

Nombre: _____
 Cédula de Identidad: _____
 Liceo: _____
 Departamento: _____

XVII OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA - NIVEL 2

Planilla de corrección

1a	1b	1c	1d	1e	1f	2a	2b	2c	Total/100
2d	2e	2f	3a	3b	3c	3d	3e	3f	
3g	4a	4b	4c	4d	4e	5a	5b	5c	

QUÍMICA AMBIENTAL

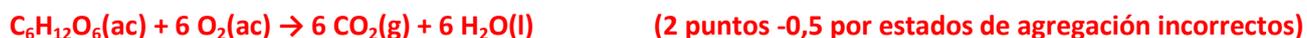
La Química Ambiental se dedica al estudio de los procesos fisicoquímicos que ocurren por la interacción de la tierra, el agua, el aire y los organismos vivos. Imagínate que te conviertes en un Químico especializado en Medio Ambiente, y como tal deberás resolver problemas relacionados con las fuentes, reacciones, efectos y destinos de las diversas especies químicas existentes en las aguas naturales, en el suelo y en la atmósfera.

PROBLEMA 1: QUÍMICA ACUÁTICA

(20 PUNTOS)

La rama de la Química Ambiental dedicada a los fenómenos químicos que ocurren en las aguas naturales es la llamada Química Acuática. Los sistemas que estudia incluyen lagos, ríos, mares, océanos e, incluso, los acuíferos subterráneos. Un aspecto fundamental del estudio de los sistemas acuáticos es el análisis de los gases disueltos. Estos gases regulan la existencia de vida marina. Piensa en el oxígeno, sin el cual los organismos aerobios, como los peces, no podrían sobrevivir.

a) El oxígeno molecular (O₂) disuelto en las aguas naturales es utilizado por los organismos acuáticos para transformar la glucosa (C₆H₁₂O₆) en dióxido de carbono gaseoso y agua líquida. Escribe la ecuación igualada que representa a este proceso, indicando estados de agregación.



b) Tomas una muestra de 250 mL de un río. Si la solubilidad del O₂ es 8,32 mg/L, ¿cuántos mg de glucosa serán necesarios para consumir todo el O₂ de la muestra? ¿Cuántos mL de CO₂ se obtendrán como máximo si el gas se recoge a 25 °C y 1 atm? (4 puntos)

$$V = 250 \text{ mL} \rightarrow m_{\text{O}_2} = (8.32)(0.25) = 2.08 \text{ mg} \quad (0.5 \text{ punto})$$

$$n_{\text{O}_2} = (2.08 \times 10^{-3}) / (32) = 6.5 \times 10^{-5} \text{ mol} \quad (0.5 \text{ punto})$$

$n \text{ glucosa} = (6.5 \times 10^{-5})/6 = 1.08 \times 10^{-5} \text{ mol}$ (0.5 punto, no se penaliza doble con a)
 $m \text{ glucosa} = (1.08 \times 10^{-5}) 180 = 1.944 \times 10^{-3} \text{ g} \rightarrow 1.94 \text{ mg}$ (0.5 punto, no se penaliza doble con a)
 $n \text{ CO}_2 = 6.5 \times 10^{-5} \text{ mol}$ (1 punto, no se penaliza doble con a)
 $V \text{ CO}_2 = (6.5 \times 10^{-5} \text{ mol})(0.082)(298)/(1) = 1.58 \times 10^{-3} \text{ L} \rightarrow 1.58 \text{ mL}$ (1 punto, no se penaliza doble con a)

Masa de glucosa =

Volumen de CO₂ =

c) El CO₂ generado por los organismos acuáticos se disuelve parcialmente en el agua, con una solubilidad de $1,146 \times 10^{-5} \text{ mol}$ por litro, a 25 °C. Dado que es un óxido ácido, reacciona con el agua según:



Es por esto que algunos Químicos representan al CO₂ disuelto como "H₂CO₃". Demuestra que esto es incorrecto, calculando qué porcentaje del CO₂ disuelto se habrá convertido en H₂CO₃. Considera que en la solución saturada de CO₂ la concentración de H₂CO₃ es $1,420 \times 10^{-6} \text{ g/L}$. (3 puntos)

PF (H₂CO₃) = 62 → $[\text{H}_2\text{CO}_3] = (1.42 \times 10^{-6})/(62) = 2.29 \times 10^{-8} \text{ M}$ (2 puntos)

% CO₂ convertido = $(2.29 \times 10^{-8}/1.146 \times 10^{-5}) 100 = 0.2 \%$ (1 punto)

Porcentaje de CO₂ convertido =

d) El ácido carbónico generado es capaz de neutralizar el carbonato de calcio subterráneo, disolviéndolo y contribuyendo a la formación de las cuevas que contienen piedra caliza, de acuerdo con:



Deseas reproducir esta reacción en el laboratorio, donde su rendimiento es 93 %. Si partes de 8 g de piedra caliza (CaCO₃ 85 % puro) y 80 mL de H₂CO₃ 0,01 mol/L, el volumen final resulta 83 mL. ¿Cuál será la concentración molar final de HCO₃⁻?

