

U (G) E V S
L)
S) F

QUÍMICA I

CUARTA PRÁCTICA CALIFICADA

SEMESTRE ACADÉMICO 2024-1

Horarios: A101, H113, H114, H115, H116, H117, H118, H119, H120, H121, H122, H123

Duración: 110 minutos

Profesor: Elaborada por los profesores del Curso

ADVERTENCIAS:

- Todo dispositivo electrónico (teléfono, tableta, computadora u otro) deberá permanecer apagado durante la evaluación.
- Coloque todo aquello que no sean útiles de uso autorizado durante la evaluación en la parte delantera del aula, por ejemplo, mochila, maletín, cartera o similar, y procure que contenga todas sus propiedades. La apropiada identificación de las pertenencias es su responsabilidad.
- Si se detecta omisión a los dos puntos anteriores, la evaluación será considerada nula y podrá conllevar el inicio de un procedimiento disciplinario en determinados casos.
- Es su responsabilidad tomar las precauciones necesarias para no requerir la utilización de servicios higiénicos: durante la evaluación, no podrá acceder a ellos, de tener alguna emergencia comunicárselo a su jefe de práctica.
- Quienes deseen retirarse del aula y dar por concluida su evaluación no lo podrán hacer dentro de la primera mitad del tiempo de duración destinado a ella.

INDICACIONES:

- Se puede usar calculadora.
- Está prohibido el préstamo de útiles y el uso de corrector líquido.
- Durante el desarrollo de la prueba, puede hacer consultas a los jefes de práctica y al profesor del curso.
- Todos los datos necesarios se dan al final de este documento. No debe utilizar ningún material adicional al proporcionado en la práctica.
- Muestre siempre el desarrollo empleado en cada apartado.

PREGUNTA 1 (10 puntos)

En el programa "MasterChef", los participantes se enfrentan a desafíos culinarios que ponen a prueba su creatividad, habilidades técnicas y conocimientos gastronómicos. En esta temporada especial, se introduce un nuevo desafío centrado en la creación de cócteles innovadores utilizando el dióxido de carbono (CO_2), donde los concursantes deben lograr efectos visuales y sensoriales impresionantes.

El uso de CO_2 en la preparación de cócteles está vinculado a la creación de bebidas carbonatadas y a la introducción de burbujas y efervescencia en los mismos. El dióxido de carbono brinda una textura y una nueva experiencia sensorial a los cócteles.

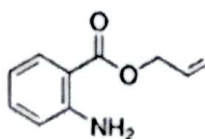
Los datos de la siguiente tabla corresponden al dióxido de carbono (CO_2):

T de fusión a 5,2 atm (K)	T normal de sublimación (K)	$\Delta H_{\text{deposición}}$ (kJ/mol)	Punto crítico		Punto triple		Calor específico	
			T (K)	P (atm)	T (K)	P (atm)	c ($\text{CO}_2(\text{g})$) J/g K	c ($\text{CO}_2(\text{s})$) J/g K
216,8	194,5	-25,2	304	73	216,6	5,11	0,850	0,636

Nota: La deposición es el proceso inverso a la sublimación

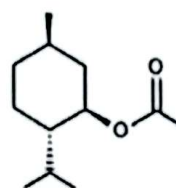
- a. (2,0 p) Dibuje en su cuadernillo el diagrama de fases del dióxido de carbono. Indique en el diagrama las zonas que corresponden a cada fase, los equilibrios de fases y los valores mostrados en la tabla anterior.
- b. (1,0 p) Indique el tipo de sólido cristalino que forma el dióxido de carbono al solidificarse e identifique las fuerzas de atracción que presenta la sustancia en este estado de agregación ¿El dióxido de carbono en el estado sólido es más o menos denso que en el estado líquido?

