



35ª OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
22 DE OCTUBRE DE 2025
CERTAMEN NACIONAL – NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

Utiliza la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios. En todos los casos, puedes considerar que los gases se comportan idealmente.

Datos útiles:

Número de Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Densidad: $\rho = m/V$

Ecuación de gases ideales: $p V = n R T$

Constante de los gases: $R = 0,082 \text{ atm L / (K mol)}$

$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,15 \text{ K}$

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

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

$1 \text{ mM} = 1 \times 10^{-3} \text{ M}$

$1 \mu\text{M} = 1 \times 10^{-6} \text{ M}$

Entre el 22 de julio y el 10 de agosto de este año, un grupo de científicos argentinos del CONICET junto a la empresa Schmidt Ocean Institute llevaron a cabo la expedición “Oasis Submarinos del Cañón de Mar del Plata”. Embarcados en el barco “*Falkor (too)*”, exploraron una región subacuática a aproximadamente 300 km de las costas de la ciudad de Mar del Plata. El vehículo-robot, llamado SuBastian, les permitió a los científicos analizar y recolectar animales, sedimento y muestras de agua de mar a profundidades de hasta 4000 metros. La expedición fue transmitida en vivo y narrada por los propios científicos, convirtiéndose en un éxito de las vacaciones de invierno, especialmente entre niños y aficionados de la naturaleza y la ciencia en general. Inspirados por esta expedición, en este examen exploraremos el fondo del mar a través de la química.

Ejercicio 1 (5 puntos)

La superficie terrestre cubre 510 millones de km^2 , de los cuales el 71% corresponden a la superficie oceánica.

- a) Considerando una profundidad media de 3680 m, calcula el volumen total de agua de mar en el planeta, en km^3 . No es necesario que muestres tus cálculos, sólo escribir el resultado a continuación. **2 puntos parciales**

Volumen total de agua de mar: 1,33×10⁹ km^3



35ª Olimpiada Argentina de Química
CERTAMEN NACIONAL
NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

- b) Suponiendo que la concentración media de cloruro de sodio en el mar es de 600 mM, calcula la masa de sal disuelta en la totalidad de los océanos, expresada en toneladas. Si no pudiste contestar el ítem a), considera que el volumen total es de $1,50 \times 10^9 \text{ km}^3$. Muestra tus cálculos en el siguiente recuadro. **3 puntos parciales**

$$600 \text{ mM} = 0,600 \text{ mol} / \text{dm}^3 \times 58,44 \text{ g/mol} \times (10 \text{ dm}/1 \text{ m})^3 \times (1000 \text{ m}/1 \text{ km})^3 \times 1 \text{ kg}/1000\text{g} \times 1 \text{ Ton} / 1000 \text{ kg} = 3,51 \times 10^7 \text{ Ton}/\text{km}^3$$

0,5 punto parcial por cada conversión bien hecha (mM a M, mol a g, g a Ton, dm^3 a km^3)

$$\text{En } 1,33 \times 10^9 \text{ km}^3 = 4,66 \times 10^{16} \text{ Ton} \quad \text{1 punto parcial}$$

Con dato alternativo:

$$5,27 \times 10^{16} \text{ Ton}$$

Toneladas de NaCl: _____ **$4,66 \times 10^{16}$** _____ Ton

Ejercicio 2 (4 puntos)

Un investigador recibe muestras de agua de mar tomadas a distintas profundidades por científicos alrededor del mundo. Las muestras tienen los siguientes rótulos:

Muestra A) AlCl_3 0,30 M

Muestra B) NaCl 1,75 % m/V

Muestra C) NaCl 0,40 M y MgCl_2 0,10 M

Muestra D) CaCl_2 5,5 % m/m, $\rho = 1,05 \text{ g/mL}$

Ayuda al investigador a ordenar estas muestras por concentración molar creciente de anión cloruro. No es necesario que muestres tus cálculos, sólo escribir el orden correcto a continuación: **- 1 punto parcial por cada inversión**

Muestra **B** < Muestra **C** < Muestra **A** < Muestra **D**

Ejercicio 3 (6 puntos)

La salinidad del agua de mar es un parámetro que indica la cantidad de sales que se encuentran disueltas en una determinada porción de agua. Para informar este valor, en oceanografía se suelen usar unidades especiales llamadas “unidades prácticas de salinidad” o PSU. Las PSU representan los gramos de sal disueltos en 1 kg de solución.

