). Su ordenamiento se basa en atracciones electrostáticas (ion-ion). Asimismo, es frágil, porque una tensión constante aplicada provocará repulsiones entre los iones de misma carga, separándose.

c) Si:



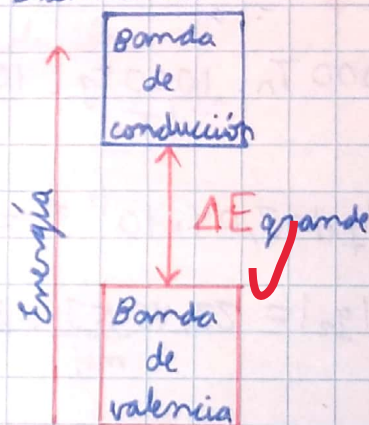
Semiconductor

Fe:



Conductor

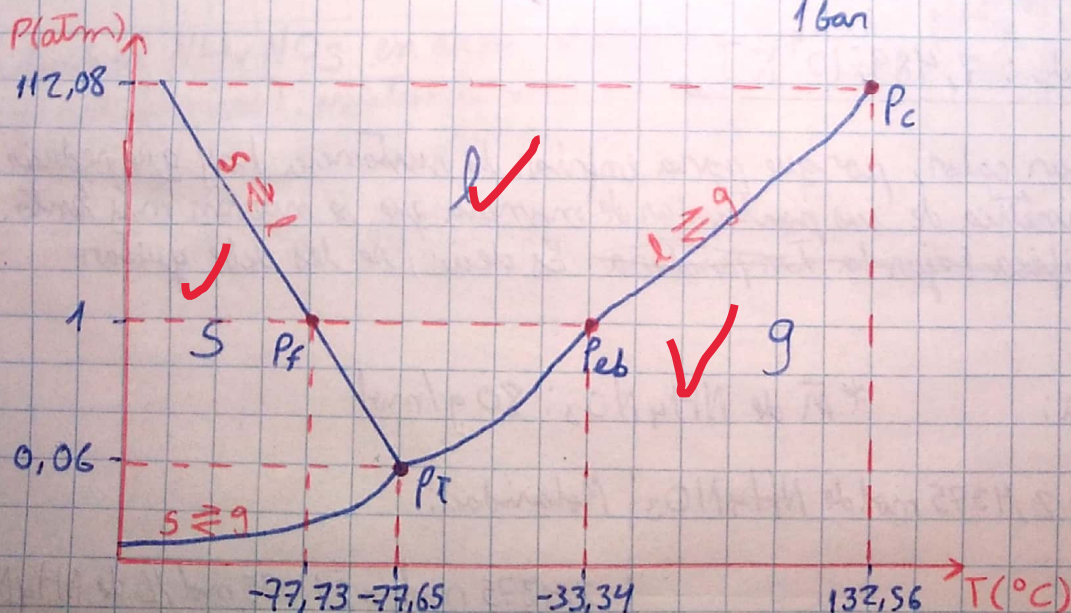
Diamante:



Aislante

1,25

d) $405,56 \text{ K} \rightarrow 132,56^\circ \text{C}$ $0,0609 \text{ bar} \cdot \frac{0,987 \text{ atm}}{1 \text{ bar}} = 0,06 \text{ atm}$