- c. (3,5 p) Represente la curva de calentamiento del dióxido de carbono a una presión de 1 atm desde una temperatura de $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y calcule el calor involucrado en todo el proceso. Considere que tiene una masa de 66 g de CO_2 .
- d. (1,5 p) Un cilindro contiene 1 mol de CO_2 a una presión de 50 atm y una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y es sometido a los siguientes procesos de manera consecutiva:
- Proceso 1: a presión constante la temperatura disminuye hasta $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Proceso 2: a temperatura constante la presión se reduce a 380 mmHg.
- Identifique cada uno de los estados de agregación por los que pasa el CO_2 en los distintos procesos.
- e. (1,0 p) Un equipo que se usa con frecuencia en la actualidad para enfriar rápidamente los alimentos es el abatidor. La manera de lograr el congelamiento rápido origina cristales de hielo muy pequeños, a diferencia de los congeladores tradicionales que forman cristales grandes que terminan por romper los tejidos. Los circuitos electrónicos de estos equipos usan diodos como reguladores de voltaje, los cuales están contruidos empleando las "uniones p-n" que consisten de un semiconductor de tipo p y uno de tipo n, de allí su nombre. Si se desea obtener un **semiconductor de tipo n** a partir del silicio (Si, grupo 14 o 4 A), indique con cuál de los siguientes elementos: Sb (grupo 15 o 5 A), B (grupo 13 o 3 A) o Ga (grupo 13 o 3 A) debe hacerse el dopaje y explique cómo este proceso mejora la conductividad del material.
- f. (1,0 p) Algunos de los saborizantes populares en la coctelería son los de menta y uva debido a sus sabores frescos y versátiles. Dos ejemplos de sustancias químicas usadas como saborizantes son el antranilato de alilo y el acetato de mentilo:



Antranilato de alilo ($\text{C}_{10}\text{H}_{11}\text{NO}_2$)

Sabor a uva



Acetato de mentilo ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_2$)

Sabor a menta

Uno de los participantes de Master Chef desea preparar un cóctel y debe seleccionar uno de los dos saborizantes mencionados anteriormente. Sugiera cuál utilizaría si se sabe que el compuesto menos volátil tiende a permanecer más tiempo en el producto final, resultando en un sabor más intenso y duradero.

PREGUNTA 2 (10 puntos)

La cocina molecular es una rama de la gastronomía que aplica principios científicos y técnicas avanzadas para crear platos innovadores y sorprendentes. El bicarbonato de sodio (NaHCO_3) es un compuesto químico versátil que se utiliza en varios contextos dentro de la cocina molecular.

Agente Leudante:

El bicarbonato de sodio es un agente leudante que se utiliza para producir dióxido de carbono (CO_2) cuando se mezcla con un ácido. Este gas forma burbujas que hacen que las masas y mezclas se expandan, aportando esponjosidad a productos como waffles, brownies y bizcochos. La concentración de bicarbonato de sodio como agente leudante en recetas de cocina varía según el tipo de producto que se desea preparar. Según uno de los restaurantes más reconocidos a nivel mundial en el ámbito de la cocina molecular, MakePeru SAC, se recomiendan las siguientes concentraciones:

Waffles	Brownies	Bizcochos
$5 \times 10^{-3} \% \text{ en masa}$	$2 \times 10^{-2} \text{ ppm}$	$2,8 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

- a. (3,5p) En la cocina molecular, la precisión en las concentraciones de bicarbonato de sodio es clave para lograr buenos resultados, evitando sabores no deseados o texturas incorrectas. El director del programa MasterChef contrata a un estudiante de la PUCP para verificar si las cantidades de bicarbonato de sodio y agua usadas en el programa son correctas. A continuación, se muestran las preparaciones de las soluciones acuosas de bicarbonato de sodio que se usarán en el programa para cada producto.
- Waffles: Media cucharada de bicarbonato de sodio disuelta en agua. El volumen final de la solución es de 200 mL y la densidad de solución es de 1,02 g/mL
 - Brownies: Un tercio de cucharada de bicarbonato de sodio mezclado con 200 g de agua.
 - Bizcochos: 82,32 mg de bicarbonato de sodio disueltos en suficiente agua para tener 350 mL de solución.