$V = 80 \text{ mL} \rightarrow n \text{ H}_2\text{CO}_3 = (0.080)(0.01) = 8 \times 10^{-4} \text{ mol}$ (0.5 punto) (4 puntos totales)

$m \text{ CaCO}_3 = (0.85)(8) = 6.8 \text{ g}$ (1 punto)

$n \text{ CaCO}_3 = (6.8)/100 = 0.068 \text{ mol} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \text{ R.L.}$ (1 punto)

$n \text{ HCO}_3^{-} = (8 \times 10^{-4}) (2) (0.93) = 1.49 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (1 punto)

$[\text{HCO}_3^{-}] = (1.49 \times 10^{-3})/(0.083) = 0,0179 \text{ M}$ (0.5 punto)

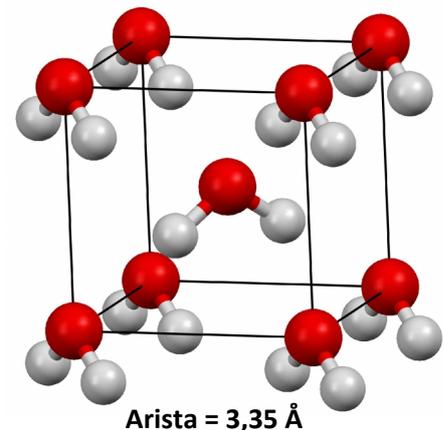
[HCO₃⁻] =

e) Cerca de los polos, donde la temperatura puede llegar a decenas de grados bajo cero, el agua se congela. Gracias a que el hielo es menos denso que el agua, flota, y aísla térmicamente al agua que queda por debajo. Esto evita que los ríos, lagos y mares polares se congelen totalmente, preservando la vida marina. Para demostrar que es menos denso decides determinar la densidad del hielo. Tomas un cubo de hielo de 2 cm de arista y lo colocas en un recipiente rígido y cerrado de 10 L. Fundes todo el hielo a 70 °C, obteniendo 5,48 mL de agua líquida ($d = 0,978 \text{ g/mL}$) y 0,31 atm de vapor de agua. ¿Cuál es la densidad del hielo?

$m \text{ agua líquida} = (5.48)(0.978) = 5.36 \text{ g}$	(0.5 punto)	(3 puntos totales)
$n \text{ agua gas} = (0.31)(10)/(0.082)(343) = 0.1102 \text{ mol}$	(0.5 punto)	
$m \text{ agua gas} = (0.1102)(18) = 1.98 \text{ g}$	(0.5 punto)	
$\text{masa agua total} = 5.36 + 1.98 = 7.34 \text{ g}$	(0.5 punto)	
$V \text{ cubo de hielo} = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ cm}^3 = 8 \text{ mL}$	(0.5 punto)	
$d \text{ hielo} = (7.34) / (8 \text{ mL}) = 0.918 \text{ g/mL}$	(0.5 punto)	
densidad del hielo =		

f) Ahora te preguntas qué pasaría si el agua sólida fuese más densa que su fase líquida. En estas condiciones, el hielo decantaría al fondo de los ríos, lagos y mares, permitiendo que el agua por encima se congele completamente. Toda la vida marina se vería obligada a emigrar o morir.

En la superficie de Titán, una de las lunas de Saturno, existen grandes lagos congelados de este estilo, formados por el hielo VII, más denso que el agua líquida. En la figura se muestra la celda unidad cúbica del mismo, en donde se aprecia una molécula de agua en el centro y 8 moléculas de agua en los vértices, compartidas por celdas unidad adyacentes en la red cristalina. En total, 2 moléculas de agua se encuentran dentro de la celda unidad.



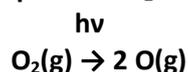
Calcula la densidad del hielo VII, y comprueba que es incluso más denso que el calcio ($d = 1,54 \text{ g/mL}$).

Datos: $N = 6,023 \times 10^{23} \text{ partículas/mol}$	$V_{\text{cubo}} = \text{arista}^3$	$1 \text{ Å} = 1 \times 10^{-10} \text{ m} = 1 \times 10^{-8} \text{ cm}$
$m \text{ agua} = (18 \times 2)/6.02 \times 10^{23} = 5.98 \times 10^{-23} \text{ g}$	(1 punto)	(4 puntos totales)
$V = (3.35 \times 10^{-8})^3 = 3.75 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$	(2 puntos)	
$d = 5.98 \times 10^{-23} / 3.75 \times 10^{-23} = 1.59 \text{ g/mL}$	(1 punto)	
densidad del hielo VII =		

PROBLEMA 2: QUÍMICA ATMOSFÉRICA**(20 PUNTOS)**

La atmósfera es la capa protectora que nutre la vida en la tierra, protegiéndola del ambiente hostil del espacio exterior. Los procesos químicos que se dan a nivel atmosférico permiten que existan especies químicas que contienen H, N, C y O, elementos que todos los seres vivos necesitamos para subsistir. Indudablemente, el oxígeno juega un rol esencial en la química atmosférica. De hecho, es quien da lugar al ozono, el agente protector más importante contra las intensas y dañinas radiaciones solares.

