



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

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.

Volumen total de agua de mar: _____ km^3



- 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 $1,50 \times 10^9$ km³. Muestra tus cálculos en el siguiente recuadro.

Toneladas de NaCl: _____ 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) AlCl₃ 0,30 M

Muestra B) NaCl 1,75 % m/V

Muestra C) NaCl 0,40 M y MgCl₂ 0,10 M

Muestra D) CaCl₂ 5,5 % m/m, $\rho = 1,05$ 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:

Muestra _____ < Muestra _____ < Muestra _____ < Muestra _____

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 ($M = 58,5$ g/mol), estima:



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

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

b) La concentración molar. Marca con una cruz la respuesta correcta.

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

c) La concentración molal. Marca con una cruz la respuesta correcta.

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.

Concentración de fluoruro: _____ μM

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

Concentración de catión estroncio: _____ %



Ejercicio 5 (4 puntos)

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 .

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: _____ 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 $mg\ C\ m^{-2}\ d^{-1}$: 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**.



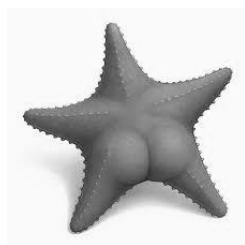
- a) Calcula el flujo de la nieve marina en $\text{mg C m}^{-2} \text{d}^{-1}$. No es necesario que muestres tus cálculos, sólo escribir el resultado a continuación:

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

- 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:

Número de átomos de carbono: _____

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.

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



Número de aminoácidos cisteína: _____

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.

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:



Volumen de O₂ que se liberaría: _____ 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.

$x_{N_2} =$ _____ $x_{O_2} =$ _____

Ejercicio 10 (4 puntos)

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.

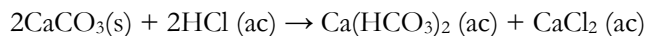
Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F). (No debes presentar resolución de este ejercicio, sólo indicar tus respuestas en los casilleros correspondientes)

- a) 150 g de CaCO₃ contienen 48 g de oxígeno.
- b) Cada 100 g de CaCO₃ hay 3 moles de átomos de oxígeno.
- c) 280 g de CaCO₃ contienen el mismo número de átomos totales que 3,5 mol de NH₃.
- d) 1,2 mol de CaCO₃ contienen 14,4 g de carbono.

Ejercicio 11 (4 puntos)

El carbonato de calcio, presente en los corales y también en los caparzones 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:

NO DESABROCHES EL CUADERNILLO. NO RESUELVAS CON LÁPIZ.



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

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.

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

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.

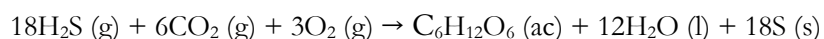


abundancia relativa ^{87}Sr : _____% abundancia relativa ^{86}Sr : _____%

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:



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:



Volumen de H₂S: _____ 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:

Volumen de aire: _____ 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:



Concentración de carbono: _____ g C/L

d) Respecto al sistema obtenido al final de la reacción, marca las respuestas correctas:

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.

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.
- 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.

Fórmula química de la L-Dopaquinona: _____



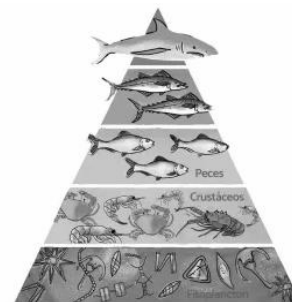
Ejercicio 15 (3 puntos)

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 :

Número másico: _____	Número de neutrones: _____	Número de protones: _____
Número atómico: _____	Número de electrones: _____	

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:

$^{15}\text{N}/^{14}\text{N} =$ _____



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

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:

Organismo A: _____ % ^{15}N

Organismo B: _____ % ^{15}N

ii) ¿Cuál de los organismos se encuentra más arriba en la cadena alimentaria? Marca la respuesta correcta.

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.

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

% m/m de Fe _____

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.

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

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

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

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