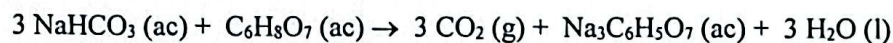
Considere que una cucharada de bicarbonato de sodio equivale a 32,6 g aproximadamente. Determine qué soluciones de bicarbonato de sodio cumplen con las recomendaciones del restaurant MakePeru SAC.

Control de alcalinidad

El exceso de NaHCO_3 en un producto alimentario puede dar un sabor amargo y hacer que la mezcla tenga un color amarillento. Una solución al problema es añadir ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) para neutralizar el exceso de alcalinidad y ajustarla hacia un nivel más neutro según sea necesario. Para la preparación de bizcocho se usa jugo de limón el cual contiene ácido cítrico que sirve para neutralizar el exceso de bicarbonato. Para ello se cuenta con las siguientes soluciones:

Solución 1	Solución 2	Solución 3
Concentración de ácido cítrico: $[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7]: 2 \text{ mol/L}$ Volumen de la solución: $V: 500 \text{ mL}$	Masa de solución: $m_{\text{solución}}: 600 \text{ g}$ Concentración de ácido cítrico: $20 \% \text{ en masa}$ Densidad de la solución: $d_{\text{solución}}: 1,0 \text{ g/mL}$	Volumen de solución: $V_{\text{solución}}: 200 \text{ mL}$ Concentración de ácido cítrico: $30\% \text{ en masa}$ Densidad de la solución: $d_{\text{solución}}: 1,07 \text{ g/mL}$

- b. (2,5 p) Determine la molaridad de $C_6H_8O_7$ al mezclar las tres soluciones. (considere volúmenes aditivos).
- c. (1,5 p) Determine hasta qué volumen se debe diluir la mezcla preparada en b para que su concentración final sea 0,015 mol/L. Se desea preparar botellas de 25 mL de solución con una concentración 0,015 mol/L de $C_6H_8O_7$ ¿cuántas botellas se podrán preparar?
- d. (2,5 p) El contenido de una de las botellas de 25 mL de ácido cítrico, $C_6H_8O_7$, 0,015 mol/L se mezcla con 50 mL de una solución 0,03 mol/L de bicarbonato de sodio, $NaHCO_3$. La reacción que ocurre es la siguiente:



Si el rendimiento de la reacción es 93 % determine el volumen de CO_2 producido considerando que la presión es 1 atm y la temperatura 25 °C.

Datos

Elemento	H	C	N	O	Na
Masa atómica promedio (uma)	1	12	14	16	23
Z	1	6	7	8	11

$$K = ^\circ C + 273$$

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr} = 1 \text{ atm}$$

$$q = m c \Delta T$$

$$P V = n R T$$

San Miguel, 19 de junio de 2024

Año 2024 Número 0633
Código de alumno

✓ Práctica

Rojas Adrianzen Rubén Eduardo
Apellidos y nombres del alumno (letra imprenta)

[Firma]
Firma del alumno

Curso: Química I

Práctica N°: 4

Horario de práctica: A101

Fecha: 19 / 6 / 24

Nombre del profesor: Y. Hernández

Nota
19
Número entero

[Firma]
Firma del jefe de práctica
Nombre y apellido: CVRD
(iniciales)