a) En la atmósfera superior, las moléculas de O₂ absorben cada una un fotón solar de energía $E = hv$. Esta energía se utiliza completamente para descomponer al O₂ en oxígeno atómico:



Sabiendo que la energía de enlace del O₂ es 498 kJ por mol de moléculas de O₂, ¿cuál será, aproximadamente, la longitud de onda en nm de cada fotón que se absorbe? **(3 puntos)**

Datos: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ $N = 6,023 \times 10^{23} \text{ partículas/mol}$ $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$ $\lambda = c/v$

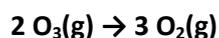
$$E \text{ por partícula} = 498 / 6.02 \times 10^{23} = 8.27 \times 10^{-22} \text{ kJ} = 8.27 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (1 \text{ punto})$$

$$E = hv \rightarrow 8.27 \times 10^{-19} \text{ J} = (6.63 \times 10^{-34}) v \rightarrow v = 1.25 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} \quad (1 \text{ punto})$$

$$\lambda = c/v = 3 \times 10^8 / 1.25 \times 10^{15} = 2.40 \times 10^{-7} \text{ m} = 240 \text{ nm} \quad (1 \text{ punto})$$

Longitud de onda =

b) Los átomos de oxígeno son muy reactivos, y reaccionan con el O₂ produciendo O₃. El nivel de ozono atmosférico es idealmente constante, ya que además de generarse a partir del oxígeno atómico, se descompone en la atmósfera según:



Marca cuál de las siguientes opciones es correcta en cada caso. **(4 puntos)**

Datos: Energía de enlace del O₂ = 498 kJ/mol

Energía de enlace (O...O) en el O₃ = 302 kJ/mol

Las moléculas de O₂ interactúan entre sí mediante:

- Fuerzas ion-dipolo
- Fuerzas dipolo-dipolo
- Fuerzas de London **X**
- Fuerzas dipolo-dipolo inducido
- Enlace de H

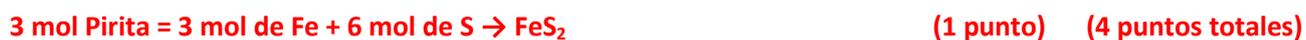
Aproximadamente, la variación de entalpía del proceso anterior (ΔH^0) vale:

- 196 kJ/mol
- +286 kJ/mol
- 286 kJ/mol **X**
- +196 kJ/mol

c) Debido a la acción de hombre, la atmósfera se ha ido contaminando con el pasar del tiempo. Es así que hoy en varias ciudades del mundo, como Londres, puede observarse un cielo grisáceo debido al "smog". Una parte del smog se genera por la quema de combustibles conteniendo pirita, según:

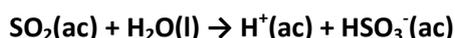


El óxido de hierro generado se suspende en el aire, reflejando la luz solar y oscureciendo el cielo. Sabiendo que 3 moles de pirita contienen sólo 3 moles de Fe y 6 moles de S, y que el "óxido de hierro" (masa molar = 231,55 g/mol) posee una composición de 72,4 % de Fe y 27,6 % de O, iguala la reacción anterior.



Reacción igualada:

d) El SO₂ generado por la reacción anterior es un contaminante gaseoso que asciende a la atmósfera, se disuelve en el agua de la atmósfera y reacciona donando H⁺ a la solución:



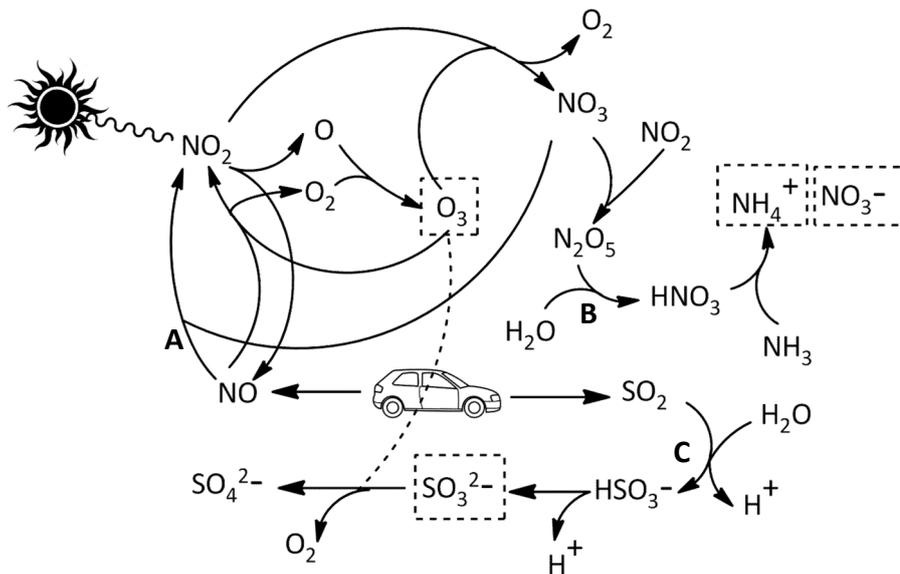
Esto provoca lo que conocemos como "lluvia ácida". Sabiendo que inicialmente hay disueltos 2,63 mg/L de SO₂, y que el mismo reacciona completamente, calcula el pH de la lluvia ácida y verifica que es menor que el de la lluvia normal (pH = 5,6).