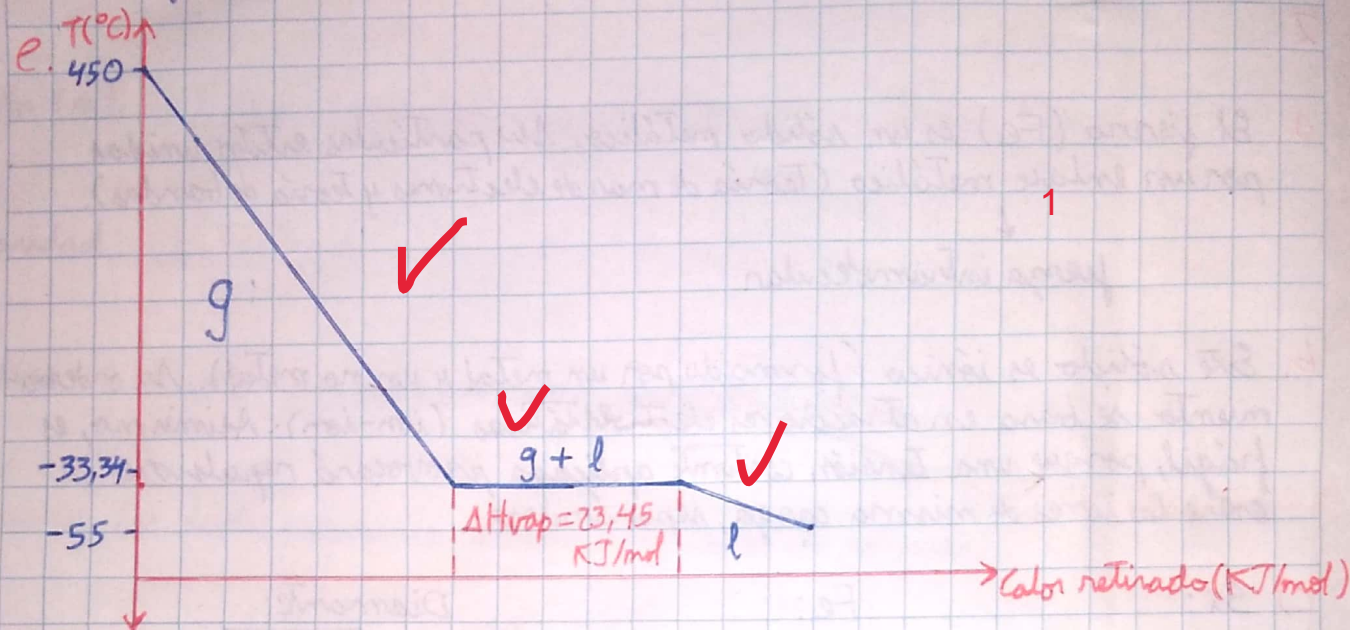


2

Nombre: Gabriel Alejandro Salinas de Lama

Código: 20220433

Firma: Gabriel



$$1. \left| 3000 \text{ Tn} \cdot \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ Tn}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} \cdot 35,65 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (450 + 33,34) \text{ K} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{17 \text{ g}} \right| = |q_1|$$

$$|q_1| = 3,04 \times 10^{12} \text{ J} = 3,04 \times 10^9 \text{ KJ} \quad \checkmark$$

$$2. |q_2| = 23,45 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}} \cdot \frac{3 \times 10^9 \text{ g}}{17 \text{ g}} \cdot 1 \text{ mol} = 4,14 \times 10^9 \text{ KJ} \quad \checkmark$$

1,5

$$3. \left| 3 \times 10^9 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{17 \text{ g}} \cdot 80,8 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (-55 + 33,34) \text{ K} \right| = |q_2|$$

$$|q_2| = 3,09 \times 10^{11} \text{ J} = 3,09 \times 10^8 \text{ KJ} \quad \checkmark$$

$$q_{\text{Transferido}} = 7,489 \times 10^9 \text{ KJ} \quad \checkmark$$

f. Se debe retirar calor, porque para enfriar la sustancia hay que reducir la energía cinética de sus partículas de manera que se muevan más lento. lo que significa bajar la temperatura. Es decir, se les debe quitar energía. 0,5 ✓

h. 1. saturada: \bar{M} de NH_4NO_3 : 80 g/mol

$$\frac{195 \text{ g}}{80 \text{ g}} \cdot 1 \text{ mol} = 2,4375 \text{ mol de } \text{NH}_4\text{NO}_3 \quad \text{Molaridad:}$$

$$\frac{2,4375 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 24,375 \text{ mol/L de } \text{NH}_4\text{NO}_3 \quad \checkmark$$

Nombre: Gabriel Alejandro Salinas de Lama
Código: 20220433
Firma: Gabriel

1,5

3. a. s. comercial:

$$\text{En 1 mL: } \frac{1,35 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \cdot 1 \text{ mL} \cdot 0,8 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{80 \text{ g}} = 0,0135 \text{ mol de } \text{NH}_4\text{NO}_3$$

$$\text{Molaridad: } \frac{0,0135 \text{ mol}}{0,001 \text{ L}} = 13,5 \text{ mol/L de } \text{NH}_4\text{NO}_3$$

i. Hallamos el volumen necesario de s. comercial a usar:

$$0,15 \text{ L.}$$

Hallamos los moles necesarios de NH_4NO_3 para la solución:

$$n = 13,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,15 \text{ L}$$
$$n = 2,025 \text{ moles}$$

$$\text{Pasamos moles a g: } 2,025 \text{ mol} \cdot \frac{80 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 162 \text{ g de } \text{NH}_4\text{NO}_3$$

Hay que disolver 162 g de NH_4NO_3 en un recipiente con 150 mL de agua.
La concentración será $\frac{2,025 \text{ mol}}{0,15 \text{ L}} = 13,5 \text{ mol/L}$

1

j. Al disolver NH_4NO_3 en agua, se disocian los iones NH_4^+ y NO_3^- (iones poliatómicos), existiendo una interacción del tipo ion-dipolo que evitará que los iones se combinen de nuevo.
faltó electrolítica que conduce la electricidad

0,25

1. c. Como gas ideal, porque la presión es baja (menos de 10 atm)

$$\frac{2,123 \cdot 1000}{0,082 \cdot 263} = 98,44 \approx \text{cerca de } n = 100 \text{ moles}$$

Es como gas ideal.

No hay mucho efecto de las fuerzas intermoleculares