INDICACIONES

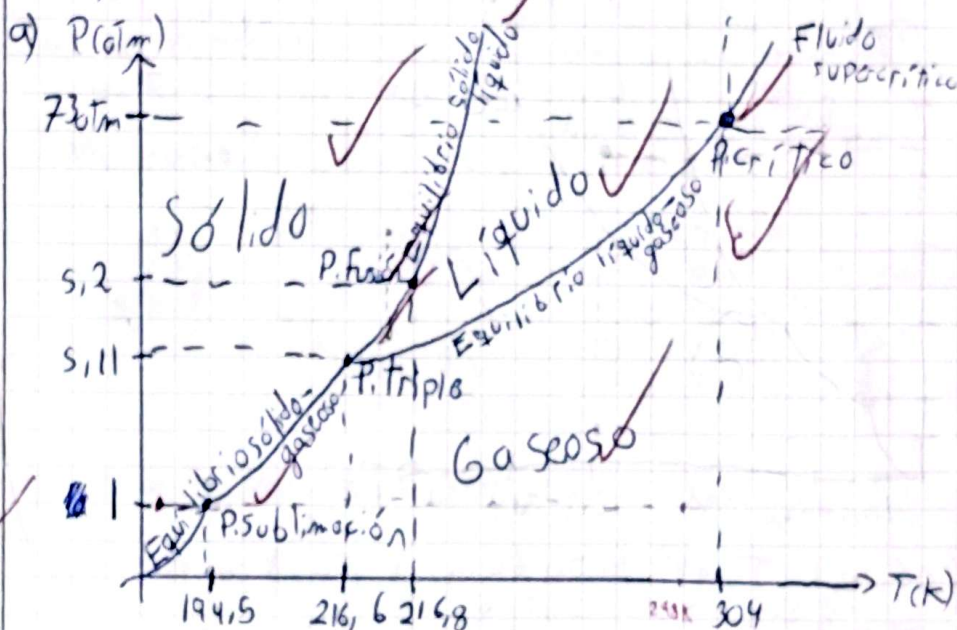
1. Llene todos los datos que se solicitan en la carátula, tanto los personales como los del curso.
2. Utilice las zonas señaladas del cuadernillo para presentar su trabajo en limpio. Queda terminantemente prohibido el uso de hojas sueltas.
3. Presente su trabajo final con la mayor claridad posible. No desglose ninguna hoja de este cuadernillo. Indique de una manera adecuada si desea que no se tome en cuenta alguna parte de su desarrollo.
4. Presente su trabajo final con la mayor pulcritud posible. Esto incluye lo siguiente:
 - redacción, claridad de expresión, corrección gramatical, ortografía y puntuación en su desarrollo;
 - escribir con letra legible, dejando márgenes y espacios que permitan una lectura fácil;
 - evitar borrones, manchas o roturas;
 - no usar corrector líquido;
 - realizar los dibujos, gráficos o cuadros requeridos con la mayor exactitud y definición posibles.
5. No seguir estas indicaciones influirá negativamente en su calificación.

Presente aquí su trabajo

Zona exclusiva para cálculos y desarrollos (borrador)

Pregunta 1:

Diagrama de Fases (CO_2)



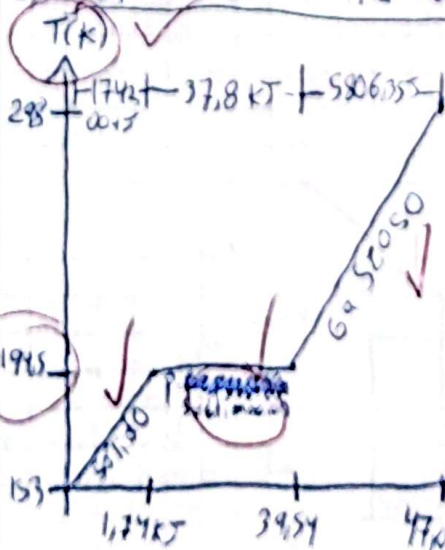
b) CO_2 en estado sólido es un sólido molecular, pues es apolar.

$\text{O}=\text{C}=\text{O} \rightarrow$ solo presenta fuerzas de dispersión de London.