Datos: pH = -log [H⁺] (2 pts)



pH de la lluvia ácida:

Un tipo de smog bastante frecuente es el "smog fotoquímico", que se puede observar en ciudades como Los Ángeles o México. Como te muestra la figura, es llamado así porque los rayos solares dan lugar a una serie de reacciones que producen especies tóxicas, como O, NO₂ ó SO₃²⁻, que envenenan a la atmósfera.



e) Los siguientes procesos, indicados en el esquema anterior, están relacionados con el "smog fotoquímico". Escribe la ecuación igualada de cada uno de ellos. El proceso C se muestra como ejemplo.

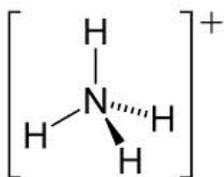
Proceso A: $\text{NO} + \text{NO}_3 \rightarrow 2 \text{NO}_2$ (1.5 punto) (3 puntos totales)

Proceso B: $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3$ (1.5 punto)

Proceso C: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$

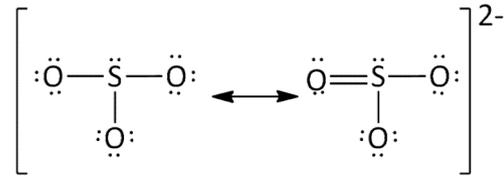
f) Dibuja la estructura de Lewis e indica la geometría molecular de los siguientes contaminantes. (4 ptos)

NH₄⁺:



TETRAÉDRICA

SO₃²⁻:



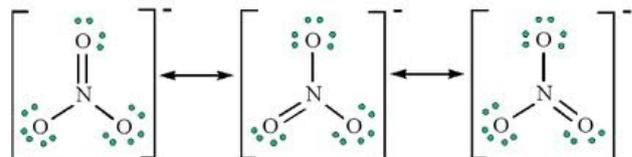
PIRÁMIDE TRIGONAL

O₃:



ANGULAR

NO₃⁻:



TRIGONAL PLANA

PROBLEMA 3: GEOQUÍMICA**(20 PUNTOS)**

La Geoquímica es la especialidad de la Química Ambiental que estudia la abundancia, distribución y migración de los elementos entre las diferentes partes que conforman la Tierra. Utiliza como datos principales las transformaciones de los minerales componentes de la corteza terrestre, con el propósito de establecer leyes o principios en las cuales se basa tal distribución.

Los elementos químicos más abundantes en la corteza terrestre son el oxígeno (46,6 %), el silicio (27,7 %), el aluminio (8,1 %), el hierro (5,0 %), el calcio (3,6 %), el sodio (2,8 %), el potasio (2,6 %) y el magnesio (2,1 %). Todos ellos se hallan formando parte de diversos minerales, los que tienen gran importancia no sólo por ser un recurso natural de gran jerarquía para la economía de un país, sino porque además contienen muchos de los elementos que resultan esenciales para la vida.

a) Para los siguientes minerales, indica nombre, fórmula, tipo de sólido (iónico, metálico, molecular o de red covalente) e iones que los componen. La primera fila ya está resuelta como ejemplo. (4 pts, 0,2 c/u)

Mineral	Nombre	Fórmula	Tipo de sólido	Catión	Anión
Halita	Cloruro de sodio	NaCl	Iónico	Na ⁺	Cl ⁻
Corindón	Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃	Iónico	Al ³⁺	O ²⁻
Galena	Sulfuro de plomo(II)	PbS	Iónico	Pb ²⁺	S ²⁻
Azufre	Azufre	S ₈	Molecular		
Fluorita	Fluoruro de calcio	CaF ₂	Iónico	Ca ²⁺	F ⁻
Cobre	Cobre	Cu	Metálico		
Cuarzo	Dióxido de silicio	SiO ₂	Red covalente		
Evaporitas	Cromato de calcio	CaCrO ₄	Iónico	Ca ²⁺	CrO ₄ ²⁻
	Perclorato de calcio	Ca(ClO ₄) ₂	Iónico	Ca ²⁺	ClO ₄ ⁻
	Iodato de calcio	Ca(IO ₃) ₂	Iónico	Ca ²⁺	IO ₃ ⁻

b) Las siguientes series contienen iones presentes en la corteza terrestre. Ordénalos por radio creciente. Indica asimismo la configuración electrónica del estado fundamental para el azufre y el ion Ni²⁺. (2 pts)

Br⁻ F⁻ Cl⁻ I⁻ : F⁻ < Cl⁻ < Br⁻ < I⁻

Na⁺ Mg²⁺ K⁺ Al³⁺ : Al³⁺ < Mg²⁺ < Na⁺ < K⁺

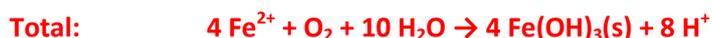
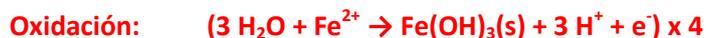
Configuración electrónica del azufre: S: 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁴

Configuración electrónica del ion Ni²⁺: Ni²⁺: 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 3d⁸

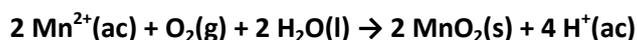
c) Un parámetro muy usado para estimar la estabilidad de un mineral iónico es su energía de red (U). U se define como la energía empleada para transformar un mol de sólido iónico en sus iones gaseosos. Tienes los siguientes minerales iónicos en el laboratorio: NaCl, Al₂O₃, KCl y CaF₂. Completa la siguiente tabla, indicando a cuál de estos minerales le corresponde el valor de energía de red. **(2 puntos)**

Mineral	U (kJ/mol)
NaCl	698
KCl	769
CaF ₂	2504
Al ₂ O ₃	15326

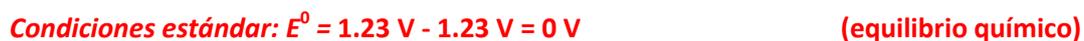
d) La corteza terrestre contiene una gran reserva de agua dulce que se extrae para riego y consumo humano. La permeabilidad de los minerales presentes determinan el grado en que el agua se traslada desde las fuentes subterráneas a los acuíferos. Debido a la contaminación de los suelos y las aguas, iones como el Fe²⁺ y el Mn²⁺ se acumulan en los acuíferos, son oxidados por el O₂ y dan lugar a fases sólidas que obstruyen la entrada agua a estos reservorios. Esto ha hecho que más y más acuíferos se sequen, y que el suministro de agua dulce sea cada vez menor. Iguala la reacción redox entre el Fe²⁺ y el O₂, sabiendo que el primero se oxida a Fe(OH)₃(s) y el segundo se reduce a agua líquida. Considera medio ácido. **(3 pts)**



e) En el caso del Mn²⁺ se forma MnO₂(s), de acuerdo con la ecuación siguiente:



En condiciones estándar y a 298 K, se ha determinado que $E^0(\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}) = 1,23 \text{ V}$ y $E^0(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}$. Sin embargo, estos potenciales cambian en las condiciones de las aguas subterráneas, donde sus valores son $E(\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}) = 0,742 \text{ V}$ y $E(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 0,848 \text{ V}$. Calcula el potencial de celda en ambos casos e indica si el proceso será espontáneo, no espontáneo o estará en equilibrio químico. **(2 puntos)**



$E(\text{condiciones estándar}) =$

$E(\text{aguas naturales}) =$

f) Si por cada semana se forman aproximadamente 10 g de MnO_2 en la entrada de un acuífero, ¿qué carga, en Coulomb, fue transferida? **(3 puntos)**

Datos: $F = 96500 \text{ C/mol}$

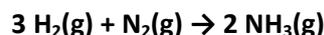
$$10 \text{ g MnO}_2 \rightarrow n \text{ MnO}_2 = 10/86.94 = 0.115 \text{ mol} \quad (1 \text{ punto})$$

$$2 \text{ H}_2\text{O} + \text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4 \text{ H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow n \text{ e}^- = 0.115 \times 2 = 0.23 \text{ mol} \quad (1 \text{ punto})$$

$$Q = (0.23 \text{ mol})(96500 \text{ C/mol}) = 22199 \text{ C} \quad (1 \text{ punto})$$

Carga transferida =

g) La corteza terrestre es esencial para la vida en la tierra. Brinda nutrientes a las plantas en formas químicas saludables y asimilables por sus raíces. Sin embargo, existen ciertos elementos químicos que deben presentarse de forma abundante en los suelos para que la producción vegetal sea satisfactoria. Dentro de ellos se encuentra el N, el cual puede administrarse eficazmente a través de fertilizantes. El amoníaco constituye la base para la producción de los fertilizantes nitrogenados, y la gran mayoría de las fábricas contienen instalaciones que lo sintetizan a través del proceso Haber:



Eres contratado como Químico a cargo de una planta de producción de amoníaco para fertilizantes. Para poner a punto el proceso anterior realizas varios experimentos. En uno de ellos colocas en un recipiente cerrado y rígido, a $200 \text{ }^\circ\text{C}$, $3,394 \text{ atm}$ de hidrógeno y $2,133 \text{ atm}$ de nitrógeno. Si se consume todo el reactivo limitante, ¿cuál sería la presión total del sistema? Recuerda que la presión total es la suma de las presiones parciales de todos los gases en el sistema. **(4 puntos)**



$$3.394 \quad 2.133 \quad 0$$

$$p_{\text{H}_2} \text{ a reacc. con N}_2 = 2.133 \times 3 = 6.399 \text{ atm} \rightarrow \text{H}_2 \text{ es R.L.} \rightarrow p_{\text{H}_2} \text{ al final} = 0 \text{ atm} \quad (1 \text{ punto})$$

$$p_{\text{N}_2} \text{ al final} = 2.133 - (3.394/3) = 1.002 \text{ atm} \quad (1 \text{ punto})$$

$$p_{\text{NH}_3} \text{ al final} = (3.394)(2)/(3) = 2.263 \text{ atm} \quad (1 \text{ punto})$$

$$p_{\text{total}} = 0 + 1.002 + 2.263 = 3.265 \text{ atm} \quad (1 \text{ punto})$$