Sabiendo que en una determinada región del océano la salinidad del agua es de 38 PSU, tomando una densidad de 1,03 g/mL y considerando que el soluto es principalmente cloruro de sodio, ($M = 58,5 \text{ g/mol}$) estima:



35ª Olimpiada Argentina de Química
CERTAMEN NACIONAL
NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

- a) Los gramos de sal presentes en medio litro de agua de mar. Marca con una cruz la respuesta correcta. **2 puntos parciales**

19,00 g 38,00 g 19,57 g 36,89 g

- b) La concentración molar. Marca con una cruz la respuesta correcta. **2 puntos parciales**

0,599 0,649 0,669 0,675

- c) La concentración molal. Marca con una cruz la respuesta correcta. **2 puntos parciales**

0,599 0,649 0,669 0,675

Ejercicio 4 (5 puntos)

Además de cloruro y sodio, en el mar pueden encontrarse otros iones disueltos en concentraciones mucho más bajas. Por ejemplo, la concentración de anión fluoruro (F^-), es de 1,29 ppm, mientras que la de catión estroncio (Sr^{2+}) es de 7,97 ppm. Considera que la densidad promedio del agua de mar es de 1,03 g/mL.

- a) Calcula la concentración **micromolar** (μM) del anión F^- en el agua de mar. Muestra tus cálculos en el recuadro siguiente. **3 puntos parciales**

ppm = parte por millón, se corresponde con mg por kg de solución. La solución contiene 1,29 mg de F^- por cada 1000 g de solución, que corresponden a 970,9 mL.

La masa molar del anión F^- es de 19,0 g/mol, por lo que la concentración molar es de:

$$1,29 \text{ mg} \times 1,00 \text{ g}/1000 \text{ mg} / (19,0 \text{ g} \times \text{mol}^{-1}) / 0,9709 \text{ L} = 6,99 \times 10^{-5} \text{ M} = \mathbf{69,9 \mu M}$$

Concentración de fluoruro: 69,9 μM

- b) Calcula la concentración del catión Sr^{2+} en % m/V. Muestra tus cálculos en el siguiente recuadro. **2 puntos parciales**



35ª Olimpiada Argentina de Química
CERTAMEN NACIONAL
NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

ppm = parte por millón, se corresponde con mg por kg de solución. La solución contiene 7,97 mg de Sr^{2+} por cada 1000 g de solución, que corresponden a 970,9 mL.

% m/V representa los gramos por cada 100 mL de solución, por lo que puede calcularse así:

$$\% \text{ m/V Sr}^{2+} = 7,97 \text{ mg} \times 1,00 \text{ g}/1000 \text{ mg} \times 100 \text{ mL}/970,9 \text{ mL} = 8,21 \times 10^{-4} \%$$

Concentración de catión estroncio: 8,21 × 10⁻⁴ %

Ejercicio 5 (4 puntos) 1 punto por cada respuesta correcta

En el agua de mar, además de sales, pueden encontrarse disueltos gases de distinto tipo, que pueden servir como nutrientes y fuentes de energía para los organismos. Los más frecuentes son O_2 , CO_2 y SO_2 . Indica si las siguientes afirmaciones acerca de estos gases son verdaderas (V) o falsas (F). (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo indicar tus respuestas en los casilleros correspondientes)

- a) En CNPT, 1 mol de CO_2 ocupa mayor volumen que 1 mol de O_2 .
- b) El volumen molar y la densidad de los gases ideales dependen sólo de la presión y la temperatura.
- c) En CNPT, el volumen ocupado por 44 g de CO_2 es el mismo que el ocupado por 28 g de N_2 .
- d) En CNPT, el CO_2 es más denso que el SO_2 .

F
F
V
F

Ejercicio 6 (3 puntos)

La concentración de oxígeno disuelto es otro de los parámetros que se registran al investigar el fondo del mar. Esta información es importante ya que refleja el oxígeno disponible para los ecosistemas marinos, condicionando el tipo de organismos que pueden desarrollarse allí. En el agua de mar, la concentración de oxígeno disuelto es de 15 mg/L.

Calcula qué presión, en mmHg, ejercería la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelta en 15 L de agua de mar, si el mismo se liberara y se recolectara a 15°C en un recipiente previamente evacuado de 40 mL. No es necesario que muestres tus cálculos, sólo escribir el resultado a continuación:

Presión ejercida: 3154 mmHg



Ejercicio 7 (4 puntos)

Durante las inmersiones submarinas fue posible observar un flujo de partículas que aparentaban estar “cayendo” desde la superficie hacia el fondo del mar. A este fenómeno se lo conoce como “nieve marina”. Está formada por restos de materia orgánica e inorgánica y es fundamental para la nutrición y el desarrollo de las especies que viven en el fondo del mar.

La intensidad del flujo de esta “nieve” se mide en $\text{mg C m}^{-2} \text{d}^{-1}$: es decir, los **miligramos de carbono (mg C)** que atraviesan una superficie de 1 m^2 en un **día (d)**. Un grupo de científicos quiere analizar la “nieve marina”, y para ello colocan en el mar un filtro de 2 m^2 que permite recolectar sus partículas. Luego de dejar el filtro por 96 h en el mar, sacarlo a la superficie y pesarlo se llega a la conclusión de que se recolectaron 2,150 g de materia orgánica, que **puede considerarse a fines prácticos como carbono puro**.

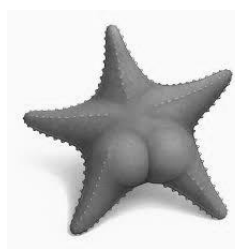
- a) Calcula el flujo de la nieve marina en $\text{mg C m}^{-2} \text{d}^{-1}$. No es necesario que muestres tus cálculos, sólo escribir el resultado a continuación: **2 puntos parciales**

Flujo de nieve marina: 268,75 $\text{mg C m}^{-2} \text{d}^{-1}$

- b) Calcula el número de átomos de carbono presentes en la materia recolectada. No es necesario que muestres tus cálculos, sólo escribir el resultado a continuación: **2 puntos parciales**

Número de átomos de carbono: $1,08 \times 10^{23}$

Ejercicio 8 (10 puntos)



Las estrellas de mar, grandes protagonistas, son animales invertebrados, pertenecientes al grupo de los equinodermos. Si bien en general se las observa en una posición fija, adheridas al suelo u otras estructuras, pueden moverse si necesitan buscar nuevas fuentes de alimento. Esto implica que son capaces de quedarse lo suficientemente adheridas para que no se las lleve la corriente, pero a la vez tienen que poder “despegarse” si hace falta. Con este fin, las estrellas secretan una proteína que actúa como pegamento, y que puede desarmarse frente a

otro estímulo químico cuando es necesario.

Un grupo de investigación se dedica a analizar estas proteínas, llamadas SFP1, ya que son un material muy interesante por sus particulares propiedades adhesivas en ambientes húmedos y de alta salinidad, que son difíciles de obtener con pegamentos sintéticos. Las proteínas son **compuestos de alto peso molecular** que están **formadas por “bloques moleculares”** de distinto tipo unidos entre sí, **llamados aminoácidos**. Se sabe que la proteína SFP1 posee 3853 aminoácidos por molécula y que la masa molar media de los aminoácidos es de 110 g/mol. Por otra parte, la proteína SFP1 posee una cantidad relativamente grande del aminoácido tipo cisteína, representando el 5% del total de los aminoácidos, lo que parece estar relacionado con sus propiedades adherentes.



35ª Olimpiada Argentina de Química
CERTAMEN NACIONAL
NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

Calcula el número de aminoácidos cisteína que hay en 250 mg de proteína SFP1, mostrando tu razonamiento y tus cálculos en el siguiente recuadro:

La proteína tiene 3853 aminoácidos, por lo que su masa molar puede calcularse como:

$$3853 \times 110 \text{ g/mol} = 423830 \text{ g/mol} \quad \mathbf{2 \text{ puntos parciales}}$$

En 250 mg de proteína hay entonces: $0,250 \text{ g} / 423830 \text{ g/mol} = 5,90 \times 10^{-7} \text{ mol}$ **2 puntos parciales**

En 1 molécula de proteína hay 3853 aminoácidos, y en $5,90 \times 10^{-7} \text{ mol}$ hay:

$$5,90 \times 10^{-7} \text{ mol} \times 6,03 \times 10^{23} \text{ moléc/mol} = 3,56 \times 10^{17} \text{ moléculas} \quad \mathbf{2 \text{ puntos parciales}}$$

$$3,56 \times 10^{17} \text{ moléculas} \times 3853 \text{ aminoácidos/molécula} = 1,37 \times 10^{21} \text{ aminoácidos totales}$$

2 puntos parciales

De ellos el 5% son aminoácidos cisteína:

$$1,37 \times 10^{21} \text{ aminoácidos} \times 5/100 = \mathbf{6,85 \times 10^{19} \text{ aminoácidos cisteína}} \quad \mathbf{2 \text{ puntos parciales}}$$

Número de aminoácidos cisteína: $6,85 \times 10^{19}$

Ejercicio 9 (5 puntos)

Para analizar hábitats a profundidades menores a 50 metros, como algunos jardines de corales, es posible recurrir al buceo, lo que les permite a los científicos ver a los organismos de cerca en su entorno natural. Para poder permanecer debajo del agua, los buzos deben llevar con ellos un suministro de oxígeno.

a) Considerando que un buzo lleva consigo un tanque de oxígeno de 18 litros a 220 atm de presión y 25°C.

i) Calcula el número de átomos de oxígeno presentes en el tanque. Marca con una cruz la respuesta correcta. **1 punto parcial**

162

$9,76 \times 10^{25}$

324

$1,95 \times 10^{26}$

ii) Calcula el volumen de oxígeno (en litros) que se liberaría si ese tanque se abriese a presión atmosférica y 25°C, mostrando tus cálculos en el siguiente recuadro **1 punto parcial**



35ª Olimpiada Argentina de Química
CERTAMEN NACIONAL
NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

El número de moles de O_2 se conserva, entonces:

$$P \times V = n \times R \times T$$

$$V = n \times R \times T / P = 162 \text{ mol} \times 0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298 \text{ K} / 1 \text{ atm} = \mathbf{3958,6 \text{ L } O_2}$$

Litros de O_2 que se liberarían: **3958,6 L**

b) Para algunos fines específicos, en lugar de oxígeno puro se utilizan mezclas de nitrógeno/oxígeno que simulan la composición del aire. Teniendo en cuenta que la composición de la mezcla es 64% en masa de nitrógeno, calcula la fracción molar de ambos componentes en la mezcla. Muestra tus cálculos en el siguiente recuadro.

La mezcla es 64% N_2 , por lo que hay 64 g de N_2 por cada 100 g de mezcla. Esos 64 g corresponden a $64 \text{ g} / (28 \text{ g/mol}) = 2,29 \text{ mol}$. El resto de la mezcla corresponde a O_2 : $36 \text{ g} = 36 \text{ g} / (32 \text{ g/mol}) = 1,125 \text{ mol}$. **1 punto parcial**

Calculamos la fracción molar de N_2 :

$$x_{N_2} = n_{N_2} / n_{TOT} = 2,29 \text{ mol} / (2,29 \text{ mol} + 1,125 \text{ mol}) = 2,29 / 3,415 = 0,67 \quad \mathbf{1 \text{ punto parcial}}$$

$$x_{O_2} = 1 - 0,67 = 0,33 \quad \mathbf{1 \text{ punto parcial}}$$

$$x_{N_2} = \underline{\quad \mathbf{0,67} \quad} \quad x_{O_2} = \underline{\quad \mathbf{0,33} \quad}$$

Ejercicio 10 (4 puntos) 1 punto parcial por cada respuesta correcta

Los corales también lograron cautivar a quienes siguieron de cerca la expedición, debido a sus colores brillantes y formas intrincadas. A diferencia de lo que suele pensarse, los corales no son plantas, sino animales invertebrados; como la luz del sol no puede penetrar hasta las profundidades a las que habitan, allí la fotosíntesis no es posible. Los corales duros o rocosos secretan carbonato de calcio y así generan su propio exoesqueleto sólido, esto les permite también formar arrecifes.

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F). (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo indicar tus respuestas en los casilleros correspondientes)

a) 150 g de $CaCO_3$ contienen 48 g de oxígeno.

F

b) Cada 100 g de $CaCO_3$ hay 3 moles de átomos de oxígeno.

V

c) 280 g de $CaCO_3$ contienen el mismo número de átomos totales que 3,5 mol de NH_3 .

V

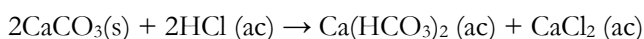


d) 1,2 mol de CaCO_3 contienen 14,4 g de carbono.

V

Ejercicio 11 (4 puntos)

El carbonato de calcio, presente en los corales y también en los caparazones de crustáceos, es muy poco soluble en agua en condiciones normales. Sin embargo, la reciente acidificación de los océanos representa un problema, ya que, en presencia de ácidos, reacciona para formar bicarbonato soluble según la siguiente reacción:



a) Calcula cuántos mL de solución de HCl 0,25 M se necesitan para disolver completamente una muestra de 361 mg de caparazones marinos, considerando que son CaCO_3 puro. **2 puntos parciales**

28,8 mL 7,2 mL 14,4 mL 3,6 mL 21,1 mL

b) ¿Cuántos moles de cloruro de calcio se obtendrán en estas condiciones? Marca con una cruz la respuesta correcta. **2 puntos parciales**

$4,25 \times 10^{-3}$ $2,125 \times 10^{-3}$ $1,806 \times 10^{-3}$ $3,612 \times 10^{-3}$

Ejercicio 12 (8 puntos)

El estroncio es un elemento clave para el crecimiento saludable de los corales. En particular, se integra en la estructura de carbonato de calcio de sus esqueletos, otorgándoles mayor dureza. Además, la incorporación de estroncio suele resultar en colores más vibrantes en los organismos.

Este elemento presenta solamente cuatro isótopos estables: ^{84}Sr , ^{86}Sr , ^{87}Sr , y ^{88}Sr . El primero tiene la menor abundancia, del 0,56%, mientras que el último es el más abundante, representando el 82,58% de sus átomos. Sabiendo que la masa atómica promedio del estroncio es 87,71 u, calcula la abundancia relativa de los isótopos ^{86}Sr y ^{87}Sr . Asume que, en cada caso, la masa isotópica es igual al número másico. Expresa tu resultado en porcentaje y muestra tus cálculos en el recuadro siguiente.

En general, tenemos que:

$$\text{m. a. p.} = \frac{m^{84}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{84}\text{Sr}) + m^{86}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{86}\text{Sr}) + m^{87}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr}) + m^{88}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{88}\text{Sr})}{100}$$

Además, se cumple que:

$$\text{ab. rel. } (^{84}\text{Sr}) + \text{ab. rel. } (^{86}\text{Sr}) + \text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr}) + \text{ab. rel. } (^{88}\text{Sr}) = 100\%$$

Por lo tanto



35ª Olimpiada Argentina de Química
CERTAMEN NACIONAL
NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

$$\text{ab. rel. } (^{86}\text{Sr}) = 100\% - \text{ab. rel. } (^{84}\text{Sr}) - \text{ab. rel. } (^{88}\text{Sr}) - \text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr})$$

$$\text{ab. rel. } (^{86}\text{Sr}) = 100\% - 0,56\% - 82,58\% - \text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr})$$

$$\text{ab. rel. } (^{86}\text{Sr}) = 16,86\% - \text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr})$$

Tenemos entonces un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas. Reemplazando en la primera ecuación:

$$\text{m. a. p.} = \frac{m^{84}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{84}\text{Sr}) + m^{86}\text{Sr} \times (16,86\% - \text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr})) + m^{87}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr}) + m^{88}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{88}\text{Sr})}{100\%}$$

$$\text{m. a. p.} = \frac{m^{84}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{84}\text{Sr}) + m^{86}\text{Sr} \times 16,86\% + \text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr}) \times (m^{87}\text{Sr} - m^{86}\text{Sr}) + m^{88}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{88}\text{Sr})}{100\%}$$

Distribuyendo y despejando:

$$\frac{\text{m. a. p.} \times 100\% - m^{84}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{84}\text{Sr}) - m^{88}\text{Sr} \times \text{ab. rel. } (^{88}\text{Sr}) - m^{86}\text{Sr} \times 16,86}{(m^{87}\text{Sr} - m^{86}\text{Sr})} = \text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr})$$

$$\frac{87,71 \times 100\% - 84 \times 0,56\% - 88 \times 82,58\% - 86 \times 16,86\%}{(87 - 86)} = \text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr}) = 6,96\%$$

Por lo tanto:

$$\text{ab. rel. } (^{87}\text{Sr}) = 16,86\% - \text{ab. rel. } (^{86}\text{Sr}) = 16,86\% - 6,96\% = 9,9\%$$

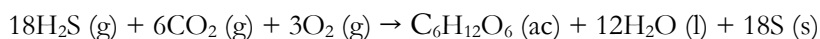
abundancia relativa ^{87}Sr : 6,96 %

abundancia relativa ^{86}Sr : 9,9 %

Ejercicio 13 (11 puntos)

Como se mencionó anteriormente, en las profundidades del océano no llega la luz del sol y no es posible la fotosíntesis. Sin embargo, existen algunos microorganismos que son capaces de convertir carbono proveniente de fuentes como metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) en carbohidratos. En este caso, en lugar de utilizar la luz del sol como fuente de energía, utilizan la energía resultante de la oxidación de otros compuestos inorgánicos como por ejemplo sulfuro de hidrógeno (H_2S). A este proceso se lo llama **quimiosíntesis**. Existen organismos macroscópicos que albergan a estos microorganismos en su interior, y así pueden nutrirse de esta forma.

Una reacción química que representa un proceso de quimiosíntesis es la siguiente:





35ª Olimpiada Argentina de Química
CERTAMEN NACIONAL
NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

Un grupo de científicos se encuentra actualmente analizando esta reacción en el laboratorio.

- a) Calcula el volumen de H_2S , en litros, medido a 20°C y 1 atm que debe reaccionar si se desean obtener 50 g de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), mostrando tus cálculos en el siguiente recuadro: **2 puntos parciales**

La glucosa tiene una masa molar de: $6 \times 12,01 \text{ g/mol} + 12 \times 1,008 \text{ g/mol} + 6 \times 16,00 \text{ g/mol} = 180,16 \text{ g/mol}$.

0,5 punto parcial

Entonces, los 50 g que se desean obtener corresponden a $50 \text{ g}/180,16 \text{ g mol}^{-1} = 0,278 \text{ mol}$. Se necesitan por estequiometría $18 \times 0,278 \text{ mol} = 5 \text{ mol}$ de H_2S . **1 punto parcial**

Usando gases ideales,

$$P \times V = n \times R \times T$$

$$V = n \times R \times T / P = 5 \text{ mol} \times 0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 293 \text{ K} / 1 \text{ atm} = \mathbf{120,1 \text{ L}}$$
 0,5 punto parcial

Volumen de H_2S : 120,1 L

- b) Calcula el volumen de aire, en litros y medido a 20°C y 1 atm, que se necesita para la reacción del ítem anterior, teniendo en cuenta que la proporción de oxígeno en el aire es de 21% v/v. Muestra tus cálculos en el siguiente recuadro: **2 puntos parciales**

Para obtener los 0,278 mol de glucosa necesitamos por estequiometría $3 \times 0,278 \text{ mol} = 0,834 \text{ mol}$ de O_2 . **0,5 punto parcial**

Usando gases ideales,

$$P \times V = n \times R \times T$$

$$V = n \times R \times T / P = 0,834 \text{ mol} \times 0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 293 \text{ K} / 1 \text{ atm} = 20,0 \text{ L O}_2$$
 0,5 punto parcial

Como el aire es sólo 21% oxígeno, el volumen de aire que se necesita es:

$$20,0 \text{ L} \times 100/21 = \mathbf{95,4 \text{ L}}$$
 1 punto parcial

Volumen de aire: 95,4 L

- c) Teniendo en cuenta que el volumen de solución al finalizar la reacción es de 800 mL, calcula la concentración de carbono en g C/L. Muestra tus cálculos en el siguiente recuadro: **2 puntos parciales**



Cada mol de glucosa tiene 6 moles de átomos de carbono. Por lo tanto, los 0,278 mol de glucosa contienen 1,668 mol de átomos de carbono. **1 punto parcial**

Estos tienen una masa de 20,016 g. Como están contenidos en 800 mL la concentración en g C/L es: $20,016 \text{ g} / 0,800 \text{ L} = 25,02 \text{ g C/L}$. **1 punto parcial**

Concentración de carbono: _____ **25,02** _____ g C/L

d) Respecto al sistema obtenido al final de la reacción, marca: **3 puntos parciales**

Tipo de sistema: Homogéneo Heterogéneo

Número de fases: 1 2 3

Número de componentes: 1 2 3 4

e) Escribe la reacción de combustión completa de la glucosa. **2 puntos parciales**

Reacción de combustión de la glucosa:



Ejercicio 14 (8 puntos)

Durante las transmisiones también pudieron observarse calamares y pulpos de apariencia espectacular. Algunas especies de calamares y otros cefalópodos tienen la capacidad de sintetizar y expulsar un líquido oscuro, conocido como “tinta”, que les permite ahuyentar depredadores debido a sus efectos visuales y químicos. El componente que le otorga el color oscuro a la tinta es la melanina, un polímero que se produce a partir de un precursor llamado L-dopaquinona. Un grupo de científicos necesita determinar su fórmula química, y cuenta para ello con la siguiente información:

- El compuesto contiene carbono, hidrógeno, oxígeno y un sólo átomo de nitrógeno en su estructura.
- Si se combustiona completamente 1 mol de L-dopaquinona y se recolecta el CO_2 generado en un recipiente previamente evacuado de 35 dm^3 a 298K se registra una presión de $6,28 \text{ atm}$.
- En una muestra de 250 mg del compuesto hay $7,71 \times 10^{20}$ átomos de nitrógeno.



35ª Olimpiada Argentina de Química
CERTAMEN NACIONAL
NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

- El contenido de oxígeno del compuesto es 32,8 % en masa.

Determina la fórmula empírica de la L-Dopaquinona. Muestra tu razonamiento y tus cálculos en el siguiente recuadro.

La fórmula de la Dopaquinona tiene la forma $C_xH_yO_zN$.

El número de moles de CO_2 que se recolecta tras la combustión completa de 1 mol de sustancia se corresponde con el número de átomos de carbono en la molécula. Entonces

$$x = n = P \times V / (R \times T) = 6,28 \text{ atm} \times 35 \text{ L} / (0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298 \text{ K}) = 9 \text{ mol C}$$

2 puntos parciales

En la muestra de 250 mg hay $7,71^{20}$ átomos de N, y como hay un sólo átomo de N por molécula, esto se corresponde con el número de moléculas. Entonces podemos calcular el número de moles de moléculas:

$$7,71^{20} \text{ moléculas} / 6,02 \times 10^{23} \text{ moléc/mol} = 1,23 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

y la masa molar de la sustancia:

$$M_r = 0,250 \text{ g} / 1,23 \times 10^{-3} \text{ mol} = 195,17 \text{ g/mol}$$

2 puntos parciales

La sustancia tiene 32,8 % de O, lo que significa que hay 32,8 g O por cada 100 g de sustancia. Entonces, en 195,17 g de sustancia (1 mol) hay 64 g O = 4 mol O

2 puntos parciales

Hasta ahora la fórmula es $C_9H_yO_4N$.

Por diferencia con la masa molar podemos deducir que hay

$$195,17 \text{ g} - 9 \times 12 \text{ g} - 4 \times 16,00 \text{ g} - 14,00 \text{ g} = 9 \text{ g} = 9 \text{ moles de átomos de H por mol}$$

2 puntos parciales

Fórmula química de la L-Dopaquinona: $C_9H_9O_4N$

Ejercicio 15 (3 puntos)



35ª Olimpiada Argentina de Química
CERTAMEN NACIONAL
NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

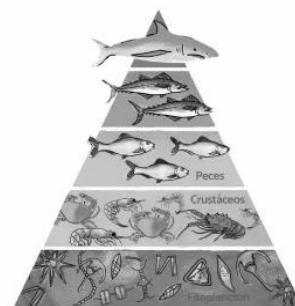
En 2016, un grupo de investigadores chinos encontró en el fondo del océano pacífico una especie de gusanos marinos con una coloración amarilla muy llamativa. Luego de extraer muestras y analizarlas, llegaron a la conclusión de que el color se debía a la formación de *oropimente*, un mineral que consiste en una sal binaria formada por arsénico (III) y azufre. Como tanto el azufre como el arsénico son tóxicos para estos organismos, los científicos piensan que al formar este mineral, los gusanos reducen su toxicidad.

Escribe una reacción química balanceada para la formación de oropimente a partir de arsénico y azufre elementales, usando el siguiente recuadro.



Ejercicio 16 (10 puntos)

En biología marina, el análisis isotópico es utilizado para identificar los eslabones de las cadenas alimentarias: es decir, determinar qué organismos se alimentan de qué otros organismos. Por ejemplo, los átomos de ^{15}N son más difíciles de eliminar que los de ^{14}N , por lo que van acumulándose al pasar de presa a depredador, y su abundancia relativa va haciéndose mayor que la abundancia natural de este isótopo. Por lo tanto, el cociente $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ se incrementa al aumentar la posición de los organismos en la cadena alimentaria.



Cadena alimentaria marina

a) Completa la siguiente información para el nucleido ^{15}N : **2,5 puntos parciales**

Número másico: <u>15</u>	Número de neutrones: <u>8</u>	Número de protones: <u>7</u>
Número atómico: <u>7</u>	Número de electrones: <u>7</u>	

b) Calcula el cociente $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ “natural” utilizando tres cifras significativas, teniendo en cuenta que la abundancia natural del ^{15}N es del 0,4 % y que el nitrógeno sólo presenta estos dos isótopos estables. Asume que, en cada caso, la masa isotópica es igual al número másico. No es necesario que muestres tus cálculos, sólo escribir el resultado a continuación:

$^{15}\text{N}/^{14}\text{N} =$ $4,02 \times 10^{-3}$ **2,5 puntos parciales**

c) Luego de la expedición, un grupo de expertos realiza un análisis isotópico sobre las muestras de dos organismos, obteniendo los siguientes cocientes $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$:



35ª Olimpiada Argentina de Química
CERTAMEN NACIONAL
NIVEL INICIAL
RESPUESTAS

Organismo A: $^{15}\text{N}/^{14}\text{N} = 5,20 \times 10^{-3}$

Organismo B: $^{15}\text{N}/^{14}\text{N} = 1,07 \times 10^{-2}$

i) Calcula la abundancia de ^{15}N en ambos organismos. Asume que, en cada caso, la masa isotópica es igual al número másico. No es necesario que muestres tus cálculos, sólo escribir los resultados a continuación: **4 puntos parciales**

Organismo A: **0,5%** % ^{15}N

Organismo B: **1,1%** % ^{15}N

ii) ¿Cuál de los organismos se encuentra más arriba en la cadena alimentaria? **1 punto parcial**

Organismo A

Organismo B

Ejercicio 17 (6 puntos)

Además del grupo de científicos, a bordo del "*Falkor (too)*" también encontramos a un artista, que se encargó de realizar pinturas de algunos de los paisajes y especímenes que aparecieron durante la expedición. En este caso, el artista resultó ser un reconocido biólogo marino de 81 años, que había sido docente de varios de los científicos argentinos que se encontraban trabajando allí. Los pigmentos utilizados para realizar los cuadros son compuestos químicos coloreados, en algunos casos orgánicos y en otros casos sales inorgánicas.

a) Escribe la fórmula química del fosfato de cobalto (III), una sal inorgánica utilizada como pigmento violeta. **1 punto parcial**

CoPO₄

b) Calcula el % en masa de hierro en el azul de Prusia, pigmento azul de fórmula $\text{C}_{18}\text{Fe}_7\text{N}_{18}$. **2 puntos parciales**

Masa molar del azul de Prusia:

$$18 \times 12,01 \text{ g/mol} + 7 \times 55,85 \text{ g/mol} + 18 \times 14,01 \text{ g/mol} = 859,31 \text{ g/mol}$$

De estos, 390,95 g son de Fe. Entonces, el % es $390,95 \times 100/859,31 = 45,5 \%$

% m/m de Fe **45,5** % m/m

c) Determina la fórmula mínima de la alizarina, un pigmento rojo cuyo análisis elemental dio como resultado 69,9 % C, 26,6 % O y 3,36 % H. Marca con una cruz la respuesta correcta. **3 puntos parciales**

$\text{C}_7\text{H}_2\text{O}_4$

$\text{C}_7\text{H}_4\text{O}_2$

$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_1$

$\text{C}_3\text{H}_2\text{O}_1$