Es más denso que en estado líquido. Como se aprecia en la gráfica, si partimos del estado líquido y aumentamos la presión, a temperatura constante, este se volvería sólido.

A mayor presión menor volumen; densidad = $\frac{m}{V}$ = a menor volumen, más denso.

c) Curva de calentamiento (CO_2) $m = 66\text{g} = 1,5\text{mol}$



$q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$ (41,5 K)

Sólido: $q_s = 66\text{g} \cdot 0,626 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \cdot \Delta T$

$q_s = 1742,004 \text{ J}$

$\Delta H_{\text{subl}} = -\Delta H_{\text{depo}} = 25,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

$q_L = 25,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot 1,5 \text{ mol} = 37,8 \text{ kJ}$

gas: $q_g = 66\text{g} \cdot 0,850 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \cdot \Delta T$

$q_g = 5806,35 \text{ J}$

$q_T = 47,04 \text{ kJ}$

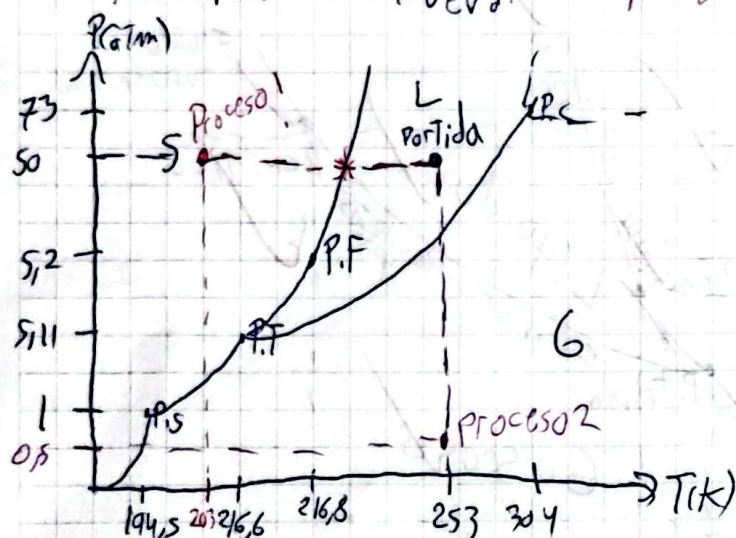
35
37
mas orden

Presente aquí su trabajo

Zona exclusiva para cálculos y desarrollos (borrador)

d) $1 \text{ mol CO}_2; 50 \text{ atm} = P$ y $253 \text{ K} = T$

Gráficos de fase



$380 \text{ mm Hg} \cdot 1 \text{ atm} = 0,5 \text{ atm}$
 760 mm Hg

$-70 + 273 = 203 \text{ K}$

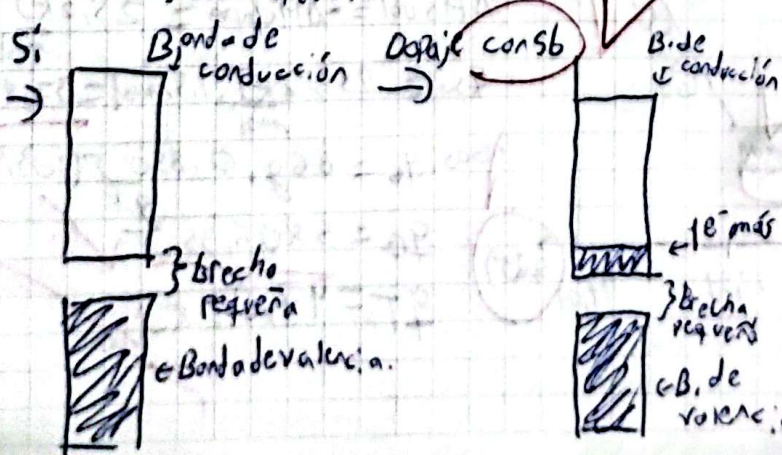
Proceso 1: Temperatura baja a 203 K con presión constante.

Como se ve en la gráfica, el CO_2 empieza en estado sólido, tras bajar su T a 203 K , este pasa por una solidificación y finalmente a 203 K se vuelve sólido.

Proceso 2: Temperatura constante, presión baja a $0,5 \text{ atm}$.

El CO_2 empieza en esta líquido pero bajando la presión se evapora y a $0,5 \text{ atm}$ está en estado gaseoso.

e) Si: Como es grupo 4A, presenta 4 electrones de valencia, se busca un semiconductor de tipo n, es decir, se necesita realizar un dopaje negativo, para esto, debemos usar un elemento que posea 5 electrones más de valencia. En este caso el Sb (Grupo 5A) posee 5 de valencia, más que el Si, por lo que sería el ideal para el proceso. El Ga (3A) posee 3 menos, por lo que formarían un semiconductor tipo p.



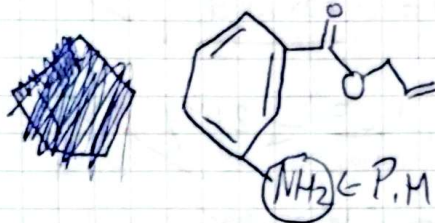
Es mejor la conductividad ya que agrega 5 e- permanente a la banda de conducción, banda que según la teoría de bandas, se encarga de conducir la electricidad.

Presente aquí su trabajo

Zona exclusiva para
cálculos y desarrollos
(borrador)

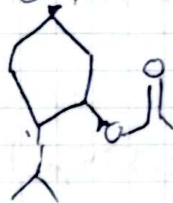
f) Pide el compuesto menos volátil, es decir,
el compuesto con mayor cantidad de fuerzas
intermoleculares, ya que estos, a más cantidad
presentes, mantienen unidas a las moléculas y
reducen su volatilidad.

Antitrilito de alilo: ($C_{10}H_{11}NO_2$)



presenta:
- Fuerzas de dispersión de London
- Dipolo - Dipolo
- Puentes de hidrógeno

Acetato de mentilo ($C_{12}H_{22}O_2$)



Presenta:
- Fuerzas de London
- Dipolo - Dipolo

Como se aprecia en la estructura, el
antitrilito de alilo presenta 1 fuerza más que el
acetato de mentilo (puentes de hidrógeno) por ende, debe
usar para obtener un sabor a uva.

Pregunta 2:

d. Wafles: se usa $\frac{1}{2}$ cucharada de $NaHCO_3 = \frac{32,6g}{2} = 16,3g$
 $\rightarrow V_F = 200mL \cdot \frac{1,02g}{mL} = 204g$ < masa de solución

$$M\% = \frac{m_{sol}}{m_{sol} + m_{liq}} = \frac{16,3g}{204g} = 7,99\% \rightarrow 7,99\% \neq 5 \cdot 10^{-3}\%$$

Brownies: $\frac{1}{3}$ cucharada = $\frac{32,6g}{3} = 10,87g$ ✓

agua = 200g ~~ppm = 200g~~

$$m_{solución} = 210,87g \rightarrow \frac{10,87g}{210,87g} \cdot 10^6 ppm = 51548,35 ppm \neq 2 \cdot 10^2 ppm$$

Bizcochos: $82,32mg \cdot \frac{1g}{1000mg} = 0,08232g$ $\cdot \frac{1mol}{84g} = 9,8 \cdot 10^{-4}mol$

$$V_{sol} = 350mL \cdot \frac{1L}{1000mL} = 0,35L \rightarrow M = \frac{9,8 \cdot 10^{-4}mol}{0,35L} = 2,8 \cdot 10^{-3} \frac{mol}{L}$$

sólo la solución para los bizcochos cumple.

3,5

Presente aquí su trabajo

Zona exclusiva para cálculos y desarrollos (borrador)

b) $S_1: \frac{C_6H_8O_7, m.m = 192g/mol}{2 \frac{mol}{L} \cdot 500 \frac{mL}{L}} = 1 \text{ mol}, V = 500 \text{ mL}$

$S_2: m_{sol} = 600 \text{ g} \cdot \frac{1 \frac{mL}{g}}{1} = 600 \text{ mL}, V_{sol} = 600 \text{ mL}$
 $M\% = 20\% \rightarrow 600 \text{ g} \cdot 20\% = 120 \text{ g} \rightarrow \text{masa de } C_6H_8O_7$
 $\rightarrow 120 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{192 \text{ g}} = 0,625 \text{ mol}$

$S_3: V_{sol} = 200 \text{ mL} \rightarrow 200 \text{ mL} \cdot \frac{1,07 \text{ g}}{\text{mL}} = 214 \text{ g} \rightarrow m_{sol}$
 $\rightarrow 214 \text{ g} \cdot 30\% = 64,2 \text{ g} \rightarrow \text{masa de } C_6H_8O_7$
 $\rightarrow 64,2 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{192 \text{ g}} = 0,334 \text{ mol}$

Molaridad de mezclar las 3 soluciones:

$$m_T = 1 \text{ mol} + 0,625 \text{ mol} + 0,334 \text{ mol} = 1,959 \text{ mol}$$

$$V_T = 500 \text{ mL} + 600 \text{ mL} + 200 \text{ mL} = 1300 \text{ mL}$$

$$\bar{M} = \frac{1,959 \text{ mol}}{1300 \text{ mL}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 1,5069 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

c) $\bar{M}_1 \cdot V_1 = \bar{M}_2 \cdot V_2$ el volumen inicial es

$$1,5069 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 1 \text{ L} = 0,015 \text{ mol} \cdot V_2$$

$$\frac{1,5069 \text{ L}}{0,015} = V_2$$

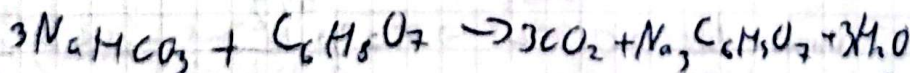
$$100,46 \text{ L} = V_2 \rightarrow \text{se debe diluir hasta los } 100,46 \text{ L}$$

$$100,46 \text{ L} \cdot \frac{160 \text{ botella}}{25 \text{ mL}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 4018,4$$

Se podrán preparar 4018 botellas

d) $25 \text{ mL} \cdot 0,015 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 3,75 \cdot 10^{-4} \text{ mol } C_6H_8O_7$

$$150 \text{ mL} \cdot 0,03 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol } NaHCO_3$$



$$\rightarrow 3,75 \cdot 10^{-4} \text{ mol } C_6H_8O_7 \cdot \frac{3 \text{ mol } NaHCO_3}{1 \text{ mol } C_6H_8O_7} = 1,125 \cdot 10^{-3} \text{ mol } NaHCO_3$$

se necesitan menos de los que hay

Presente aquí su trabajo

Zona exclusiva para
cálculos y desarrollos
(borrador)

Reactivo limitante; $C_6H_8O_2$ ✓

Reactivo excedente; $NaHCO_3$ ✓

$$\rightarrow 3,75 \cdot 10^{-4} \text{ mol } C_6H_8O_2 \cdot \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_6H_8O_2} \cdot 93\% = 1,046 \cdot 10^{-3} \text{ mol } CO_2$$

$$\rightarrow P = 1 \text{ atm}, T = 298 \text{ K}, n = 1,046 \cdot 10^{-3}$$

$$1 \text{ atm}, V = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 1,046 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 298 \text{ K}$$

$$V = 0,082 \cdot 1,046 \cdot 10^{-3} \cdot 298 \text{ L}$$

$$V = 0,0256 \text{ L} \quad \checkmark$$

2,5