Presión total = **3.265 atm**

PROBLEMA 4: QUÍMICA ANALÍTICA AMBIENTAL

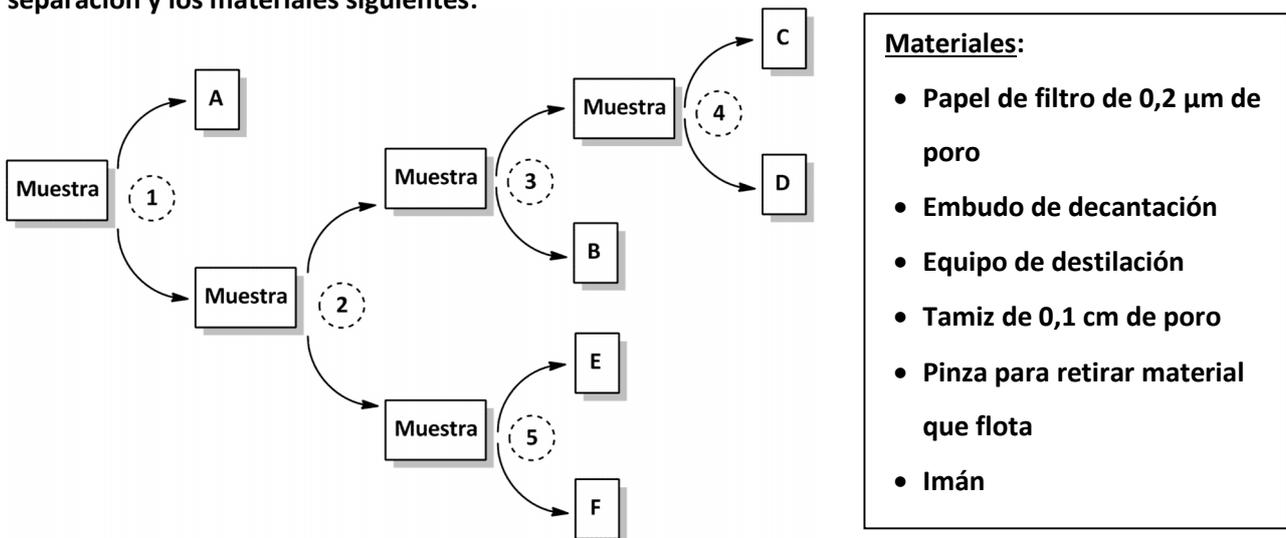
(20 PUNTOS)

Como experto en Medio Ambiente eres contratado por una empresa química para evaluar el impacto de la misma en un lago donde se vierten los efluentes de producción. Tomas una muestra del lago y te dispones a realizarle una serie de análisis para determinar su naturaleza y sus parámetros de calidad.

a) Llevas la muestra al laboratorio y observas que, además de agua, posee varios componentes relacionados con el medio del que se extrajo: arena y arcilla del suelo, corteza de los árboles que rodean el lago, partículas de hierro de las tuberías por donde se desechan los efluentes, y etanol, uno de los contaminantes vertidos. Logras recabar los siguientes datos:

Componente	Densidad (g/mL)	Tamaño de grano (cm)	Punto de ebullición (°C)
Arcilla	2,00	menor a 0,002	---
Arena	2,32	0,25	---
Corteza de árbol	0,70	mayor a 2,0	---
Agua	1,00	----	100
Partículas de hierro	7,60	0,30	---
Etanol	0,78	----	78,4

Utilizando esta información procedes a separar cada componente de la muestra. Utilizas el esquema de separación y los materiales siguientes:



Completa los siguientes cuadros, indicando cuáles son los componentes separados y qué método de separación de fases o fraccionamiento se utilizó en cada etapa. **(5 puntos, 0,5 por cada uno)**

	Componente
A	Corteza
B	Arcilla
C	Arena ó Fe
D	Arena ó Fe
E	Agua ó Etanol
F	Agua ó Etanol

	Método de separación o fraccionamiento
1	Flotación
2	Decantación ó Filtración
3	Tamizado
4	Imantación
5	Destilación ó extracción

b) Una parte importante del análisis químico ambiental es la identificación del tipo de vegetación que compone el ecosistema en estudio. Esto puede realizarse de forma aproximada mediante el porcentaje de carbono de la corteza, la cual es diferente para cada tipo de árbol: tropical (42-45 %), subtropical (45-50 %) y boreal (50-61 %). Tomas la corteza que separaste, la secas y pesas 10 g. La quemas completamente, obteniendo sólo tres productos: agua, N₂ y CO₂. Si obtienes 9,9 L de CO₂ a 1 atm y 273 K, ¿qué porcentaje de carbono posee la corteza? ¿Qué tipo de árboles rodean al lago: tropical, subtropical o boreal? (3 ptos)

$$n \text{ CO}_2 = (1)(9.9)/(0.082)(273) = 0.442 \text{ mol} \quad (1 \text{ punto})$$

$$n \text{ CO}_2 = n \text{ carbono} = 0.442 \text{ mol} \rightarrow m \text{ carbono} = (0.442)(12) = 5.31 \text{ g} \quad (1 \text{ punto})$$

$$\% \text{ C} = (5.31) \times 100 / (10) = 53,1 \% \rightarrow \text{Boreal} \quad (1 \text{ punto})$$

% C =

Tipo de árbol =

c) Deseas identificar a la arcilla que separaste de la muestra. En base a criterios físicos y químicos reduces tu lista de posibilidades a Nepouita (Ni₃Si₂O₅(OH)₄) ó Cariopilita (Mn₃Si₂O₅(OH)₄). Tomas 5 g de arcilla seca y la disuelves en ácido fluorhídrico. Agregas un exceso de ion S²⁻ para precipitar como sulfuro todo el metal +2 de la arcilla. Si obtienes 3,578 g de sulfuro, ¿cuál es la arcilla? (4 puntos)

$$5 \text{ g Cariopilita (PF = 369)} \rightarrow n = 1.36 \times 10^{-2} \text{ mol} \rightarrow n \text{ Mn} = 4.07 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\rightarrow n \text{ MnS} = 4.07 \times 10^{-2} \text{ mol} \rightarrow m \text{ MnS (PF = 86.9)} = 3.532 \text{ g}$$

$$5 \text{ g Nepouita (PF = 380.3)} \rightarrow n = 1.31 \times 10^{-2} \text{ mol} \rightarrow n \text{ Ni} = 3.94 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\rightarrow n \text{ NiS} = 3.94 \times 10^{-2} \text{ mol} \rightarrow m \text{ NiS (PF = 90.7)} = 3.578 \text{ g} \rightarrow \text{La arcilla es Nepouita}$$

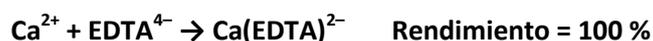
Tipo de arcilla =

Procedes a analizar el agua del lago que lograste separar de la muestra. Le harás varios análisis para saber si se encuentra dentro del rango apto para consumo humano.

d) Un parámetro importante a controlar del agua es su dureza, es decir, el nivel de sales minerales que contiene, principalmente sales de calcio. Existen distintos tipos de agua dura, y se clasifican de acuerdo con su concentración de Ca²⁺, expresada como mg por litro de CaCO₃:

Tipo de agua	[CaCO ₃] en mg/L
Agua blanda	menor a 17
Agua levemente dura	17 - 60
Agua moderadamente dura	60 - 120
Agua dura	120 - 180
Agua muy dura	mayor a 180

Para estimar la dureza del agua del lago, haces una toma de 5,00 mL y la haces reaccionar completamente con una solución $1,0 \times 10^{-3}$ mol/L de EDTA, según la siguiente ecuación:



Si necesitaste 7,50 mL de la solución de EDTA, ¿qué tipo de agua se extrajo del lago? **(4 puntos)**

$$n \text{ EDTA} = (7.50 \times 10^{-3})(1.0 \times 10^{-3}) = 7.50 \times 10^{-6} \text{ mol} \rightarrow n \text{ Ca}^{2+} = 7.50 \times 10^{-6} \text{ mol} \quad (1 \text{ punto})$$

$$m \text{ CaCO}_3 = (7.50 \times 10^{-6} \text{ mol})(100) = 7.50 \times 10^{-4} \text{ g} = 0.750 \text{ mg} \quad (2 \text{ puntos})$$

$$[\text{Ca}] = (0.750 \text{ mg})/(5 \times 10^{-3} \text{ L}) = 150 \text{ mg/L} \rightarrow \text{agua dura} \quad (1 \text{ punto})$$

Tipo de agua =

e) La titulación anterior se debe realizar a pH = 12, para que no interfiera el ion Mg^{2+} . Para esto ajustaste el pH con una solución de NaOH 0,1 mol/L. Si preparaste 250 mL de esta solución, ¿qué volumen de NaOH 34,03 % (d = 1,370 g/mL) debiste tomar? **(4 puntos)**

$$n \text{ NaOH} = (0.1)(250 \times 10^{-3}) = 2.50 \times 10^{-2} \text{ mol} \rightarrow m \text{ NaOH} = (2.50 \times 10^{-2} \text{ mol})(40) = 1 \text{ g} \quad (2 \text{ puntos})$$

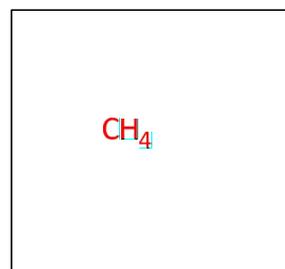
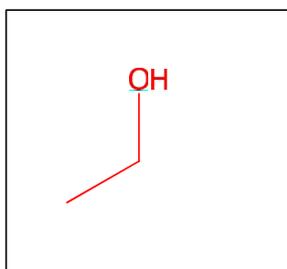
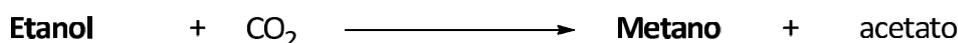
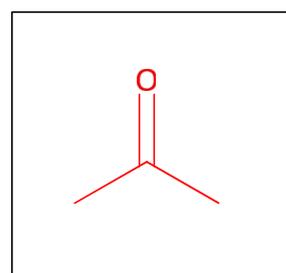
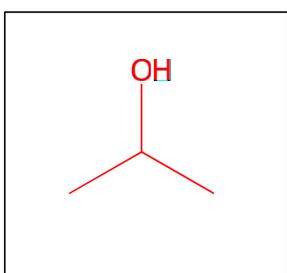
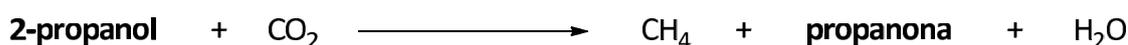
$$m \text{ Sol} = (1)(100)/(34.03) = 2.94 \text{ g} \quad (1 \text{ punto})$$

$$V = (2.94)/(1.370) = 2.15 \text{ mL} \quad (1 \text{ punto})$$

Volumen de toma =

Los contaminantes orgánicos se pierden en la atmósfera mediante numerosas rutas. Algunas incluyen disolución en la precipitación (lluvia ácida), deposición seca, reacciones fotoquímicas, etc. La contribución de compuestos orgánicos en la atmósfera proviene mayoritariamente de fuentes naturales; sólo 1/7 del total de los hidrocarburos presentes en la atmósfera provienen de actividades humanas. Esta relación es resultado, fundamentalmente, de las grandes cantidades de metano producido por las bacterias anaerobias en la descomposición de la materia orgánica.

a) Algunas de las reacciones que involucran a las bacterias anaerobias se muestran a continuación. Formula, según las reglas IUPAC, los compuestos indicados en la figura. **(2 puntos cada uno)**

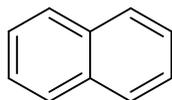


El petróleo suele ser uno de los problemas más importantes en cuanto a contaminación, sobre todo acuática, ya que muchas de las reservas de petróleo se encuentran en plataformas marítimas. El petróleo es una mezcla homogénea de compuestos orgánicos de origen fósil, compuesta fundamentalmente por hidrocarburos insolubles en agua. El producto mayoritario del petróleo es la gasolina, siendo sus componentes los principales contaminantes hidrocarbonados presentes en la atmósfera.

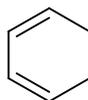
La combustión de la gasolina en los vehículos muchas veces suele ser incompleta, lo que provoca residuos hidrocarbonados como alcanos, alquenos y compuestos aromáticos. El conjunto de estos compuestos es lo que provoca lo que conocemos como polución.

Tu laboratorio recibe los resultados de estudios de contaminantes en el aire de una de las esquinas de la ciudad de Montevideo. Los analistas llegan a las estructuras de seis compuestos pero no logran identificar a cada uno de ellos como alcano, alqueno o aromático.

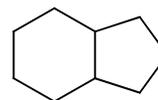
b) Identifica a cada uno de los siguientes compuestos como alcano, alqueno o aromático. (6 puntos)



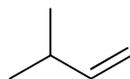
Aromatico



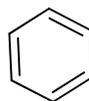
Alqueno



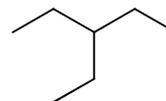
Alcano



Alqueno



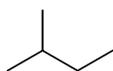
Aromático



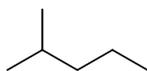
Alcano

La fracción más volátil del petróleo se conoce como éter de petróleo, siendo la composición del mismo una mezcla inflamable de varios hidrocarburos. La misma se utiliza diariamente como disolvente en los laboratorios de síntesis orgánica y en industrias farmacéuticas para la fabricación de fármacos. En dichas industrias es fundamental la completa eliminación del mismo en el producto final (fármaco terminado), debido a que es tóxico.

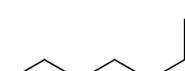
Te llega una muestra de un fármaco terminado, cuya fabricación incluye éter de petróleo como disolvente. Luego de los distintos análisis encuentras que la muestra contiene los siguientes compuestos:



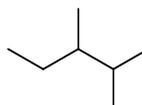
I



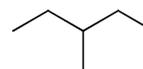
II



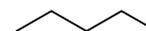
III



IV



V



VI

c) Indica cuál de ellos son isómeros entre sí y de qué tipo de isomería se trata (cadena, posición o función).

I y VI isómeros de cadena

II y V isómeros de posición

III y IV isómeros de cadena

2 puntos cada uno

Constante de los gases ideales: $R = 0,082 \text{ L atm}/(\text{mol K}) = 8,31 \text{ J}/(\text{mol K}) = 2 \times 10^{-3} \text{ kcal}/(\text{mol K})$

Constante de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Velocidad de la luz: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Constante de Avogadro: $N = 6,023 \times 10^{23} \text{ partículas/mol}$

Constante de Faraday: $F = 96500 \text{ C/mol}$

$1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-10} \text{ m} = 1 \times 10^{-8} \text{ cm}$

$1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$

$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$

$V_{\text{cubo}} = \text{arista}^3$

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc -	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -							

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm -	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97
89 Ac -	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -