

Serie | N° 3  
DEMRE

**PSU**



**RESOLUCIÓN DEL MODELO  
DE PRUEBA DE CIENCIAS QUÍMICA**

# **PRESENTACIÓN**

En esta publicación se comentan las 80 preguntas del Modelo de Prueba de Ciencias-Química que, por este mismo medio, fue dado a conocer a la población durante el presente año.

El objetivo de esta publicación es entregar información a los postulantes acerca de los tópicos y habilidades cognitivas que se evalúan en cada uno de los ítemes de la prueba de Ciencias-Química.

Además del análisis de cada pregunta, se entrega una ficha de referencia curricular de cada una de ellas, explicitando el Módulo (Común o Electivo), Eje temático / Área temática y nivel educacional al cual pertenece, así como también el Objetivo Fundamental, el Contenido Mínimo Obligatorio y la habilidad cognitiva medidas, junto con la clave del ítem.

Este análisis ha sido realizado por el Comité de Ciencias del Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educacional (DEMRE), dependiente de la Vicerrectoría de Asuntos Académicos de la Universidad de Chile, con la participación de destacados académicos universitarios miembros de las Comisiones Constructoras de Preguntas del DEMRE de cada área de las Ciencias.

Registro de Propiedad Intelectual N° 244208 – 2014  
Universidad de Chile

Derechos reservados ©. Prohibida su reproducción total o parcial

# ANÁLISIS DE PREGUNTAS DE MODELO CIENCIAS - QUÍMICA

## PREGUNTA 1 (Módulo Común)

¿Cuál opción relaciona correctamente al número cuántico con la orientación espacial, la forma y la energía de un orbital atómico?

	Orientación espacial	Forma	Energía
A)	$l$	m	n
B)	$l$	n	m
C)	m	n	$l$
D)	n	$l$	m
E)	m	$l$	n

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender el comportamiento de los electrones en el átomo en base a principios (nociones) del modelo mecano – cuántico.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción básica de la cuantización de la energía, organización y comportamiento de los electrones de un átomo, utilizando los cuatro números cuánticos (principal, secundario, magnético y espín).

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** E

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta los postulantes deben comprender el significado de los números cuánticos y relacionarlos con su simbología.

Los números cuánticos describen los orbitales y la ubicación del electrón en un átomo. Fueron introducidos por la mecánica cuántica, sin embargo, en el modelo de Bohr se introdujo el primer número cuántico, denominado número cuántico principal simbolizado por **n**.

El **número cuántico principal**, simbolizado por **n**, representa los niveles de energía del átomo, y toma valores enteros positivos desde 1 a infinito. Este número, además, está relacionado con el tamaño de un orbital y por tanto del átomo, como asimismo, con la energía de los orbitales y por ende de los electrones que alberga dicho orbital.

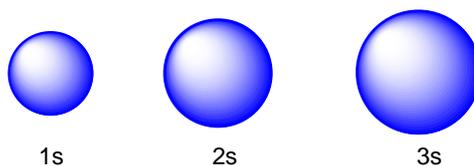
El **número cuántico secundario** o de momento angular o azimutal, simbolizado por  $l$ , está relacionado con el tipo de orbital: s (*sharp*: agudo), p (*principal*: principal), d (*diffuse*: difuso) y f (*fundamental*: fundamental). Este número toma valores que van desde 0 hasta  $(n - 1)$ . En forma general, el valor de  $l$  se relaciona con el tipo de orbital de la siguiente manera:

Valor de $l$	0	1	2	3
Tipo de orbital	s	p	d	f

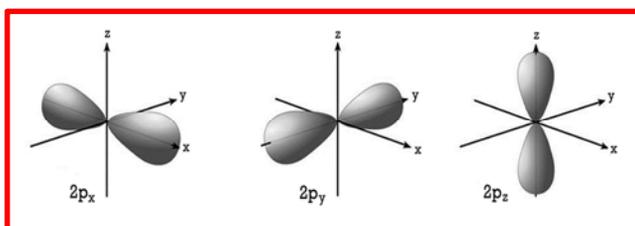
El tercer número cuántico llamado **número cuántico magnético** se simboliza por **m** o  $m_l$ , se relaciona con la orientación espacial del orbital, toma valores enteros desde  $-l$  hasta  $+l$ , incluyendo el cero.

Las distribuciones espaciales encontradas para los orbitales s, p, d y f, son:

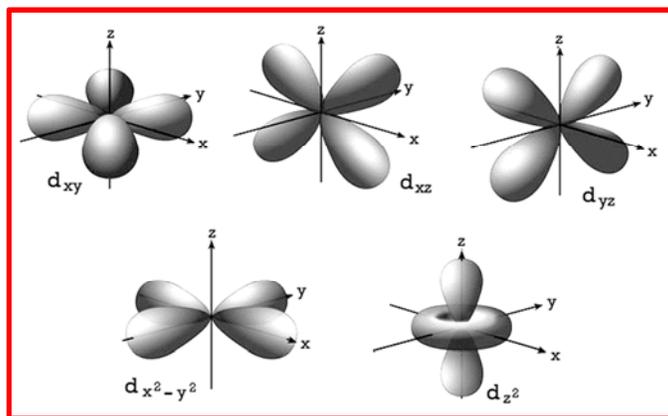
**Orbital s:** es un orbital que tiene forma esférica y aumenta de tamaño conforme aumenta el nivel de energía (n).



**Orbital p:** existen tres tipos de orbitales p que se ubican en tres posiciones coincidentes con los ejes de un plano tridimensional, x, y, z. Sus formas dependen del nivel en que se encuentre el orbital. Por ejemplo, los orbitales p del nivel 2, presentan la forma de dos lóbulos concéntricos ubicados en los tres ejes de un plano tridimensional, se simbolizan como:  $2p_x$ ,  $2p_y$ ,  $2p_z$ , tal como se muestra en la siguiente figura:



**Orbital d:** existen 5 tipos, cuatro formados por cuatro lóbulos concéntricos que se ubican en cuatro posiciones diferentes en un plano tridimensional y uno que corresponde a dos lóbulos concéntricos rodeados de un anillo en el punto de unión de los lóbulos, por convención, ubicado en el eje z.



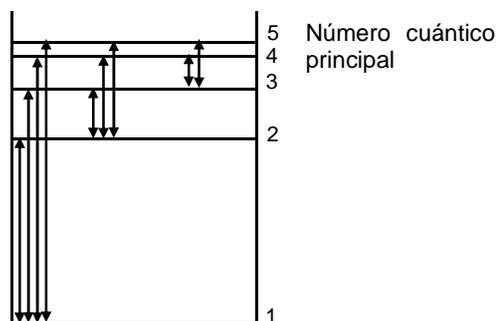
**Orbital f:** existen siete tipos, cuyas formas son más complejas que la de los orbitales d.

El **número cuántico de espín**, simbolizado por  $s$ , está relacionado con el momento angular del electrón, sin embargo, en términos más didácticos se dice que está relacionado con el giro del electrón sobre sí mismo.

De acuerdo a todo lo anterior, la opción que relaciona correctamente la orientación, forma y energía de los orbitales con la simbología de cada número cuántico es E).

## PREGUNTA 2 (Módulo Común)

En la figura se representan las posibles transiciones espectrales para un átomo X, desde  $n = 1$  a  $n = 5$ .



Al respecto, ¿cuál de las siguientes transiciones emite más energía?

- A) Desde  $n = 1$  a  $n = 5$
- B) Desde  $n = 5$  a  $n = 2$
- C) Desde  $n = 3$  a  $n = 1$
- D) Desde  $n = 3$  a  $n = 2$
- E) Desde  $n = 1$  a  $n = 3$

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender el comportamiento de los electrones en el átomo en base a principios (nociones) del modelo mecánico – cuántico.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción básica de la cuantización de la energía, organización y comportamiento de los electrones de un átomo, utilizando los cuatro números cuánticos (principal, secundario, magnético y espín).

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** C

### COMENTARIO

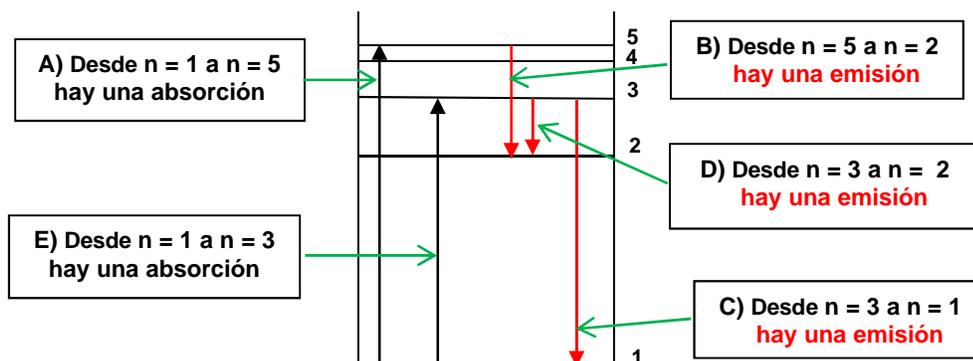
Para responder esta pregunta, se debe recordar el concepto de espectro y comprender la forma en que los electrones se transfieren de un nivel a otro en el átomo, emitiendo o absorbiendo energía, de acuerdo a los postulados del modelo atómico de Bohr.

Un espectro es la distribución de la energía radiante en diversas longitudes de onda. La figura de la pregunta representa los niveles de energía de un átomo, según el modelo atómico de Bohr, el cual plantea que a menor  $n$  más baja es la energía y más estable es el átomo, de tal forma que para  $n = 1$  se tiene la menor energía (estado basal). Las flechas de la figura, representan diferentes transiciones electrónicas entre estados de energía permitidos, según el Modelo de Bohr.

De acuerdo a uno de los postulados de Bohr, un átomo emite energía cuando un electrón pasa de un nivel de mayor energía a otro de menor energía y por el contrario, cuando un átomo pasa de un nivel de menor energía a uno de mayor energía, debe absorber la diferencia de energía entre los niveles.

La pregunta hace referencia a cuál de las opciones implica una mayor emisión de energía, por lo tanto, la transición electrónica debería ser desde un nivel de mayor energía a otro de menor energía.

De acuerdo a lo anterior, en el esquema dado, se descartan las opciones A) y E), en donde las transiciones son desde un  $n$  menor a uno mayor, por lo que se producirían absorciones de energía.



Con respecto a las opciones B), C) y D), debe haber una emisión de energía, porque todas las transiciones van desde un mayor nivel de energía a uno menor, sin embargo, al comparar las diferencias energéticas entre los niveles, claramente la transición desde  $n = 3$  a  $n = 1$  es la mayor, siendo entonces C) la opción correcta.

### PREGUNTA 3 (Módulo Común)

¿Cuál es la configuración electrónica del anión  $^{15}\text{X}^{2-}$ , que es isótono con el  $^{16}_8\text{O}$  ?

- A)  $1s^2 2s^2 2p^3$
- B)  $1s^2 2s^2 2p^1$
- C)  $1s^2 2s^2 2p^4$
- D)  $1s^2 2s^2 2p^6$
- E)  $1s^2 2s^2 2p^5$

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción básica de la cuantización de la energía, organización y comportamiento de los electrones de un átomo, utilizando los cuatro números cuánticos (principal, secundario, magnético y espín).

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** E

#### COMENTARIO

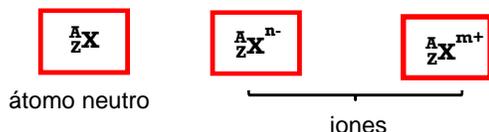
Para responder esta pregunta es necesario comprender la estructura del átomo en relación a sus entidades fundamentales.

En la actualidad se sabe que el átomo está formado por una gran variedad de entidades, siendo tres las fundamentales: los protones, los electrones y los neutrones.

Los protones, son las entidades positivas que se encuentran en el núcleo del átomo, dan cuenta de la carga nuclear, su cantidad es característica para cada átomo y ésta corresponde al número atómico (Z). En el núcleo, junto a los protones, están los neutrones, que se caracterizan por no poseer carga eléctrica y tener una masa similar a la de los protones. Ambas entidades tienen masas muy superiores

a los electrones, por lo que son responsables de la masa del átomo al que pertenecen. La suma de protones y neutrones de un átomo, se conoce como número másico (A).

Los electrones son las entidades negativas del átomo y se encuentran girando alrededor del núcleo, en niveles de energía definidos. En átomos neutros el número de electrones y de protones es igual. Las representaciones o simbologías clásicas de un átomo neutro y de iones, son:



Donde:

X: corresponde al símbolo del elemento.

A: corresponde al número másico (suma de protones y neutrones).

Z: representa al número atómico (protones).

n y m: corresponden a números enteros.

Respecto a la pregunta, se debe tener claro el concepto de isótono, esta palabra hace referencia a átomos que presentan igual número de neutrones.

Las representaciones corresponden a un anión  $^{15}\text{X}^{2-}$  y a un átomo neutro,  $^{16}_8\text{O}$ . El primero,  $^{15}\text{X}^{2-}$ , presenta A = 15 de esto se deduce que la suma de protones y neutrones es 15 y la carga es 2-, es decir, tiene 2 electrones extras. En el segundo,  $^{16}_8\text{O}$ , A = 16 y Z = 8, por lo tanto, O tiene 8 protones, 8 electrones y 8 neutrones. El que sean isótonos implica que el átomo de X tiene igual número de neutrones que O, por lo tanto X tiene 8 neutrones. Si al número másico de X (A = 15), se le restan los 8 neutrones, se obtiene el número de protones (Z), que es 7. Esto significa que el átomo neutro de X tiene 7 electrones, si a esto le sumamos los 2 electrones de la carga, resulta que el ion  $\text{X}^{2-}$  tiene un total de 9 electrones, con lo que se puede escribir su configuración electrónica que corresponde a:  $1s^2 2s^2 2p^5$ , siendo E) la opción correcta.

#### PREGUNTA 4 (Módulo Electivo)

Respecto a los elementos representados por la configuración electrónica de sus átomos, ¿cuál opción los clasifica correctamente?

	$[\text{Kr}]4d^6 5s^2$	$[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^3$
A)	Representativo	Representativo
B)	Transición	Representativo
C)	Transición interna	Transición
D)	Transición	Transición
E)	Representativo	Transición interna

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de la configuración electrónica de diversos átomos para explicar sus diferentes ubicaciones en la tabla periódica, su radio atómico, su energía de ionización, su electroafinidad y su electronegatividad.

**Habilidad:** Comprensión

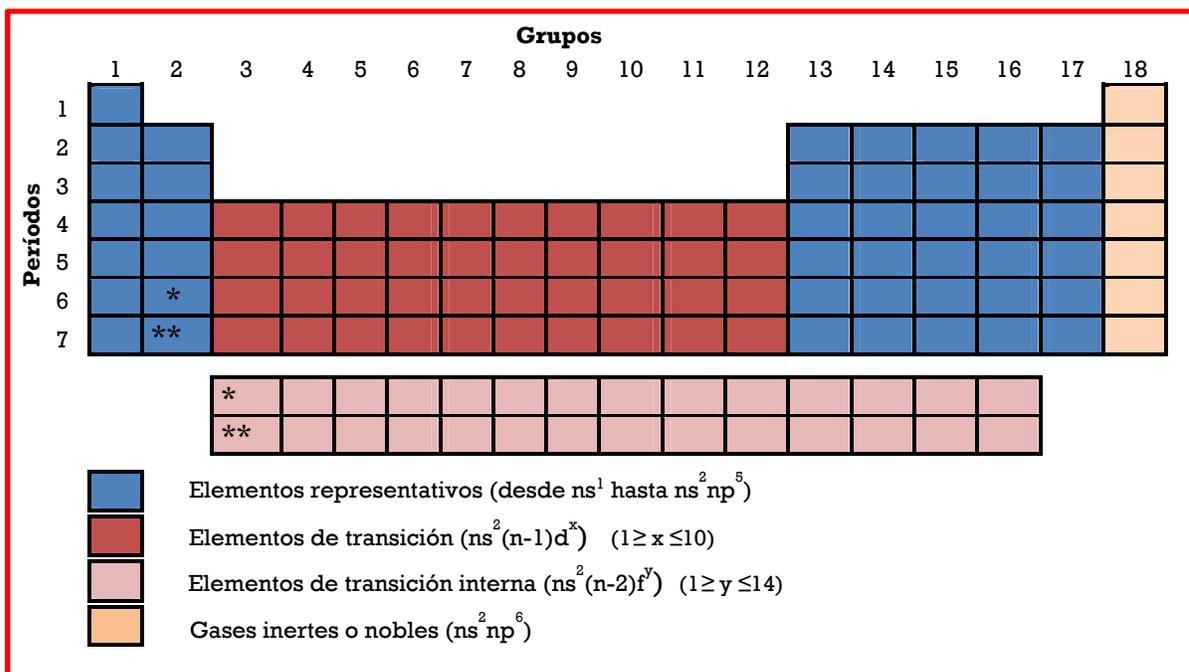
**Clave:** B

## COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario que el postulante relacione la configuración electrónica dada con la clasificación de los elementos químicos en el sistema periódico.

En el sistema periódico los elementos químicos se ordenan en grupos y períodos. Los grupos (18) son las ordenaciones verticales de los elementos según sus propiedades químicas similares. Los períodos (7), son las ordenaciones horizontales de los elementos y coinciden con los niveles de energía que tienen los átomos ubicados en cada uno de ellos.

Al realizar un estudio de las configuraciones electrónicas de los elementos presentes en cada grupo, se observa que ellos presentan una configuración electrónica de la capa más externa, en estado basal, coincidente en cuanto a los orbitales y número de electrones, de tal forma que se pueden agrupar de acuerdo a este criterio y clasificar en: elementos representativos, elementos de transición, elementos de transición interna y gases nobles o inertes. La siguiente figura muestra la ubicación de los elementos de acuerdo a esta clasificación.



De acuerdo a lo anterior, el postulante debe relacionar las configuraciones dadas con la clasificación de los elementos de acuerdo a la tabla anterior. De esta forma puede observar que la primera configuración:  $[Kr]4d^6 5s^2$ , corresponde a un elemento que presenta incompleto los orbitales d, por lo tanto se trata de un elemento de transición. La segunda configuración electrónica:  $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^3$ , pertenece a un elemento que tiene incompleto los orbitales p, por lo tanto se clasifica como un elemento representativo. De acuerdo a lo anterior, la opción correcta a esta pregunta es B).

### PREGUNTA 5 (Módulo Electivo)

Con respecto al átomo de un elemento X ( $Z = 5$ ) y al átomo del elemento Y ( $Z = 13$ ), es correcto afirmar que

- A) ambos elementos son metálicos.
- B) la electronegatividad del elemento X es mayor que la del elemento Y.
- C) el elemento Y tiene una electroafinidad positiva.
- D) el elemento Y tiene un radio atómico menor que el elemento X.
- E) ambos elementos están en el tercer período del sistema periódico.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de la configuración electrónica de diversos átomos para explicar sus diferentes ubicaciones en la tabla periódica, su radio atómico, su energía de ionización, su electroafinidad y su electronegatividad.

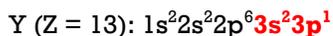
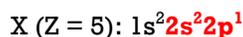
**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** B

#### COMENTARIO

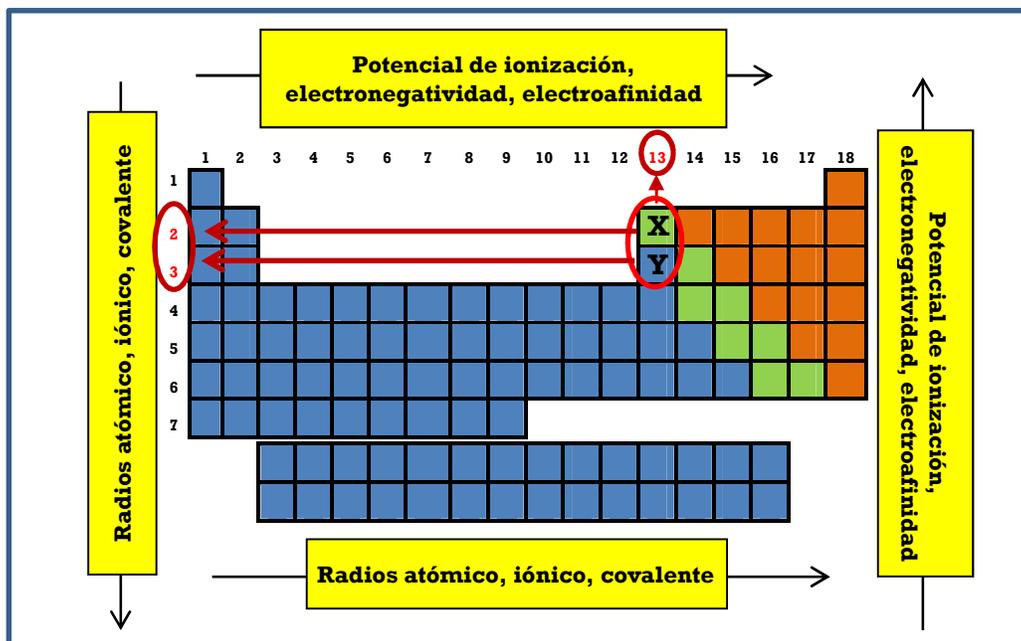
Para responder esta pregunta el postulante debe comprender las variaciones de las propiedades periódicas en función del número atómico  $Z$ .

Una alternativa para desarrollar esta pregunta, es escribir las configuraciones electrónicas de los átomos X e Y, para determinar el grupo y el período al cual pertenecen ambos elementos. Posteriormente, se ubican en el sistema periódico y se comparan en relación a las tendencias de las variaciones de las propiedades periódicas conocidas.



Al mirar ambas configuraciones, se concluye que X e Y pertenecen a un mismo grupo, ya que sus configuraciones de la capa más externa tienen igual número de electrones en los mismos tipos de orbitales,  $ns^2 np^1$ , por lo que ambos elementos pertenecen al grupo 13 o III A del sistema periódico. Difieren en el período; X pertenece al período 2 e Y al período 3, por lo que se descarta la opción E).

En la siguiente tabla se muestra la ubicación de los elementos químicos según sus características metálicas, metaloides y no metálicas. Por otro lado, se resumen las tendencias generales de algunas propiedades periódicas de los elementos, en el sentido del aumento (flecha), en grupos y períodos del sistema periódico. Luego, de acuerdo a la configuración de X e Y, se les ubica en la tabla.



Dado lo anterior, a partir de la ubicación de X e Y en el sistema periódico, se puede concluir que X es un metaloide e Y es un metal, por lo que la opción A) es incorrecta.

Respecto a la opción C), la electroafinidad es la energía relacionada con la adición de un electrón a un átomo neutro, en fase gaseosa, que se transforma en un anión (ion negativo). En general, se ha encontrado que todas las electroafinidades son negativas, excepto la de los elementos de los grupos 2 y 18. Por lo que la electroafinidad de Y es negativa, siendo la opción C) incorrecta.

Observando las posiciones de los elementos X e Y, se concluye que Y tiene mayor radio atómico que X, por lo que la opción D) es incorrecta. Dado que X tiene un menor número atómico que Y, su tamaño es menor por lo que retiene más sus electrones, lo que se traduce en que, efectivamente, X tiene mayor electronegatividad que Y, siendo B) la opción correcta.

### PREGUNTA 6 (Módulo Electivo)

La estructura de Lewis de un átomo de un elemento X es:



¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **INCORRECTA** con respecto al elemento X?

- A) Es un no metal.
- B) Pertenece al grupo VII A (17).
- C) Su número atómico es 7.
- D) Es un elemento representativo.
- E) Puede formar un ion con carga -1.

## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de la configuración electrónica de diversos átomos para explicar sus diferentes ubicaciones en la tabla periódica, su radio atómico, su energía de ionización, su electroafinidad y su electronegatividad.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** C

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta, el postulante debe conocer y comprender las estructuras o fórmulas de Lewis para el átomo de un elemento que se simboliza por X.

Con respecto a las estructuras de Lewis, éstas se escriben colocando el símbolo del elemento rodeado de sus electrones de valencia simbolizados por puntos o cruces distribuidos en parejas.

Los electrones de valencia son aquellos ubicados en la capa más externa de los átomos y están relacionados, en el caso de los elementos representativos, con el grupo al cual pertenecen, de acuerdo a:

Grupo	1 (I A)	2 (II A)	13 (III A)	14 (IV A)	15 (V A)	16 (VI A)	17 (VII A)
<b>Electrones de valencia</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Estructura de Lewis</b>	X·	·X·	·X·	·X·	·X·	·X·	·X·

Al observar la estructura de Lewis dada para X, se determina que el átomo en cuestión tiene 7 electrones de valencia, por lo tanto pertenece al grupo 17 o VII A del sistema periódico, entonces la opción B), es correcta.

En el sistema periódico, los elementos se distribuyen de acuerdo a sus características químicas en metales, metaloides y no metales, en los diferentes grupos y períodos, tal como se muestra en el siguiente esquema:

El diagrama muestra la tabla periódica con los elementos coloreados según su tipo: azul para metales, verde para metaloides y naranja para no metales. Los números 1 a 18 están etiquetados en la parte superior.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

■ metal      ■ metaloide      ■ no metal

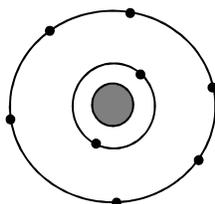
De acuerdo a la tabla anterior, X es un no metal, lo que hace correcta la opción A).

Por otro lado, ya que a X le falta solo un electrón para adquirir la configuración de gas noble, éste átomo forma aniones con carga -1, por tanto la opción E) también es correcta. Además, si se observa la tabla que aparece en los comentarios de la Pregunta 4, se puede concluir que X se clasifica como un elemento representativo, siendo la opción D) correcta.

Finalmente, sabiendo que para conocer el número atómico se requiere conocer el número de protones del átomo, lo que no aparece en el enunciado, se concluye que la única información que no se puede determinar con solo la estructura de Lewis es el número atómico, por lo que la opción C), es la respuesta a la pregunta.

### **PREGUNTA 7 (Módulo Común)**

En la figura se representa un átomo neutro.



Solo con esta información, ¿cuál de las siguientes características del elemento al que pertenece este átomo **NO** se puede deducir?

- A) Su número atómico
- B) Su número másico
- C) Si es metal o no metal
- D) Su ubicación en el sistema periódico
- E) El tipo de enlace que formará con hidrógeno

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de la configuración electrónica de diversos átomos para explicar sus diferentes ubicaciones en la tabla periódica, su radio atómico, su energía de ionización, su electroafinidad y su electronegatividad.

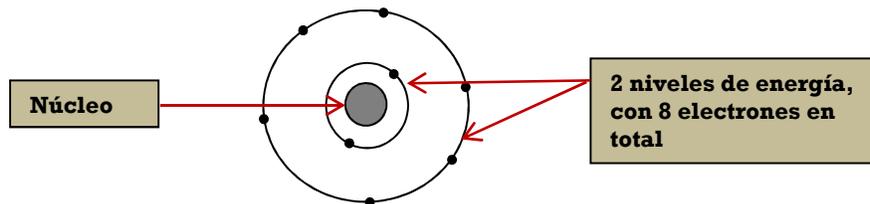
**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** B

#### **COMENTARIO**

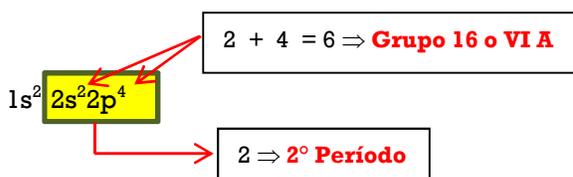
Para responder esta pregunta es necesario que el postulante analice la estructura atómica que representa la figura, la cual está basada en el Modelo atómico de Bohr, que propone la existencia de niveles de energía cuantizados en donde giran los electrones sin perder ni ganar energía. A parte de esto, debe considerar la existencia del núcleo en donde se encuentran los protones y neutrones, que en conjunto representan el número másico del átomo. Asimismo, debe recordar que en un átomo neutro el número de protones y de electrones es igual.

Al analizar la figura,



se puede deducir que:

- Al representar a un átomo neutro que tiene 8 electrones, el átomo debe tener 8 protones, por lo tanto su número atómico es 8 (opción A).
- Por otro lado, conociendo el número de electrones se puede escribir su configuración electrónica desde donde se determina su ubicación en el sistema periódico (opción D). A través de la configuración de la capa más externa, en donde se encuentran los electrones de valencia, se determina el grupo y el período al que pertenece el elemento. Para este átomo con 8 electrones en total, la configuración electrónica es:



Conociendo su ubicación en el sistema periódico, en el 2° período del grupo 16 o VI A, se puede concluir que es un no metal (opción C), por lo que, con hidrógeno se unirá a través de un enlace covalente (opción E).

Del análisis anterior, se concluye que de las cinco opciones, la única que no se puede determinar a partir del esquema es la masa atómica, puesto que si bien se conoce el número de protones, no se conoce el número de neutrones. Siendo, entonces, la opción B) la respuesta a la pregunta.

### PREGUNTA 8 (Módulo Electivo)

Las energías de ionización (E. I.), en kJ/mol, de los átomos de dos elementos, X e Y, son las siguientes:

E. I.	Elementos	
	X	Y
1ª	737	520
2ª	1450	7297
3ª	7732	11810

De acuerdo con estos datos, ¿cuáles son los iones que formarán con mayor facilidad estos átomos?

- A)  $X^+$  e  $Y^{2+}$
- B)  $X^{2+}$  e  $Y^+$
- C)  $X^{2+}$  e  $Y^{2+}$
- D)  $X^{3+}$  e  $Y^{2+}$
- E)  $X^{3+}$  e  $Y^{3+}$

## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación del comportamiento de los átomos y moléculas al unirse por enlaces iónicos, covalentes y de coordinación para formar compuestos comunes como los producidos en la industria y en la minería, y los que son importantes en la composición de los seres vivos.

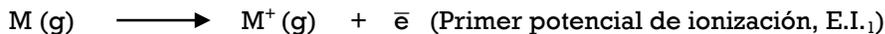
**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** B

### COMENTARIO

La energía de ionización es la energía mínima necesaria para sacar un electrón desde el estado basal de un átomo o ion en estado gaseoso. Mientras más pequeño es el átomo las energías de ionización son mayores, debido a la mayor atracción que ejerce el núcleo sobre los electrones. Asimismo, al sacar electrones sucesivos, las energías de ionización también van aumentando, debido a que el ion se hace cada vez más positivo y la atracción desde el núcleo aumenta. Por otro lado, se ha observado un gran aumento en la magnitud de la energía de ionización cuando se sacan electrones de capas más internas, esto es de su centro de gas noble, también se debe a la mayor cercanía de los orbitales al núcleo, este salto se puede tomar como la barrera en la formación de iones “estables” para un átomo en particular.

En forma general:



De tal forma que  $E.I._1 < E.I._2$ .

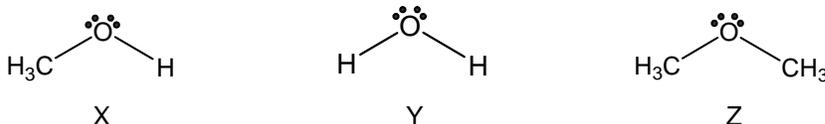
Al analizar los datos de la tabla, se observa que para sacar un segundo electrón a X se necesita aproximadamente el doble de energía y, luego, para retirar un tercer electrón esta energía aumenta más de 5 veces, lo que estaría indicando que en este átomo es “más fácil” sacar 2 electrones que 3, por lo que probablemente se formará el ion  $X^{2+}$ .

En el caso de Y, se observa que sacar el 2º electrón implica aproximadamente 14 veces más energía que sacar el primero, por lo que el ion más probable para Y es el  $Y^+$ .

Dado lo anterior, la opción correcta es B).

## PREGUNTA 9 (Módulo Común)

En la siguiente figura se representan tres moléculas diferentes, designadas como X, Y y Z



Al respecto, ¿cuál de las siguientes opciones **NO** corresponde a una interacción por puente de hidrógeno?

- A) X con X
- B) X con Y
- C) X con Z
- D) Y con Z
- E) Z con Z

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido:** Explicación del comportamiento de los átomos y moléculas al unirse por enlaces iónicos, covalentes y de coordinación para formar compuestos comunes como los producidos en la industria y en la minería, y los que son importantes en la composición de los seres vivos.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** E

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta el postulante debe comprender la formación de interacciones por puente de hidrógeno y poder relacionarla con las estructuras dadas.

La interacción por puente de hidrógeno corresponde a un tipo de interacción intermolecular que se produce entre moléculas polares que están formadas por hidrógeno y un átomo altamente electronegativo como flúor, nitrógeno, oxígeno y en algunos casos cloro o azufre. La interacción por puente de hidrógeno se produce entre el átomo de hidrógeno de una molécula y el átomo electronegativo de otra molécula. Este tipo de interacción puede darse entre moléculas iguales o diferentes, solo deben cumplir con las condiciones antes mencionadas. Esta propiedad está directamente relacionada, por ejemplo, con la solubilidad entre líquidos o entre sólidos covalentes y líquidos.

Se debe recordar que la electronegatividad es una propiedad de los átomos relacionada con su capacidad de atraer los electrones del enlace hacia sí.

Dado lo anterior, se deben estudiar las estructuras de las moléculas dadas en cuanto a su composición atómica y sus polaridades, con el fin de establecer si formarán puentes de hidrógeno. Como no se entregan los datos de electronegatividad de cada elemento presente en las moléculas, éstas se pueden estimar de acuerdo a la ubicación de los elementos en el sistema periódico, conociendo las tendencias de aumento de la electronegatividad en grupos y períodos. En forma general:



En la siguiente tabla se discute cada molécula en cuanto a su polaridad y se dan los valores de electronegatividad de cada átomo, corroborando lo que se puede deducir de su ubicación en el sistema periódico.

Molécula	Discusión
<p style="text-align: center;"><b>X</b></p>	<p>En esta molécula se observa que el enlace oxígeno e hidrógeno presenta una evidente polaridad. En el oxígeno, átomo altamente electronegativo, se genera una densidad de carga negativa (<math>\delta^-</math>) y en el H una densidad de carga positiva (<math>\delta^+</math>). En los enlaces C-H, si bien existe polaridad, ésta es más baja.</p> <p>Se concluye que esta molécula, formará puentes de hidrógeno, entre los átomos de H, unidos al O, de una molécula y los átomos de O de otra molécula, igual o que cumpla con las características necesarias para formar el puente de hidrógeno.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Y</b></p>	<p>En la molécula presentada, se observa claramente la polaridad de los enlaces entre hidrógeno y oxígeno. Por lo tanto, esta molécula presenta interacciones por puente de hidrógeno entre los átomos de H de una molécula y los átomos de O de otra igual o que cumpla con las características necesarias para formar el puente de hidrógeno, tal como se muestra en la siguiente figura:</p>
<p style="text-align: center;"><b>Z</b></p>	<p>En esta molécula, se puede apreciar que existe densidad de carga negativa en el átomo de oxígeno, siendo una molécula con cierta polaridad, sin embargo, en la zona de los grupos metilos, los átomos de hidrógeno son poco reactivos, por lo que no forman puentes de hidrógeno. Por tanto, esta molécula no formará puentes de hidrógeno con otra igual, pero sí con una molécula diferente, altamente polar que presente hidrógeno, como las moléculas denominadas X e Y de la pregunta.</p>

De lo anterior, se deduce que en las combinaciones de moléculas, X, Y y Z, presentadas en las opciones A), B), C) y D), se pueden producir interacciones por puente de hidrógeno, no así en la opción E), puesto que a pesar que Z es una molécula polar no cuenta con átomos de hidrógeno lábiles que puedan generar puentes de hidrógeno con otra molécula Z, si lo puede hacer con otras moléculas polares que cumplan todos los requisitos para formar puentes de hidrógeno, como las moléculas denominadas X e Y de la pregunta. Por lo tanto, la opción correcta es E), Z con Z no pueden formar puentes de hidrógeno.

## PREGUNTA 10 (Módulo Común)

Un elemento X, que tiene un potencial de ionización muy bajo y otro elemento Y, que posee una alta electroafinidad, pueden formar entre sí, un compuesto cuyo enlace es

- A) covalente coordinado.
- B) iónico.
- C) covalente polar.
- D) covalente apolar.
- E) metálico.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación del comportamiento de los átomos y moléculas al unirse por enlaces iónicos, covalentes y de coordinación para formar compuestos comunes como los producidos en la industria y en la minería, y los que son importantes en la composición de los seres vivos.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** B

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario que el postulante relacione las propiedades periódicas de los elementos con el tipo de enlace que presentan al formar compuestos.

Las propiedades periódicas son características físicas o energéticas de los átomos que siguen una determinada tendencia, de aumento o disminución, en grupos y períodos del sistema periódico. El potencial de ionización es la energía necesaria para “extraer” un electrón de un átomo o ion gaseoso, en su estado electrónico basal. En un grupo, a medida que aumenta el número atómico el potencial de ionización disminuye, puesto que al aumentar el número de niveles de energía aumenta el tamaño del átomo, además, la carga nuclear efectiva sobre los electrones más externos es menor por lo que se hace más fácil sacar estos electrones formando cationes (iones positivos). Contrariamente, en un período, se conservan los niveles de energía de los átomos que lo componen, sin embargo, al aumentar el número atómico aumenta la cantidad de electrones, produciendo una contracción del átomo, disminuyendo su tamaño. Esto hace que el potencial de ionización en un período aumente a medida que aumenta el número atómico.

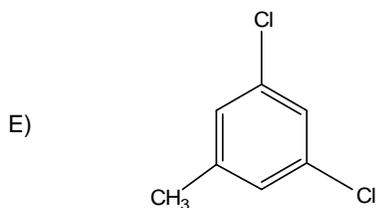
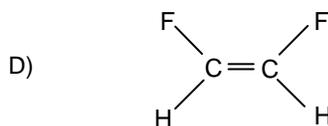
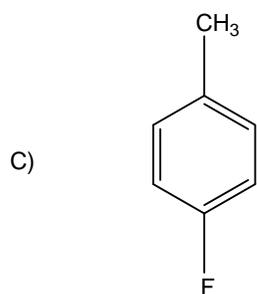
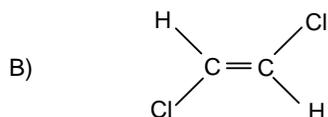
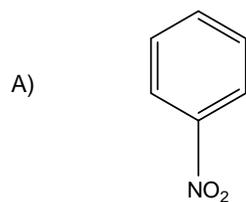
Con respecto a la electroafinidad, esta se define como la energía liberada cuando un átomo acepta electrones. Considerando este proceso como exergónico y tomando en cuenta las convenciones termodinámicas, las electroafinidades se presentan como valores negativos. En un grupo, la electroafinidad disminuye, se hace más positiva, a medida que aumenta el número atómico, puesto que al ser de mayor tamaño el átomo tiende a ceder con mayor facilidad sus electrones más externos formando cationes, siendo por ende, más difícil aceptar electrones. En un período, la electroafinidad aumenta a medida que aumenta el número atómico, ya que los átomos al hacerse más pequeños, aceptan con mayor facilidad electrones formando aniones (iones negativos). En forma general, se pueden resumir el aumento del potencial de ionización y de la electroafinidad, en grupos y períodos del sistema periódico, de la siguiente forma:



Dado lo anterior, si un átomo del elemento X tiene un potencial de ionización muy bajo, lo más probable es que forme cationes. Por otra parte, si un átomo del elemento Y tiene una electroafinidad muy alta, significa que formará aniones. Por lo tanto, lo más probable es que X e Y se enlacen a través de enlace iónico, unión que se establece por atracción electrostática entre un catión y un anión para formar compuestos. Entonces, la opción correcta a esta pregunta es B).

### PREGUNTA 11 (Módulo Electivo)

¿Cuál de las siguientes moléculas es apolar?



## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación del comportamiento de los átomos y moléculas al unirse por enlaces iónicos, covalentes y de coordinación para formar compuestos comunes como los producidos en la industria y en la minería, y los que son importantes en la composición de los seres vivos.

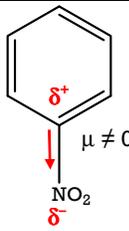
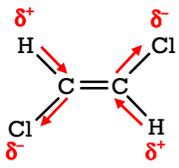
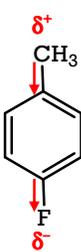
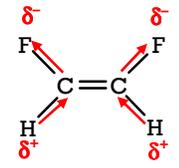
**Habilidad:** Aplicación

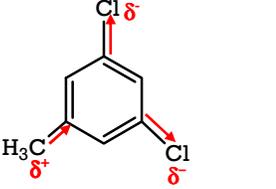
**Clave:** B

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario que el postulante comprenda el concepto de polaridad y lo pueda aplicar a una determinada molécula.

A continuación, se discute cada una de las moléculas que aparecen en las opciones de la pregunta para determinar cuál es apolar. La flecha indica el sentido de la polaridad del enlace, esto significa que los electrones de enlace se estarían moviendo en esa dirección dejando parcialmente negativo ( $\delta^-$ ) al átomo hacia donde se acercan y positivo ( $\delta^+$ ) desde donde se alejan.

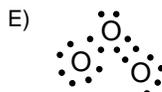
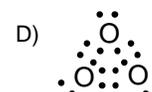
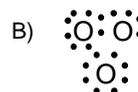
Opción	Molécula	Discusión
A)		Esta molécula corresponde al nitrobenzeno. Se sabe que el benceno es una molécula apolar, sin embargo, al estar uno de sus hidrógenos sustituido con el grupo nitro, éste genera un momento dipolar ( $\mu \neq 0$ ) que la transforma en una molécula <b>polar</b> .
B)		Sabiendo que el cloro es un átomo más electronegativo que el carbono, se puede deducir que en el enlace C-Cl, se genera un momento dipolar, que desplaza la nube electrónica hacia el cloro. En el caso del enlace C-H, el carbono es levemente más electronegativo que el hidrógeno, por lo que se genera un pequeño momento dipolar en dirección al carbono. A pesar de la presencia de estos enlaces polares, la molécula es apolar, ya que debido a la simetría de su estructura, los momentos dipolares se anulan.
C)		En esta molécula el átomo de flúor es el más electronegativo, por lo que genera un fuerte momento dipolar que se traduce en una densidad de carga negativa sobre él, promoviendo el carácter <b>polar</b> de la molécula.
D)		Siendo el átomo de flúor el más electronegativo, como en todas las moléculas en que se encuentra, genera una densidad de carga negativa sobre él, dejando una densidad de carga positiva, en este caso, sobre los hidrógenos, formando una molécula <b>polar</b> .

E)		Debido a la alta electronegatividad de los átomos de cloro, sobre ellos se genera una densidad de carga negativa, lo que se traduce en que la molécula adquiera <b>polaridad</b> .
----	---	--

Dado lo anterior, se concluye que la única molécula apolar de las opciones es la representada en B), siendo ésta la opción correcta.

## PREGUNTA 12 (Módulo Electivo)

¿Cuál es la estructura de Lewis para el ozono (O<sub>3</sub>)?



### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación del comportamiento de los átomos y moléculas al unirse por enlaces iónicos, covalentes y de coordinación para formar compuestos comunes como los producidos en la industria y en la minería, y los que son importantes en la composición de los seres vivos.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** E

### COMENTARIO

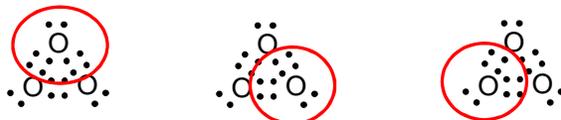
Para responder esta pregunta es necesario aplicar las reglas básicas de representación de moléculas mediante estructuras de Lewis, tal como se explicó en la pregunta 6. En este caso, el átomo de oxígeno (O) se encuentra rodeado de los electrones del último nivel de energía, los cuales se obtienen a partir de su configuración electrónica, de la siguiente manera:



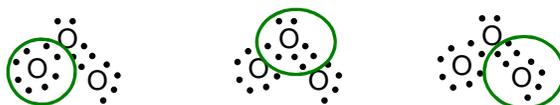
Es importante recordar que para formar una molécula (en este caso ozono), los electrones de la capa más externa se combinan de manera tal que cada átomo debe quedar rodeado de 8 electrones, tal como lo enuncia la regla del octeto. Considerando esto, cada átomo de oxígeno debe estar rodeado por 6 electrones de valencia, al ser 3 átomos se debe reordenar un total de 18 electrones, por tanto, las opciones A) y B) quedarían excluidas ya que poseen 20 electrones distribuidos entre los 3 átomos de oxígeno. Las opciones C), D) y E) tienen un total de 18 electrones. En el caso de la estructura C), se observa que no todos los átomos cumplen con la regla del octeto:

El átomo de oxígeno de la izquierda no cumple con el octeto 

En la estructura D), ninguno de los tres átomos de oxígeno cumple con la ley del octeto, cada uno de estos átomos está rodeado por 10 electrones, por lo tanto la estructura es incorrecta.



Para la opción E), la representación de Lewis corresponde a una estructura en donde cada átomo de oxígeno está rodeado de 8 electrones, por lo tanto esta estructura cumple con la regla del octeto:



De acuerdo a lo anterior, la opción correcta es E).

### PREGUNTA 13 (Módulo Común)

¿Cuál de los siguientes compuestos presenta el mayor número de estructuras resonantes?

- A) Ozono ( $O_3$ )
- B) Ácido nítrico ( $HNO_3$ )
- C) Ácido ciánico ( $HO-CN$ )
- D) Nitrometano ( $CH_3NO_2$ )
- E) Benceno ( $C_6H_6$ )

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica, sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de interacción con otros átomos.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación del comportamiento de los átomos y moléculas al unirse por enlaces iónicos, covalentes y de coordinación para formar compuestos comunes como los producidos en la industria y en la minería, y los que son importantes en la composición de los seres vivos.

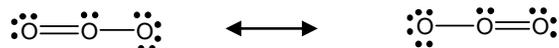
**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** C

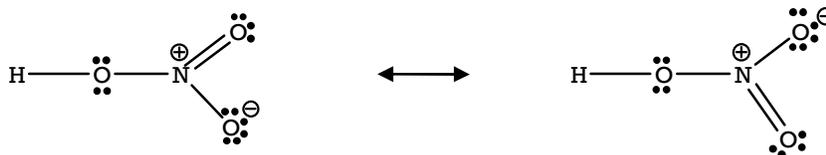
#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario analizar el concepto de resonancia en las estructuras de Lewis para cada una de las moléculas de los compuestos de las opciones. La resonancia se produce cuando dos o más estructuras de Lewis son aceptables, siendo la estructura verdadera el híbrido de resonancia que se produce de estas estructuras, éstas deben tener el mismo esqueleto y la misma contribución a la estructura del híbrido (hay algunas excepciones); y deben diferir en la distribución de electrones dentro de la estructura.

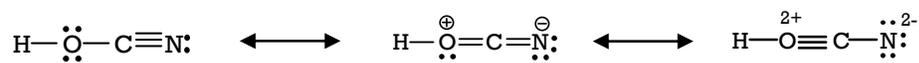
El ozono, opción A), presenta dos estructuras resonantes:



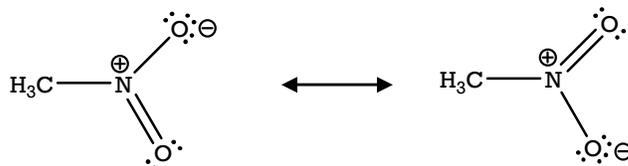
La flecha indica que ambas estructuras moleculares son equivalentes, o sea, que son resonantes. El ácido nítrico, opción B), presenta dos estructuras resonantes:



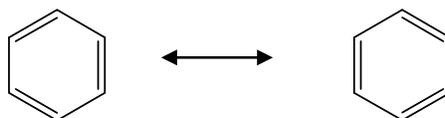
El ácido ciánico, opción C), presenta tres estructuras resonantes:



El nitrometano, opción D), presenta dos estructuras resonantes:



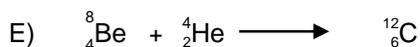
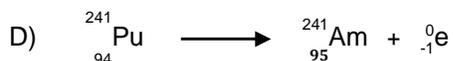
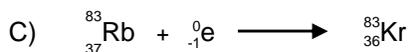
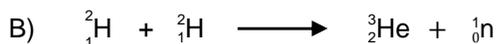
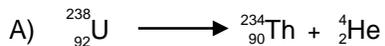
El benceno, opción E), presenta dos estructuras resonantes:



De lo anterior se concluye que, de los compuestos mencionados, el que presenta mayor número de estructuras resonantes es el de la opción C).

### PREGUNTA 14 (Módulo Electivo)

¿En cuál de las siguientes reacciones nucleares se produce emisión de radiaciones alfa?



## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** IV Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender los fundamentos relacionados con la radiactividad natural, distinguiendo los procesos de fisión y fusión nuclear.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de los procesos de decaimiento radiactivo, fisión y fusión nuclear y su utilización en la generación de energía y en aplicaciones tecnológicas en los ámbitos de la salud y la alimentación.

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** A

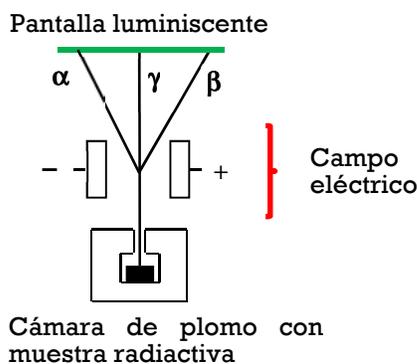
## COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario recordar las características de una reacción nuclear, de los tipos de radiación y los conceptos de emisión y absorción.

La siguiente tabla resume las principales características de tres de las radiaciones más comunes y sus simbologías:

Radiación	Características
Alfa	Corresponde a un núcleo de helio, tiene carga positiva, se simboliza como ${}^4_2\text{He}$ o $\alpha$
Beta	Son electrones, tienen carga negativa, se simboliza como $\beta^-$ o ${}^0_{-1}\text{e}$
Gamma	Es radiación electromagnética, no tiene carga ni masa, se simboliza por $\gamma$

Las radiaciones generadas por un elemento radiactivo se caracterizan por sus masas relativas y su comportamiento frente a un campo eléctrico. En la siguiente figura se muestra el comportamiento de los tres tipos de radiación descritos en la tabla anterior, frente a un campo eléctrico, lo cual corrobora la carga que tiene cada una de estas radiaciones:

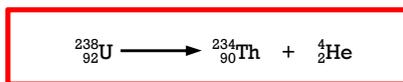


En cuanto a las reacciones nucleares, estas pueden ser de emisión o de absorción. Una reacción de emisión puede ocurrir cuando un núcleo de un elemento inestable es bombardeado con una partícula, generando la transmutación del elemento y el desprendimiento o emisión de radiación que puede ser alguna de las descritas en la tabla anterior.

Una reacción nuclear se puede expresar a través de una ecuación, en la cual se anotan los reactantes y productos. La ecuación está correctamente escrita o equilibrada, si la suma de las masas atómicas ( $\Sigma A$ ) y la suma de los números atómicos ( $\Sigma Z$ ) en los reactantes, es igual a la suma de estos mismos parámetros en las especies de los productos.

Ejemplo:

Si se considera la ecuación de la opción A):



Reactante		Productos	
$\Sigma Z$	$\Sigma A$	$\Sigma Z$	$\Sigma A$
92	238	$90 + 2 = 92$	$234 + 4 = 238$

La ecuación está equilibrada, ya que las sumas de Z y A, son iguales en productos y reactantes.

En esta reacción se observa que el uranio se transforma en torio y emite  ${}^4_2\text{He}$ , que como puede corroborarse en la tabla corresponde a una partícula  $\alpha$  (alfa). Siendo la opción A), la respuesta correcta a la pregunta.

Por lo anteriormente expuesto, en el caso de la opción B) se produce una emisión de neutrones; en la ecuación de la opción C) se está produciendo un bombardeo con electrones o radiación  $\beta^-$ , en la opción D) se produce una emisión de electrones o radiación  $\beta^-$ ; y en la opción E) un bombardeo con  ${}^4_2\text{He}$  o radiación  $\alpha$ .

### PREGUNTA 15 (Módulo Electivo)

¿Cuál opción indica correctamente la vida media y la masa inicial de  ${}^{131}_{53}\text{I}$  si después de 24 días quedan 10 mg del radioisótopo?

	Vida media (días)	Masa inicial de ${}^{131}_{53}\text{I}$ (mg)
A)	4	20
B)	6	60
C)	8	40
D)	12	20
E)	24	20

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Estructura atómica

**Nivel:** IV Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender los fundamentos relacionados con la radiactividad natural, distinguiendo los procesos de fisión y fusión nuclear.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de los procesos de decaimiento radiactivo, fisión y fusión nuclear y su utilización en la generación de energía y en aplicaciones tecnológicas en los ámbitos de la salud y la alimentación.

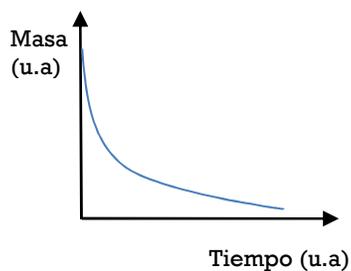
**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** E

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta, el postulante debe aplicar el concepto de vida media. La vida media se define como el tiempo necesario para que una masa dada de un elemento radiactivo disminuya exactamente a la mitad.

Gráficamente, el decaimiento radiactivo de un elemento se representa por:



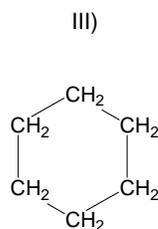
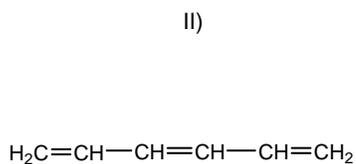
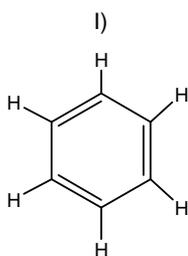
En la siguiente tabla se resume lo que quedaría de la muestra al aplicar el concepto de vida media a cada una de las opciones de respuesta:

Opción	Vida media (días)	Masa inicial de $^{131}_{53}\text{I}$ (mg)	Desarrollo
A)	4	20	Al cabo de 24 días quedarán 0,3125 mg
B)	6	60	Al cabo de 24 días quedarán 3,75 mg
C)	8	40	Al cabo de 24 días quedarán 5 mg
D)	12	20	Al cabo de 24 días quedarán 5 mg
E)	24	20	Al cabo de 24 días quedarán 10 mg

De lo anterior se concluye que la opción correcta es la E).

### PREGUNTA 16 (Módulo Electivo)

Dadas las siguientes estructuras:



¿Cuál(es) de ellas tiene(n) fórmula empírica  $\text{CH}_2$ ?

- A) Solo I
- B) Solo II
- C) Solo III
- D) Solo I y II
- E) Solo II y III

## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales, se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de las propiedades específicas del carbono que le permiten la formación de una amplia variedad de moléculas.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** C

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario comprender que la fórmula empírica es la expresión que representa la proporción mínima, en números enteros, entre los átomos de un compuesto químico, o sea, tiene los subíndices más pequeños. Se debe recordar que en ocasiones, la fórmula empírica y la fórmula molecular coinciden. Entre la masa molar de las fórmulas molecular y empírica existe una relación de números enteros ( $n$ ), que corresponde a un múltiplo de la cantidad de átomos de cada elemento presentes en la molécula.

$$n = \frac{\text{masa molar fórmula molecular}}{\text{masa molar fórmula empírica}}$$

Por ejemplo:

La glucosa tiene por fórmula molecular:  $C_6H_{12}O_6$ , por lo que su fórmula empírica es  $CH_2O$ . Al calcular la masa molar de ambas fórmulas, se encuentra que para la glucosa es 180 g/mol y para su fórmula empírica es 30 g/mol, al aplicar la relación descrita anteriormente, queda que:

$$n = \frac{180}{30} = 6$$

Si los subíndices de la fórmula empírica  $CH_2O$  se amplifican por 6, se llega a la fórmula molecular de la glucosa  $C_6H_{12}O_6$ .

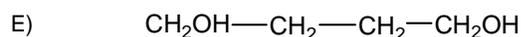
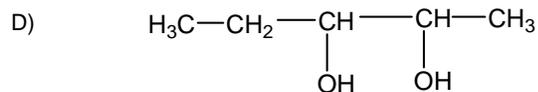
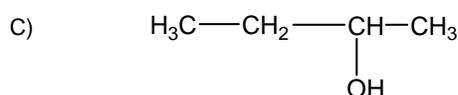
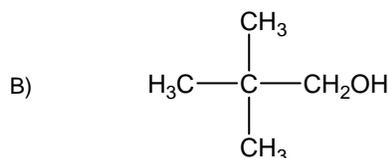
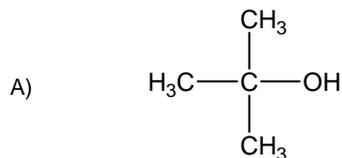
Al aplicar estas relaciones a las opciones de la pregunta, se obtiene:

- La estructura I) tiene como fórmula molecular  $C_6H_6$ , por tanto, su fórmula empírica es CH.
- La estructura II) tiene como fórmula molecular  $C_6H_8$ , por tanto, su fórmula empírica es  $C_3H_4$ .
- La estructura III) tiene como fórmula molecular  $C_6H_{12}$ , por tanto, su fórmula empírica es  $CH_2$ .

Por tanto, la estructura III) es la única que corresponde a la fórmula empírica  $CH_2$ , siendo correcta la opción C).

## PREGUNTA 17 (Módulo Común)

¿Cuál de los siguientes alcoholes es un alcohol terciario?



### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales, se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de la importancia de los grupos funcionales en las propiedades de algunos compuestos orgánicos que son claves en los seres vivos y relevantes en la elaboración de productos industriales.

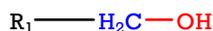
**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** A

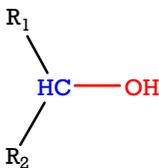
### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario comprender la nomenclatura orgánica y grupos funcionales, en este caso de los alcoholes. Los alcoholes son compuestos orgánicos que contienen grupo(s) hidroxilo(s) (-OH). Se pueden clasificar en alcoholes primarios, secundarios o terciarios:

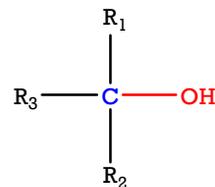
- **Alcohol primario:** el grupo hidroxilo sustituye un hidrógeno (H) de un carbono (C) primario, o sea, un C unido a 2 átomos de H y 1 radical.
- **Alcohol secundario:** el grupo hidroxilo sustituye un hidrógeno (H) de un carbono (C) secundario, o sea, un C unido a 1 átomo de H y 2 radicales.
- **Alcohol terciario:** el grupo hidroxilo sustituye un hidrógeno (H) de un carbono (C) terciario, o sea, un C unido a 3 grupos radicales.



Alcohol Primario



Alcohol Secundario



Alcohol Terciario

Por lo anteriormente expuesto, B) y E) corresponden a alcoholes primarios; C) y D) a alcoholes secundarios y A) corresponde a un alcohol terciario, siendo esta la opción correcta.

### PREGUNTA 18 (Módulo Común)

¿Cuál es la fórmula molecular de un alcano acíclico que tiene ocho átomos de carbono?

- A)  $C_8H_{18}$
- B)  $C_8H_{16}$
- C)  $C_8H_{14}$
- D)  $C_8H_{12}$
- E)  $C_8H_{10}$

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales, se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de la importancia de los grupos funcionales en las propiedades de algunos compuestos orgánicos que son claves en los seres vivos y relevantes en la elaboración de productos industriales.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** A

#### COMENTARIO

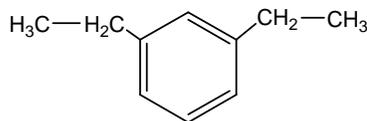
Para responder esta pregunta se debe aplicar los conocimientos de nomenclatura orgánica y sus respectivas estructuras, y además, se debe recordar la fórmula general de los hidrocarburos acíclicos.

Por otra parte, también se debe recordar que la fórmula molecular corresponde a una representación de los elementos que forman una molécula o compuesto químico, se debe indicar el símbolo del elemento y la cantidad exacta de átomos presentes de cada elemento (subíndice). En este caso se pregunta la fórmula molecular de un alcano, cuya fórmula general es  $C_nH_{2n+2}$ , por lo tanto, al comparar la información anterior queda claro que las opciones B), C), D) y E) no corresponden con la fórmula general para un alcano de 8 átomos de carbono, por tanto son incorrectas. No así la opción A)  $C_8H_{18}$ , la que corresponde a la fórmula general señalada anteriormente.

De lo anterior se deduce, entonces, que la opción correcta es A).

## PREGUNTA 19 (Módulo Común)

¿Cuál es el nombre IUPAC del siguiente compuesto?



- A) 1,3-etilbenceno
- B) p-dietilbenceno
- C) o-etilbenceno
- D) 2,6-dietilbenceno
- E) m-dietilbenceno

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales, se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de la importancia de los grupos funcionales en las propiedades de algunos compuestos orgánicos que son claves en los seres vivos y relevantes en la elaboración de productos industriales.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** E

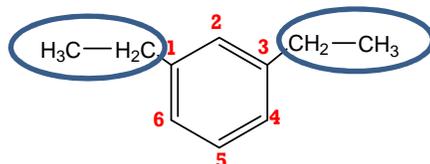
### COMENTARIO

Para responder esta pregunta, se debe aplicar las reglas de nomenclatura IUPAC para compuestos orgánicos. Se debe recordar que el nombre de una molécula entrega toda la información necesaria para poder representar su estructura molecular de forma correcta. Para nombrar este compuesto, es necesario utilizar las siguientes reglas de nomenclatura:

1. Se debe elegir una cadena principal.
  - Ésta será aquella que contenga el mayor número de átomos de carbono unidos de forma consecutiva.
2. Luego, se debe numerar la cadena principal.
  - De modo que el o los grupo(s) funcional(es) queden en la numeración más baja.
3. Finalmente, se debe nombrar la función orgánica.
  - Esto se hace según prioridad de los grupos funcionales.

En el caso del compuesto mostrado en este ítem, la cadena principal es un compuesto aromático, que contiene 6 átomos de carbono, conocido como benceno. Este compuesto presenta dos sustituyentes unidos él, cada uno presenta dos carbonos, por lo que reciben el nombre de etilo.

Para poder nombrar el compuesto, se debe numerar el anillo bencénico:

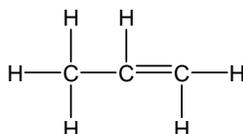


Se debe recordar que es necesario indicar el carbono en el cual está enlazado el sustituyente, en este caso están unidos a los carbonos 1 y 3. En el caso del benceno existen tres isómeros posibles, el 1,2-, el 1,3- y el 1,4-, que se nombran como orto- (o-), meta- (m-) y para- (p-), respectivamente, al haber dos sustituyentes se debe anteponer el prefijo di.

De acuerdo a lo anterior, la opción correcta es E), el compuesto recibe el nombre de m-dietilbenceno.

## PREGUNTA 20 (Módulo Electivo)

La fórmula estructural del propeno es:



Considerando las reglas IUPAC de numeración de los átomos de carbonos, los ángulos de enlace aproximados alrededor de los carbonos 1, 2 y 3, son

	C1	C2	C3
A)	90°	90°	90°
B)	109°	90°	120°
C)	180°	120°	109°
D)	120°	120°	109°
E)	180°	180°	90°

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales, se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de las propiedades específicas del carbono que le permiten la formación de una amplia variedad de moléculas.

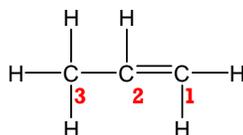
**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** D

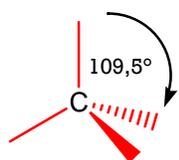
### COMENTARIO

Para responder la pregunta el postulante debe aplicar sus conocimientos sobre las propiedades del carbono relacionadas con la formación de enlaces, para determinar ángulos aproximados entre los enlaces.

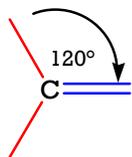
Lo primero que se debe hacer, como se explicó en la pregunta 19, es numerar la cadena de carbonos, con el fin de establecer cuáles son los carbonos 1, 2 y 3. La regla a ocupar dice que "al numerar una cadena de carbonos con insaturaciones, es decir, la presencia de doble o triple enlace, la preferencia para la menor numeración la tiene el carbono donde comienza la insaturación, en este caso el doble enlace:



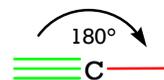
En el caso del carbono, sus átomos pueden presentar tres tipos de enlaces: simples, dobles y triples, cada uno asociado a una cierta distribución geométrica de sus orbitales, de tal forma que:



enlace simple  
estructura tetraédrica

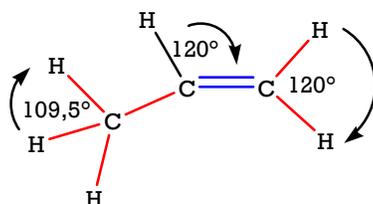


enlace doble  
estructura trigonal plana



enlace triple  
estructura lineal

De acuerdo a lo anterior, la estructura del propeno, tiene los siguientes ángulos de enlace:



Por lo tanto, en el carbono 1, los ángulos de enlace son de  $120^\circ$ , en el carbono 2 los ángulos son de  $120^\circ$  y en el carbono 3, el ángulo es de  $109^\circ$ . Siendo correcta la opción D).

### PREGUNTA 21 (Módulo Común)

La reacción representada por:



corresponde a una

- A) oxidación de alcoholes primarios.
- B) reducción de alcoholes secundarios.
- C) deshidratación de alcoholes primarios.
- D) esterificación de alcoholes.
- E) hidrólisis de alcoholes.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales, se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Representación de diversas moléculas orgánicas con grupos funcionales considerando su estereoquímica e isomería, en los casos que corresponda.

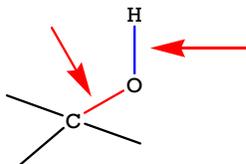
**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** A

## COMENTARIO

Para responder la pregunta, el postulante debe conocer y comprender las reacciones químicas que presentan los alcoholes.

Los alcoholes son moléculas reactivas básicamente en dos de sus enlaces: en el C-O y en el O-H.



Con respecto a las reacciones de los alcoholes, una de las más importantes, es la oxidación a través de la cual se producen compuestos carbonílicos: ácidos, aldehídos o cetonas. El tipo de compuesto que forman depende del tipo de alcohol, es decir, si se trata de un alcohol primario, secundario o terciario (estructuras en Pregunta 17).

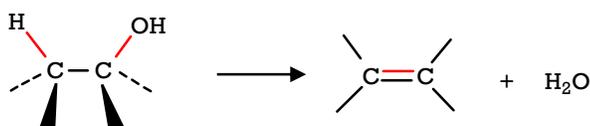
Los alcoholes primarios al oxidarse pueden producir aldehídos o ácidos carboxílicos, dependiendo de las condiciones y del tipo de oxidante utilizado. Para preparar aldehídos, generalmente, se usa clorocromato de piridinio (PCC:  $C_5H_6NCrO_3Cl$ ). Otros oxidantes más fuertes, como el permanganato de potasio ( $KMnO_4$ ), transforma a los alcoholes en ácidos carboxílicos, siendo el aldehído solo un intermediario de la reacción.

Los alcoholes secundarios producen fácilmente cetonas, al ser tratados con dicromato de sodio ( $Na_2Cr_2O_7$ ) en ácido acético acuoso. Los alcoholes terciarios no se oxidan a menos que reaccionen en condiciones más vigorosas.

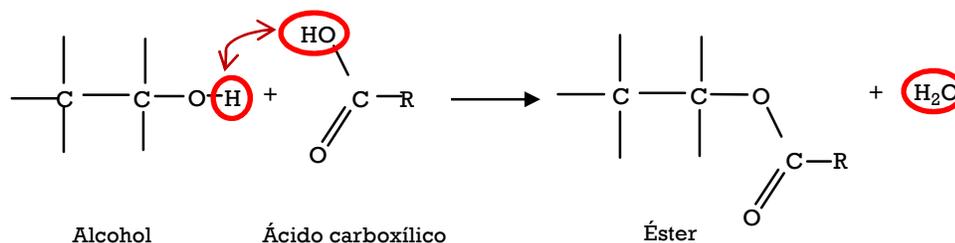
La reacción de oxidación se puede verificar por una disminución de hidrógenos en la molécula de alcohol lo que favorece la formación del compuesto carbonílico.

Los alcoholes pueden ser reducidos directamente mediante reductores fuertes como silanos (por ejemplo, trietilsilano) en medio ácido. En esta reacción se logra desoxigenar el alcohol y transformarlo en el alcano correspondiente. Indirectamente, la reducción de un alcohol se puede lograr a través de una deshidratación y una posterior hidrogenación para formar el alcano correspondiente.

Con respecto a la deshidratación de los alcoholes, esta reacción ocurre en presencia de ácidos (por ejemplo,  $H_2SO_4$ ) los alcoholes se transforman en alquenos, siendo el producto principal el alqueno más sustituido. La deshidratación se produce preferentemente en alcoholes terciarios, el enlace C-O y un enlace C-H vecino, se rompen dando paso a la generación de un enlace doble y el desprendimiento de una molécula de agua, tal como se muestra en la siguiente figura.



En cuanto a las reacciones de esterificación, estas pueden ser con ácidos inorgánicos u orgánicos. Cuando un alcohol reacciona con un ácido carboxílico, forma un éster y agua, como se muestra en la siguiente figura:

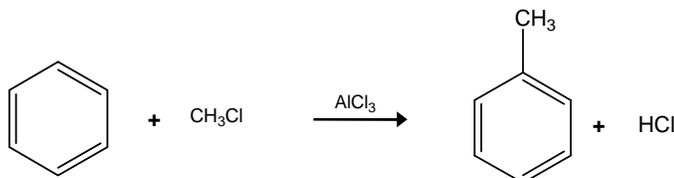


En cuanto a la reacción de hidrólisis, los alcoholes no presentan este tipo de reacción.

El alcohol de la pregunta corresponde a un alcohol primario. Si se observa la fórmula del producto, el grupo funcional de la molécula es el  $-CHO$ , es decir, se trata de una aldehído. Por lo que se puede concluir que se trata de una reacción de oxidación, de acuerdo a lo anterior, la respuesta correcta es A).

## PREGUNTA 22 (Módulo Electivo)

La siguiente ecuación:



corresponde a una reacción de

- A) adición.
- B) sustitución.
- C) oxidación.
- D) reducción.
- E) eliminación.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales, se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Representación de diversas moléculas orgánicas con grupos funcionales considerando su estereoquímica e isomería, en los casos que corresponda.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** B

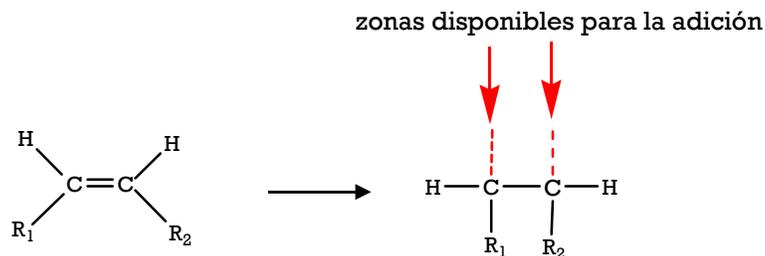
### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario que los postulantes comprendan las reacciones químicas que ocurren en los compuestos orgánicos y puedan clasificar la reacción propuesta en la pregunta.

Con respecto a las reacciones que aparecen en las opciones:

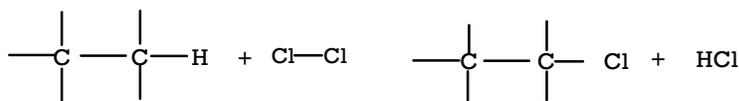
- **Reacción de adición:** este tipo de reacción se da en moléculas orgánicas que poseen insaturaciones (enlaces dobles o triples), en ellas se rompe el doble o triple enlace y se adicionan átomos o grupos atómicos a los enlaces covalentes que quedan disponibles en la molécula, se forma un solo producto.

En forma general:



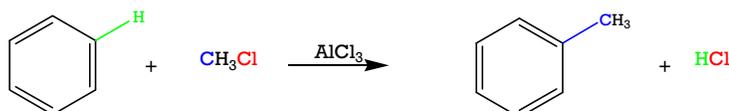
- **Reacción de sustitución:** es aquella que se produce cuando dos moléculas intercambian o sustituyen átomos entre ellas, generando dos productos diferentes.

Por ejemplo:

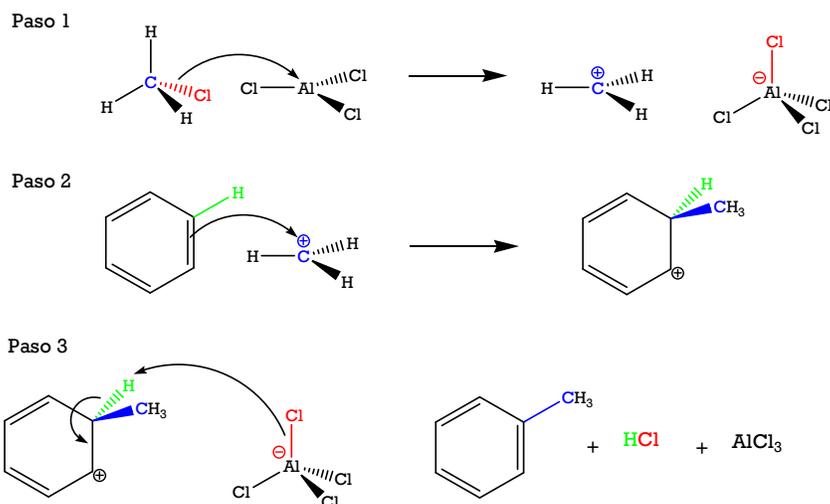


- **Reacción de oxidación:** se puede reconocer por la pérdida de átomos de hidrógeno de una molécula orgánica. Por ejemplo, la transformación de un alcohol a un aldehído.
- **Reacción de reducción:** se pueden reconocer por la ganancia de hidrógenos por parte de una molécula orgánica. Por ejemplo, la hidrogenación de un alqueno.
- **Reacción de eliminación:** es aquella en que un reactante, bajo condiciones específicas, se descompone en dos sustancias diferentes.

Con respecto a la reacción de la pregunta, si se considera que cada vértice de la estructura del benceno que aparece tiene un hidrógeno, lo que ha ocurrido es una sustitución de uno de éstos por el grupo metilo del  $\text{CH}_3\text{Cl}$  y a su vez el hidrógeno reemplazado se ha unido al  $-\text{Cl}$ , formando el ácido correspondiente ( $\text{HCl}$ ).



A continuación, se describe el mecanismo de esta reacción:



Por lo que la reacción es de sustitución, siendo correcta la opción B).

### PREGUNTA 23 (Módulo Común)

Un compuesto X reacciona con ácido clorhídrico (HCl) y se forma  $C_4H_9Cl$ . De acuerdo a esta información, X es un hidrocarburo

- A) con un doble enlace.
- B) acetilénico.
- C) saturado.
- D) con dos dobles enlaces.
- E) aromático.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales, se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

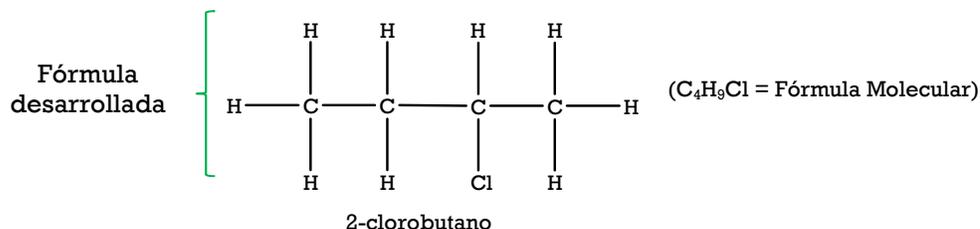
**Contenido Mínimo Obligatorio:** Representación de diversas moléculas orgánicas con grupos funcionales considerando su estereoquímica e isomería, en los casos que corresponda.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** A

#### COMENTARIO

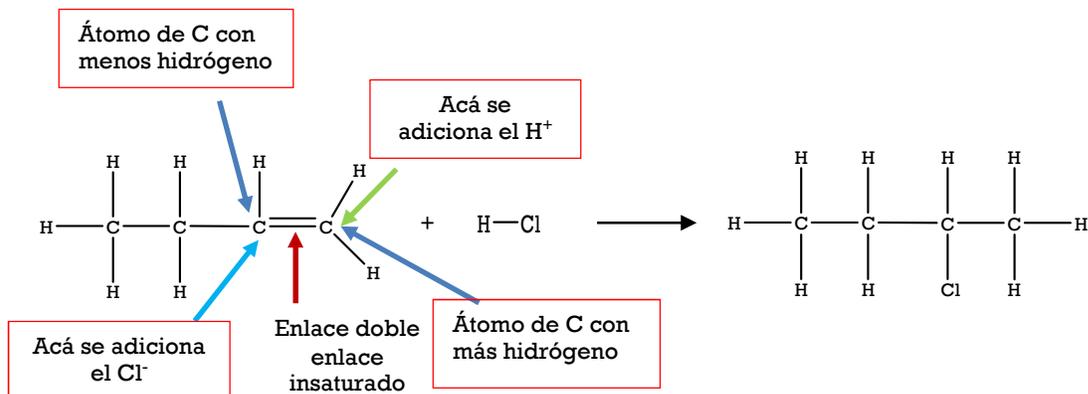
Para responder esta pregunta es necesario reconocer el tipo de compuesto formado y aplicar la(s) reacción(es) orgánica(s) relacionada(s) a él. El compuesto formado presenta la siguiente fórmula molecular y desarrollada:



De acuerdo a lo anterior, se puede inferir que el compuesto corresponde a un alcano halogenado. Los compuestos que originalmente forman alcanos halogenados son los alquenos. Los alquenos, son compuestos que debido a su doble enlace presentan una menor cantidad de átomos de hidrógeno en comparación a los alcanos, por esto reciben el nombre de compuestos insaturados.

Los alquenos experimentan reacciones de adición con hidrácidos (HA), las cuales son las más representativas de este grupo, el halógeno del hidrácido ( $A^-$ ) se une al átomo de carbono del doble enlace, que tiene menos átomos de hidrógeno. El átomo de hidrógeno ( $H^+$ ) a su vez, se adiciona al átomo de carbono también del doble enlace, que tiene más átomos de hidrógeno.

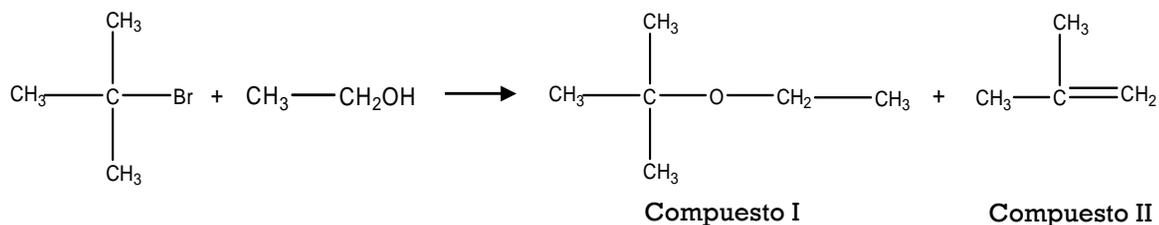
En el siguiente esquema se representa la reacción de adición planteada en la pregunta que origina el producto  $C_4H_9Cl$ :



La opción correcta es A), la cual corresponde a un compuesto con un doble enlace.

### PREGUNTA 24 (Módulo Electivo)

Dada la siguiente reacción:



¿Cuál opción indica correctamente cómo se forman los compuestos I y II en la reacción entre 2-bromo-2-metilpropano y etanol?

	Compuesto I se forma por	Compuesto II se forma por
A)	sustitución	adición
B)	adición	sustitución
C)	eliminación	adición
D)	sustitución	eliminación
E)	adición	adición

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales, se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Representación de diversas moléculas orgánicas con grupos funcionales considerando su estereoquímica e isomería, en los casos que corresponda.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

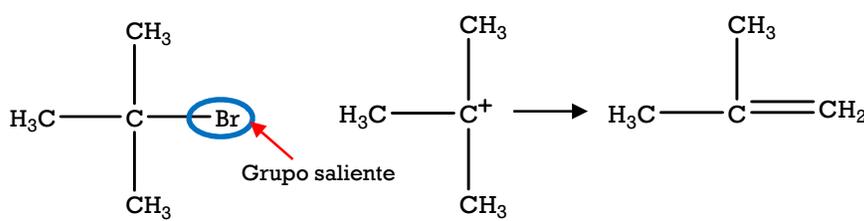
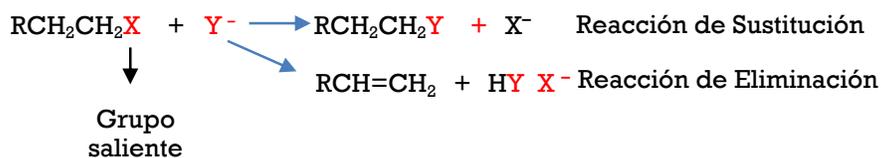
**Clave:** D

## COMENTARIO

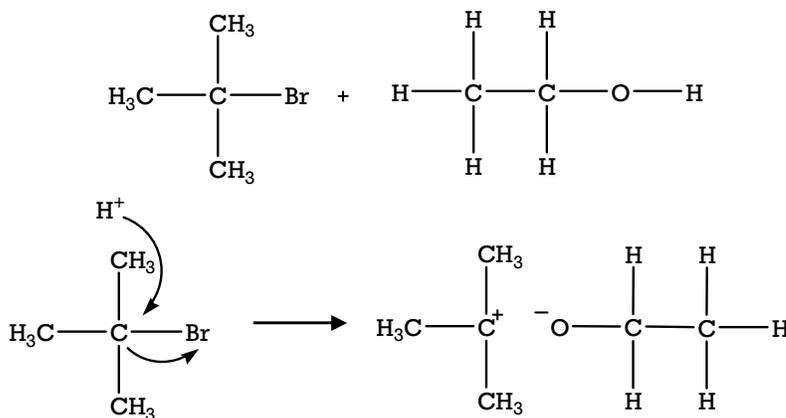
Para responder esta pregunta se debe analizar los productos I y II de la reacción planteada. Luego, al analizar las opciones, de acuerdo a las reacciones definidas en la pregunta 22, se concluye que corresponden a de productos formados por reacciones de sustitución y de eliminación, respectivamente. Recordando que:

- **Sustitución:** es un tipo de reacción en donde un átomo o un grupo de átomos dentro de una molécula es (son) sustituido(s) (grupo saliente) por otro átomo o grupo de átomos.
- **Eliminación:** es el proceso inverso de las reacciones de adición y ocurren cuando un único reactivo forma dos productos.

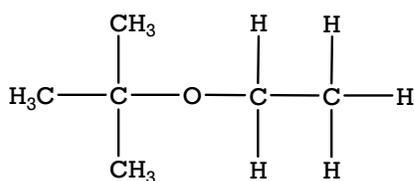
Ambos tipos de reacciones se representan a través del siguiente esquema:



Reacción de Eliminación



Reacción de Sustitución



De acuerdo a lo anterior, la opción correcta es D).

## PREGUNTA 25 (Módulo Electivo)

¿Cuál de los siguientes compuestos presenta un centro asimétrico o quiral?

- A) 1,2-etanodiol
- B) 2-propanol
- C) 2-butanol
- D) 3-pentanol
- E) 1,5-pentanodiol

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales, se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

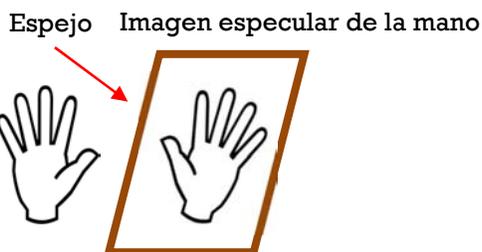
**Contenido Mínimo Obligatorio:** Representación de diversas moléculas orgánicas con grupos funcionales considerando su estereoquímica e isomería, en los casos que corresponda.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** C

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario aplicar el concepto de quiralidad o asimetría a las moléculas planteadas en las opciones. La quiralidad se aplica a aquellas moléculas que no se pueden superponer a sus imágenes especulares, razón por lo que se presentan en dos formas enantioméricas (formas opuestas). La quiralidad puede ser ejemplificada con lo que ocurre entre una mano y su imagen especular (la que se observa en un espejo):

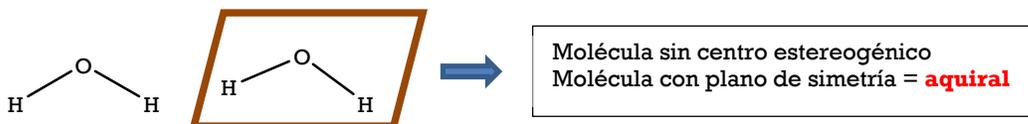


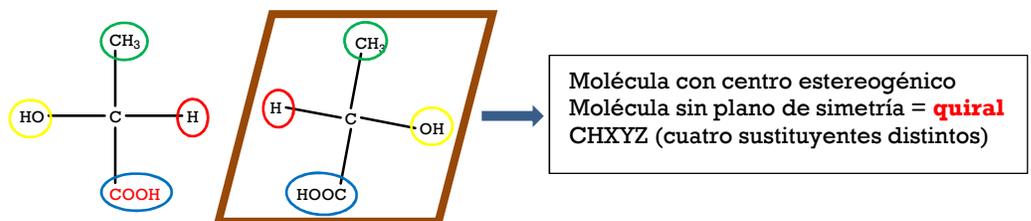
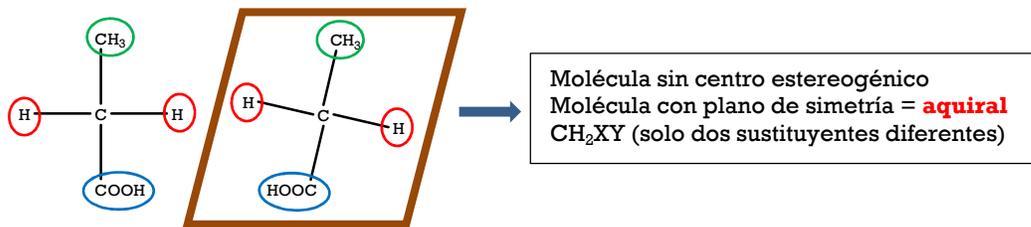
Al tratar de superponer la mano con su imagen especular, se observa que no es posible, ya que son opuestas.

La no coincidencia de la mano con su imagen especular, significa que la mano no tiene un plano de simetría que la divida en dos mitades equivalentes. De esta característica de las manos, procede el término quiralidad.

Análogamente, una molécula es quiral cuando tiene átomos de carbonos o centros estereogénicos, con todos sus sustituyentes distintos y por lo tanto, no tienen un plano de simetría, siendo imposible superponer la estructura de la molécula con su imagen especular, siendo entonces una molécula quiral que se presenta en dos formas enantiómeras.

**Ejemplos:**





Para saber cuál de las moléculas presentadas en las opciones es quiral, se debe escribir la fórmula estructural de cada una de ellas, para luego aplicar el concepto de quiralidad.

Opción	Fórmula Estructural	Comentario
A)	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C} \\  / \quad \backslash \\  \text{HO} \quad \text{H} \\  \quad \quad \backslash \\  \quad \quad \quad \text{H}  \end{array}  $	La molécula corresponde a 1,2-etanodiol. No presenta centro estereogénico y se representa por CH <sub>2</sub> XY, presentando dos sustituyentes iguales, por ende, la molécula es aquiral, siendo la opción A) incorrecta.
B)	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_3 \\    \\  \text{C} \\  / \quad \backslash \\  \text{HO} \quad \text{H} \\  \quad \quad \backslash \\  \quad \quad \quad \text{CH}_3  \end{array}  $	La molécula corresponde a 2-propanol. No presenta centro estereogénico y se representa por CHX <sub>2</sub> Y, presentando dos sustituyentes iguales, por ende, la molécula es aquiral, siendo la opción B) incorrecta.
C)	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{CH}_3 \\    \\  \text{C} \\  / \quad \backslash \\  \text{HO} \quad \text{H} \\  \quad \quad \backslash \\  \quad \quad \quad \text{CH}_3  \end{array}  $	La molécula corresponde a 2-butanol. Presenta centro estereogénico y se representa por CHXYZ. Por ende, la molécula es quiral, siendo la opción C) correcta.
D)	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{CH}_3 \\    \\  \text{C} \\  / \quad \backslash \\  \text{HO} \quad \text{H} \\  \quad \quad \backslash \\  \quad \quad \quad \text{CH}_2\text{CH}_3  \end{array}  $	La molécula corresponde a 3-pentanol. No presenta centro estereogénico y se representa por CHX <sub>2</sub> Y, presentando dos sustituyentes iguales, por ende, la molécula es aquiral, siendo la opción D) incorrecta.
E)	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \\    \\  \text{C} \\  / \quad \backslash \\  \text{HO} \quad \text{H} \\  \quad \quad \backslash \\  \quad \quad \quad \text{H}  \end{array}  $	La molécula corresponde a 1,5-pentanodiol. No presenta centro estereogénico y se representa por CH <sub>2</sub> XY, presentando dos sustituyentes iguales, por ende, la molécula es aquiral, siendo la opción E) incorrecta.

De acuerdo a lo anterior, la respuesta correcta es C), la cual corresponde al 2-butanol.

## PREGUNTA 26 (Módulo Electivo)

La estructura  $\alpha$ -helicoidal de las proteínas se estabiliza debido a que estas presentan

- A) puentes de hidrógeno.
- B) interacciones de tipo hidrófobas.
- C) atracción ión-dipolo.
- D) enlace peptídico.
- E) enlace covalente polar.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** IV Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender los fundamentos y leyes básicas que explican las reacciones ácido - base, las de óxido - reducción y las de polimerización - despolimerización.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de los mecanismos de formación de polímeros naturales y artificiales importantes, por ejemplo, en la síntesis de proteínas, en la producción de vestimentas o plásticos.

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** A

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario que el postulante recuerde los tipos de estructuras que se han definido para una proteína, entre las cuales está la estructura  $\alpha$ -helicoidal, y sus características. Las estructuras que se pueden reconocer en una proteína, son:

#### Estructura primaria:

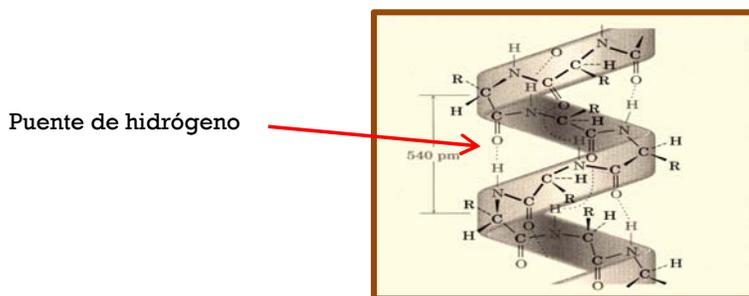
Se presenta cuando los aminoácidos se encuentran ordenados en forma lineal y unidos entre sí mediante enlaces peptídicos. El enlace representativo de esta estructura es el enlace covalente.



#### Estructura secundaria:

Describe la forma en que los aminoácidos se distribuyen en el espacio. Los tres tipos más comunes de estructura secundaria son:  $\alpha$ -helicoidal, hoja plegada y triple hélice.

La estructura  $\alpha$ -helicoidal, se mantiene estable por puentes de hidrógeno que se forman entre cada grupo N-H de un aminoácido y el átomo de oxígeno de un grupo C=O de otro aminoácido presente en el siguiente giro de la hélice. Puesto que muchos puentes de hidrógeno se forman a lo largo de la columna de un péptido, esta porción de la proteína toma la forma de una fuerte bobina apretada que se parece a un cordón de teléfono.



Estructura  $\alpha$ -helicoidal

(Fuente: Química Orgánica, J. McMurry, 5ª Ed.)

### Estructura terciaria:

Implica atracciones y repulsiones entre los grupos de la cadena lateral de los aminoácidos en la cadena de polipéptidos. A medida que ocurren interacciones entre diferentes partes de la cadena peptídica, segmentos de la cadena giran y se doblan hasta que la proteína adquiere una forma tridimensional específica. Esta forma molecular es la que determina la función biológica de la molécula. La estructura terciaria de una proteína se estabiliza mediante interacciones entre los radicales de los aminoácidos ubicados en una región de la cadena de polipéptidos, con radicales de otros aminoácidos en otras regiones de la proteína

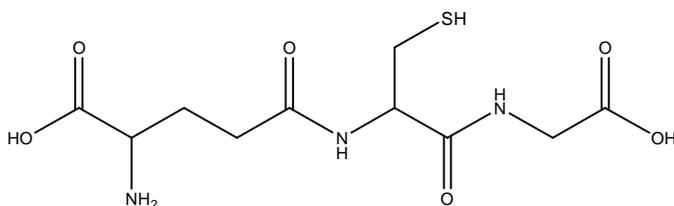
### Estructura cuaternaria:

Es la combinación de dos o más subunidades proteicas para formar una proteína biológicamente activa.

En las opciones se presentan diversos tipos de interacciones moleculares y atómicas, que de alguna manera contribuyen a la estructura de las proteínas, sin embargo, de lo anterior se deduce que la estructura  $\alpha$ -helicoidal está relacionada con la estructura secundaria de las proteínas y que la estabilidad de la hélice, en la molécula, se debe a la formación de puentes de hidrógeno. Por lo tanto la respuesta correcta es A).

## PREGUNTA 27 (Módulo Electivo)

El glutatión presenta la siguiente estructura química:



¿Cuántos enlaces peptídicos y enlaces C-H presenta esta molécula?

	Enlaces peptídicos	Enlaces C-H
A)	2	4
B)	4	8
C)	2	8
D)	3	9
E)	2	10

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Química Orgánica

**Nivel:** IV Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender los fundamentos y leyes básicas que explican las reacciones ácido - base, las de óxido - reducción y las de polimerización - despolimerización.

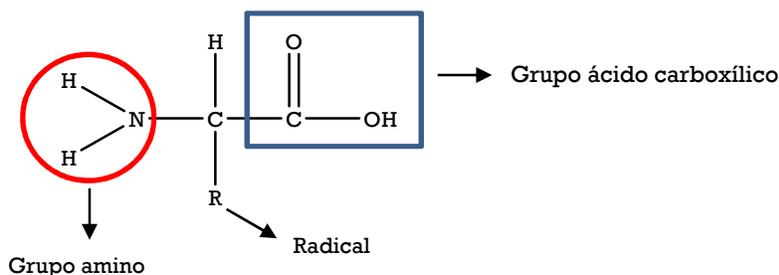
**Contenido:** Descripción de los mecanismos de formación de polímeros naturales y artificiales importantes, por ejemplo, en la síntesis de proteínas, en la producción de vestimentas o plásticos.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

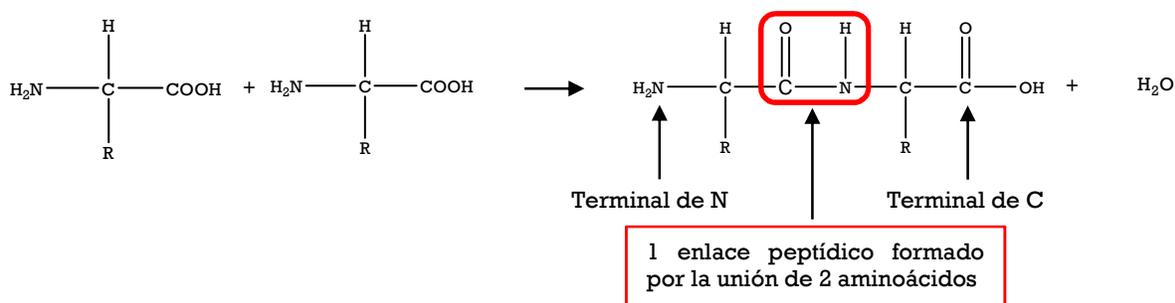
**Clave:** E

## COMENTARIO

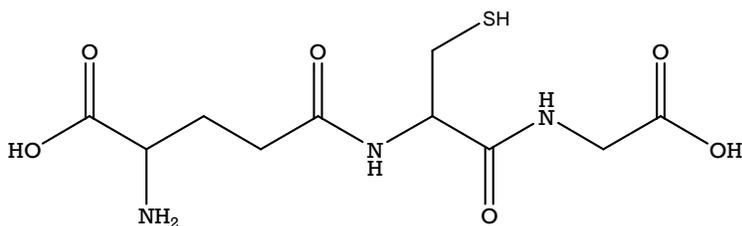
Para responder esta pregunta es necesario analizar y aplicar los conceptos de aminoácido y de enlace peptídico. Un aminoácido contiene un grupo amino ( $-\text{NH}_2$ ) y un grupo ácido carboxílico ( $-\text{COOH}$ ) ambos unidos a un átomo de carbono central, cada aminoácido además presenta una cadena lateral diferente la cual le confiere sus propiedades. La estructura general de cada aminoácido es:



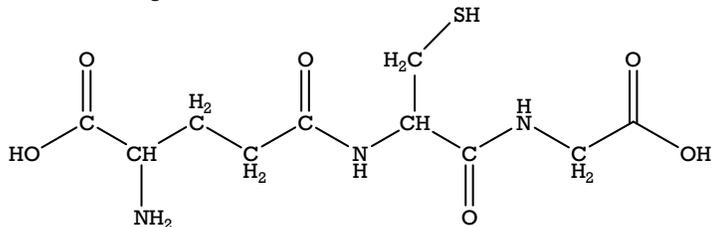
La unión de dos o más aminoácidos forma un péptido. Un enlace peptídico es un enlace amida que se forma cuando el grupo  $-\text{COOH}$  de un aminoácido reacciona con el grupo amina del siguiente aminoácido  $-\text{NH}_2$ , como por ejemplo:



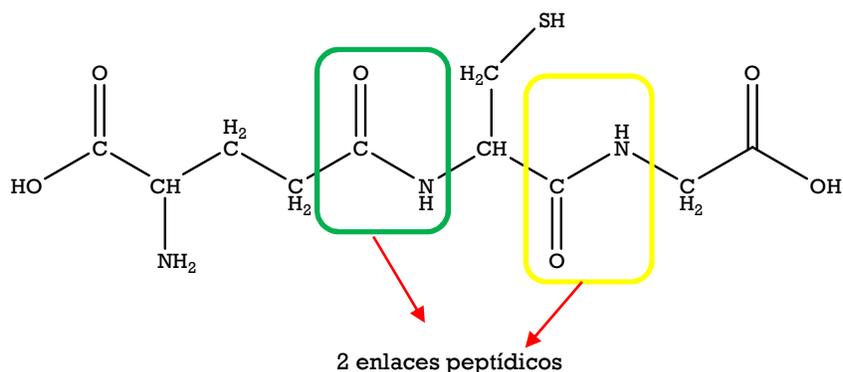
En el enunciado de la pregunta se hace referencia a cuántos enlaces peptídicos y enlaces C-H presenta la siguiente molécula:



Para responder a la pregunta se debe convertir la fórmula topológica a una fórmula semidesarrollada, resultando lo siguiente:



Al analizar la fórmula del glutatión anterior, se obtiene que, según lo mencionado anteriormente, existen 2 enlaces peptídicos, los cuales se muestran en la siguiente figura:



Al existir 2 enlaces peptídicos se concluye que el glutatión se encuentra formado por 3 aminoácidos. Además, la molécula presenta 10 enlaces carbono e hidrógeno (C-H).

De acuerdo a lo anterior, la opción correcta es E).

### PREGUNTA 28 (Módulo Común)

25 g de un compuesto de color naranja contiene 0,17 mol de átomos de potasio, 0,17 mol de átomos de cromo (masa molar = 52 g/mol) y 0,60 mol de átomos de oxígeno. Según estos datos, la fórmula empírica de este compuesto es

- A)  $\text{KCrO}_4$
- B)  $\text{KCrO}_7$
- C)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$
- D)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- E)  $\text{K}_3\text{Cr}_3\text{O}_{14}$

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Establecer relaciones cuantitativas en diversas reacciones químicas presentes en la nutrición de seres vivos, industria y ambiente.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de cálculos estequiométricos para explicar las relaciones cuantitativas entre cantidad de sustancia y de masa en reacciones químicas de utilidad industrial y ambiental, por ejemplo, en la formación del agua, la fotosíntesis, la formación de amoníaco para fertilizantes, el funcionamiento del "airbag", la lluvia ácida.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** D

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario que el postulante aplique el concepto de fórmula empírica. La fórmula empírica, es aquella que representa la razón del menor número entero de los átomos en un compuesto.

Pasos para determinar fórmula empírica:

**Paso 1:** Convertir la masa dada en cantidad de materia, en mol, como por ejemplo:

$$\text{átomo X} = \frac{\text{masa en g de X}}{\text{masa atómica de X en g/mol}} = \text{cantidad de X en mol}$$

En este caso, la cantidad de cada átomo en mol fue entregada, por ende, no es necesario llevar a cabo esta conversión.

**Paso 2:** Dividir cada cantidad en mol calculado en el paso 1) por el menor valor en mol obtenido, que en este caso es 0,17 siendo independiente para K o Cr.

Cantidad en mol	Átomos
0,17	K
0,17	Cr
0,60	O

$$\text{Para K} = (0,17 \text{ mol de K}) / 0,17 = 1 \text{ mol de K}$$

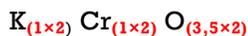
$$\text{Para Cr} = (0,17 \text{ mol de Cr}) / 0,17 = 1 \text{ mol de Cr}$$

$$\text{Para O} = (0,60 \text{ mol de O}) / 0,17 = 3,5 \text{ mol de O}$$

**Paso 3:** Se usan los valores en mol obtenidos en el paso 2, como subíndices de cada átomo respectivo, obteniéndose lo siguiente:



A veces al dividir por el número más pequeño se obtiene como resultado un número decimal, en lugar de un número entero, como es en el caso del átomo de oxígeno. Para eliminar el número decimal, se debe amplificar por un entero pequeño hasta que se obtenga como resultado un número entero en el átomo respectivo. En el ejemplo:



De acuerdo a lo anterior, la opción correcta es D).

### PREGUNTA 29 (Módulo Electivo)

Al hacer reaccionar 0,40 mol de cloruro de sodio (NaCl) con un exceso de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), las cantidades máximas, en mol, de cloruro de hidrógeno (HCl) y sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) que pueden formarse son

	HCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
A)	0,80	0,40
B)	0,40	0,80
C)	0,40	0,20
D)	0,20	0,40
E)	0,20	0,20

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Establecer relaciones cuantitativas en diversas reacciones químicas presentes en la nutrición de seres vivos, industria y ambiente.

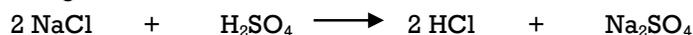
**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de cálculos estequiométricos para explicar las relaciones cuantitativas entre cantidad de sustancia y de masa en reacciones químicas de utilidad industrial y ambiental, por ejemplo, en la formación del agua, la fotosíntesis, la formación de amoníaco para fertilizantes, el funcionamiento del "airbag", la lluvia ácida.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** C

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario aplicar los distintos cálculos estequiométricos a la reacción que ocurre entre 0,40 mol de cloruro de sodio (NaCl) con un exceso de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para formar cloruro de hidrógeno (HCl) y sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La reacción que ocurre entre NaCl y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> es la siguiente:



De la ecuación se desprende que si reaccionan 2 mol de NaCl con 1 mol de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> se forman 2 mol de HCl y 1 mol de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Aplicando estas relaciones estequiométricas a la reacción de 0,40 mol de NaCl con un exceso de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, se pueden calcular las cantidades, en mol, de HCl y de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que se formarán.

#### **Determinación en mol de HCl**

Si 2 mol de NaCl forman 2 mol de HCl, entonces, 0,4 mol de NaCl formará 0,4 mol de HCl.

#### **Determinación en mol de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Si 2 mol de NaCl forma 1 mol de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, entonces, 0,40 mol de NaCl formará 0,2 mol de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.



Reacción	0,40 mol	exceso	0,40 mol	0,20 mol
----------	----------	--------	----------	----------

De acuerdo a lo anterior, la opción correcta es C).

### PREGUNTA 30 (Módulo Electivo)

La ecuación:



queda equilibrada con los coeficientes:

	NH <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	NO	H <sub>2</sub> O
A)	1	$\frac{1}{2}$	1	1
B)	1	1	1	1
C)	4	5	4	6
D)	2	2	2	3
E)	2	1	2	3

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental** Establecer relaciones cuantitativas en diversas reacciones químicas presentes en la nutrición de seres vivos, industria y ambiente.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de cálculos estequiométricos para explicar las relaciones cuantitativas entre cantidad de sustancia y de masa en reacciones químicas de utilidad industrial y ambiental, por ejemplo, en la formación del agua, la fotosíntesis, la formación de amoníaco para fertilizantes, el funcionamiento del "airbag", la lluvia ácida.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** C

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario aplicar el balance de reacciones químicas, de acuerdo con la ley de conservación de la masa. Para esto es necesario realizar una serie de pasos, los cuales son:

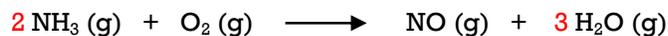
1.- Escribir la ecuación



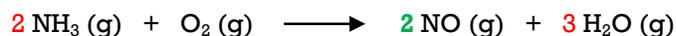
2.- Determinar si la ecuación se encuentra balanceada: Esto se realiza al comparar los átomos de los reactantes con los átomos de los productos.

Reactantes		Productos					
$\text{NH}_3(\text{g})$	+	$\text{O}_2(\text{g})$	$\longrightarrow$	$\text{NO}(\text{g})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	
1 átomo de nitrógeno				1 átomo de nitrógeno			• Balanceado
3 átomos de hidrógeno				2 átomos de hidrógeno			• No balanceado
2 átomos de oxígeno				2 átomos de oxígeno			• Balanceado

3.- Balancear la ecuación: En este caso los átomos de hidrógeno no se encuentran equilibrados, por lo tanto se deben ajustar por método de tanteo o simple inspección, lo que significa ajustar los coeficientes estequiométricos probando valores hasta que se consigue el ajuste, se pueden usar coeficientes fraccionarios o números enteros. Los átomos de hidrógeno se ajustarán con los coeficientes 2 y 3 respectivamente:



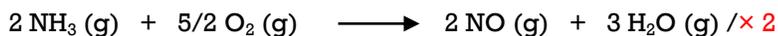
Ahora se ajustará el átomo de nitrógeno de los productos, usando el coeficiente 2,



Una vez equilibrados los átomos de nitrógeno y de hidrógeno, solo quedan por ajustar los átomos de oxígeno, tanto de reactantes como de productos, en algunos casos es más fácil usar coeficientes fracciones,



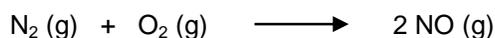
El coeficiente fraccionario, si se desea, se puede eliminar multiplicando todos los coeficientes por el denominador común, como por ejemplo:



De acuerdo a lo anterior, la opción correcta es C).

### **PREGUNTA 31 (Módulo Común)**

Para la siguiente reacción:



se afirma que

- I) la masa de los reactantes es igual a la masa del producto.
- II) la cantidad de moléculas de los reactantes es igual a la del producto.
- III) en condiciones normales de presión y temperatura, el volumen de los reactantes es igual al del producto.

Es (son) correcta(s)

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo III.
- D) solo I y II.
- E) I, II y III.

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Establecer relaciones cuantitativas en diversas reacciones químicas presentes en la nutrición de seres vivos, industria y ambiente.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de cálculos estequiométricos para explicar las relaciones cuantitativas entre cantidad de sustancia y de masa en reacciones químicas de utilidad industrial y ambiental, por ejemplo, en la formación del agua, la fotosíntesis, la formación de amoníaco para fertilizantes, el funcionamiento del “airbag”, la lluvia ácida.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** E

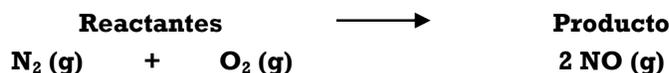
## COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario aplicar los conceptos de la ley de la conservación de la masa, la ecuación planteada en el enunciado.

La ley de la conservación de la masa dice lo siguiente: “la masa total de las sustancias presentes después de una reacción química es la misma masa total de las sustancias antes de la reacción, aplicando este concepto a la reacción del enunciado, debemos identificar las partes que conforman una reacción química, las cuales son:



Ahora se debe verificar que la cantidad en mol de reactantes sea igual a la cantidad en mol de producto:

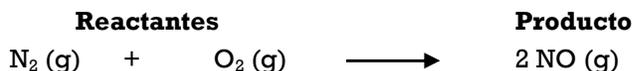


Cantidad de sustancia	1 mol de N <sub>2</sub> + 1 mol de O <sub>2</sub>	2 mol de NO
Masa	28 g de N <sub>2</sub> + 32 g de O <sub>2</sub>	60 g de NO
<b>Masa total</b>	<b>60 g de reactantes</b>	<b>60 g de producto</b>

En este caso, la reacción tiene igual masa en reactantes y en productos, por lo tanto, se afirma que la aseveración I) es correcta. Para responder la aseveración II) es necesario aplicar el concepto de número de Avogadro y de mol a la reacción. Un mol es la cantidad de sustancia que contiene el mismo número de entidades elementales que el número de átomos de carbono-12 que hay en una masa de, exactamente, 12 g de carbono-12. El número de entidades elementales (átomos, moléculas, etc) en un mol, es igual a la constante de Avogadro, N<sub>A</sub>, la cual corresponde 6,02 x 10<sup>23</sup> entidades. Un mol y la constante de Avogadro, se relacionan de la siguiente manera:

$$1 \text{ mol de un sustancia} = 6,02 \times 10^{23} \text{ entidades de una sustancia}$$

Un mol de un sustancia contiene un número de Avogadro de moléculas o unidades, por ejemplo, 1 mol de moléculas de CO<sub>2</sub>, contiene 6,02 x 10<sup>23</sup> moléculas de CO<sub>2</sub>, por lo tanto, aplicando lo anterior a la reacción, se obtiene lo siguiente:



$$1 \text{ mol de N}_2 = 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

$$1 \text{ mol de O}_2 = 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

Por lo tanto en los reactantes existen  
12,04 x 10<sup>23</sup> moléculas totales

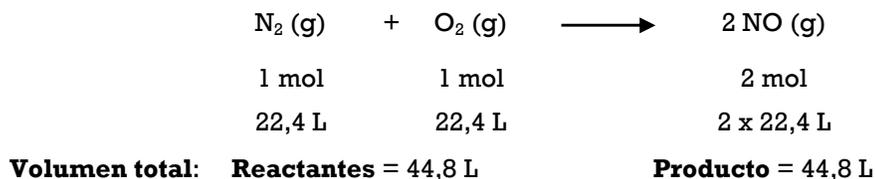
$$2 \text{ mol de NO} = 2 \times 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

En el producto existen 2 x 6,02 x 10<sup>23</sup>  
moléculas, lo que es equivalente a  
12,04 x 10<sup>23</sup> moléculas totales

De acuerdo a lo anterior, la afirmación II) es correcta.

Para verificar la afirmación III), se debe conocer en qué consisten las condiciones normales de presión y temperatura. Como los reactantes y productos se encuentran en estado gaseoso, los gases dependen de la temperatura y de la presión, la temperatura estándar de los gases a 0 °C es equivalente a 273,15 K y la presión estándar es de 1 atm lo que es equivalente a 760 mmHg.

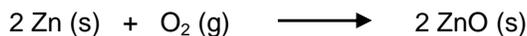
En condiciones normales, siempre 1 mol de un gas ocupa un volumen de 22,4 L, por lo tanto aplicando esta relación a la reacción planteada, se deduce lo siguiente:



Con respecto a lo anterior, la afirmación III) es correcta. Por lo tanto, la opción correcta es E).

### PREGUNTA 32 (Módulo Común)

El zinc reacciona con el oxígeno gaseoso según la ecuación:



Al respecto, ¿cuál de las siguientes combinaciones de reactantes produce una mayor cantidad de ZnO?

	Zn	O <sub>2</sub>
A)	5 mol	1 mol
B)	4 mol	2 mol
C)	3 mol	3 mol
D)	2 mol	4 mol
E)	1 mol	5 mol

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Establecer relaciones cuantitativas en diversas reacciones químicas presentes en la nutrición de seres vivos, industria y ambiente.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de cálculos estequiométricos para explicar las relaciones cuantitativas entre cantidad de sustancia y de masa en reacciones químicas de utilidad industrial y ambiental, por ejemplo, en la formación del agua, la fotosíntesis, la formación de amoníaco para fertilizantes, el funcionamiento del "airbag", la lluvia ácida.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** B

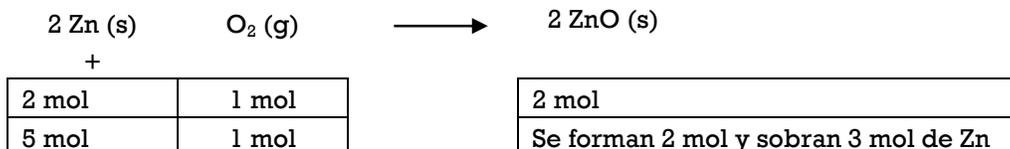
## COMENTARIO

Para responder esta pregunta el estudiante debe aplicar conocimientos de estequiometría y relaciones estequiométricas, con el fin de predecir cuántos moles de productos se formarán, de acuerdo a la reacción planteada en el enunciado:

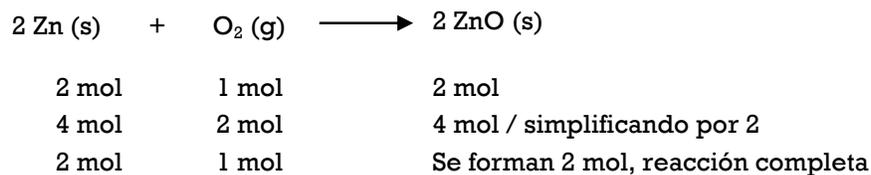


Para saber cuál de las opciones producirá la mayor cantidad de producto, se deben realizar relaciones estequiométricas con los coeficientes de la reacción del enunciado, como por ejemplo:

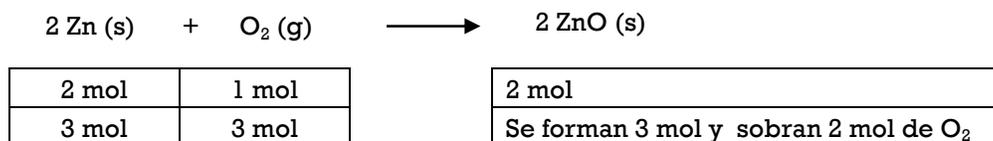
Opción A), plantea la reacción entre 5 mol de Zn y 1 mol de O<sub>2</sub>



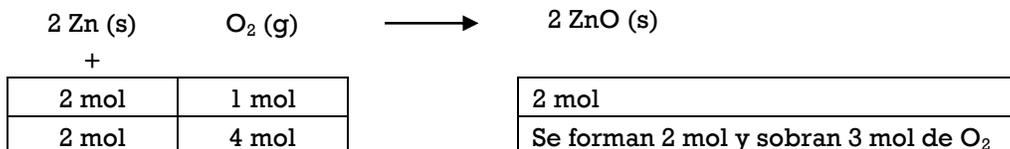
Opción B) plantea la reacción entre 4 mol de Zn y 2 mol de O<sub>2</sub>



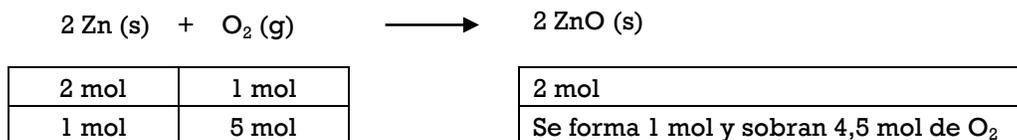
Opción C), plantea la reacción entre 3 mol de Zn y 3 mol de O<sub>2</sub>



Opción D), plantea 2 mol de Zn y 4 mol de O<sub>2</sub>



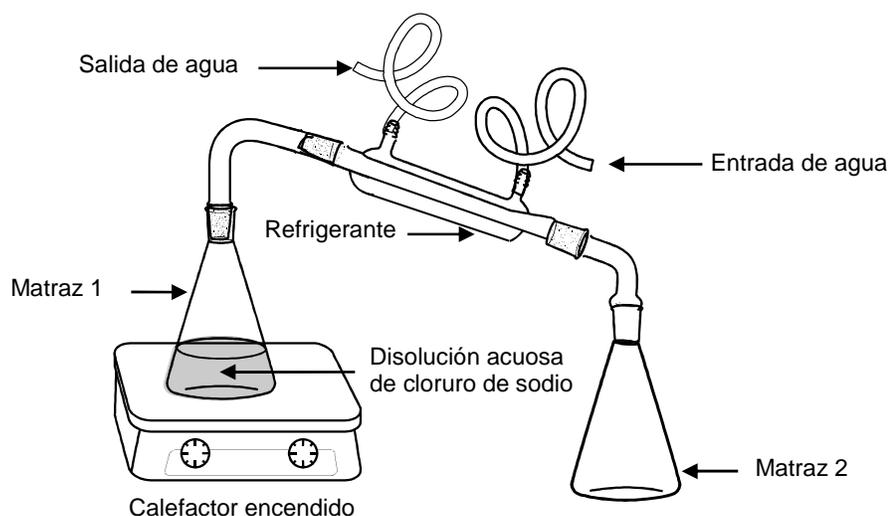
Opción E), plantea la reacción entre 1 mol de Zn y 5 mol de O<sub>2</sub>



En este caso, la cantidad de Zn y de O<sub>2</sub>, que reaccionarán completamente y que formará la mayor cantidad de ZnO son 4 y 2, respectivamente, siendo B) la opción correcta.

### PREGUNTA 33 (Módulo Común)

El siguiente esquema muestra un procedimiento experimental:



Al respecto, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- A) El matraz 2 contiene, después de un tiempo, una mezcla heterogénea.
- B) El matraz 2 contiene, después de un tiempo, mayoritariamente agua líquida.
- C) Es imposible separar el cloruro de sodio contenido en el matraz 1, porque es una mezcla homogénea.
- D) A medida que transcurre el tiempo, disminuye la concentración de la solución contenida en el matraz 1.
- E) La concentración de la solución contenida en el matraz 2, al término del experimento, es mayor a la concentración de la disolución contenida en el matraz 1.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Reconocer diversos tipos de soluciones en estado sólido, líquido y gaseoso, sus propiedades, aplicaciones tecnológicas y las etapas necesarias para la preparación de soluciones a concentraciones conocidas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Caracterización de algunas soluciones que se presentan en el entorno (por ejemplo, smog, bronce, edulcorante) según sus propiedades generales: estado físico, solubilidad, cantidad de soluto disuelto y conductividad eléctrica.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** B

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta los postulantes deben comprender el procedimiento experimental que se propone en el enunciado, el cual corresponde a una destilación. La destilación, es una técnica que permite la purificación de un líquido, la remoción de un solvente o la separación de mezclas de líquidos. En este procedimiento, el líquido se calienta en un recipiente adecuado, ya sea matraz o balón hasta que alcance su punto de ebullición. Los vapores formados por la ebullición del líquido, condensarán en el refrigerante, los cuales serán recolectados en otro recipiente. En este caso, en el matraz 1 se agregó una solución acuosa de cloruro de sodio, la cual se calienta hasta ebullición en el calefactor. Al comparar los puntos de ebullición del agua, que es un líquido, y el del cloruro de sodio, que es una sal, cualitativamente se espera que el líquido, en este caso el agua, tenga menor punto de ebullición que la sal, por lo que será la primera sustancia en alcanzar el punto de ebullición, y pasar a la fase de vapor, luego, al pasar por el refrigerante el vapor se condensa, siendo recogido como líquido en el matraz 2.

De acuerdo a lo anterior, la opción correcta es B).

### PREGUNTA 34 (Módulo Común)

¿Qué volumen de agua debe agregarse a 25,0 mL de una solución acuosa 3,0 mol/L de KOH para obtener una solución 1,0 mol/L?

- A) 25 mL
- B) 30 mL
- C) 50 mL
- D) 75 mL
- E) 100 mL

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Reconocer diversos tipos de soluciones en estado sólido, líquido y gaseoso, sus propiedades, aplicaciones tecnológicas y las etapas necesarias para la preparación de soluciones a concentraciones conocidas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de las etapas teóricas y empíricas necesarias en la preparación de soluciones a concentraciones conocidas, por ejemplo, el suero fisiológico, la penicilina, la povidona.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** C

### COMENTARIO

Para responder correctamente esta pregunta es necesario aplicar el concepto de dilución, el cual se define como el procedimiento necesario para preparar una solución menos concentrada a partir de otra más concentrada. Simultáneamente, se debe recordar que en la dilución de una solución la cantidad de solvente es la que varía, permaneciendo constante la cantidad de soluto disuelto ( $n$ ), por lo tanto, se puede decir que:

### Ecuación 1

Cantidad de soluto antes de la dilución = Cantidad de soluto después de la dilución

La concentración molar o molaridad (C) de una solución se define como la cantidad de soluto (n), en mol, presente en un volumen de solución (V) expresado en litros y se puede determinar a través de la siguiente ecuación:

$$C = \frac{n \text{ (mol)}}{V \text{ (L)}}$$

Al reordenar la ecuación anterior se puede llegar a una expresión para calcular la cantidad de soluto:

### Ecuación 2

$$C \times V = n$$

Donde la concentración molar (C) está expresada en mol/L, el volumen de solución (V), en litros y la cantidad de soluto (n), en mol.

Ahora, al reemplazar la **ecuación 2** en la **ecuación 1**, se obtiene:

### Ecuación 3

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

Donde:

$C_i$ : Concentración molar de la solución antes de la dilución.

$V_i$ : Volumen de la solución antes de la dilución.

$C_f$ : Concentración molar de la solución después de la dilución.

$V_f$ : Volumen de la solución después de la dilución.

Para determinar el volumen  $V_f$ , se debe sumar al  $V_i$  el volumen de solvente agregado para diluir la solución:

### Ecuación 4

$$V_f = V_i + V_{\text{de solvente agregado}}$$

Para determinar la cantidad necesaria de agua a agregar,  $V_f$ , es necesario identificar los datos entregados:

$$V_i = 25,0 \text{ mL}$$

$$C_i = 3,0 \text{ mol/L}$$

$$C_f = 1,0 \text{ mol/L}$$

Al reemplazar los datos en la **ecuación 3**, se obtiene:

$$3,0 \text{ mol/L} \times 25 \text{ mL} = V_f \times 1,0 \text{ mol/L}$$

$$\frac{3,0 \cancel{\text{ mol/L}} \times 25 \text{ mL}}{1,0 \cancel{\text{ mol/L}}} = V_f$$

$$75 \text{ mL} = V_f$$

El volumen final después de la dilución es de 75 mL, pero se debe recordar que el volumen inicial era de 25 mL, por lo tanto, ocupando la ecuación 4, la diferencia entre estos volúmenes representa el volumen de agua agregado que corresponde a 50 mL. Este volumen concuerda con la opción C).

### PREGUNTA 35 (Módulo Común)

¿Cuál es la variación respecto del punto de ebullición del agua, de una solución acuosa 1 mol/kg de NaCl?  
( $K_e = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C kg/mol}$ )

- A) 0,52  $^\circ\text{C}$
- B) 1,04  $^\circ\text{C}$
- C) 1,52  $^\circ\text{C}$
- D) 101,04  $^\circ\text{C}$
- E) 100,52  $^\circ\text{C}$

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Reconocer diversos tipos de soluciones en estado sólido, líquido y gaseoso, sus propiedades, aplicaciones tecnológicas y las etapas necesarias para la preparación de soluciones a concentraciones conocidas.

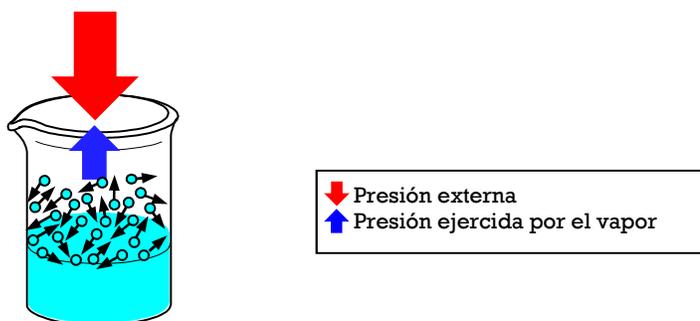
**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de las propiedades coligativas de las soluciones que permiten explicar, por ejemplo, la inclusión de aditivos al agua de radiadores, la mantención de frutas y mermeladas en conserva, el efecto de la adición de sal en la fusión del hielo.

**Habilidad:** Aplicación

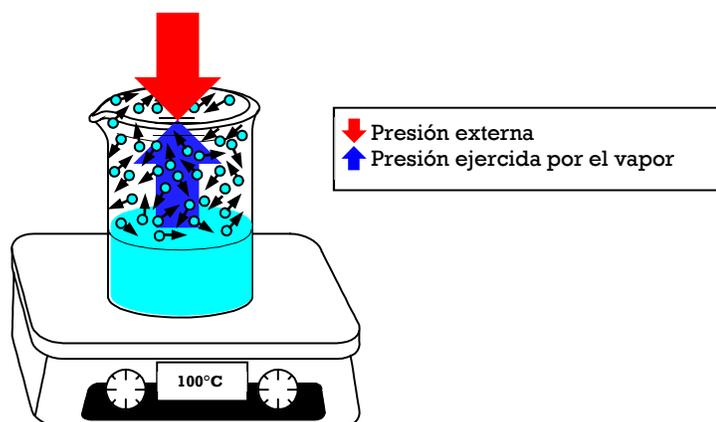
**Clave:** B

#### COMENTARIO

Para responder de manera correcta es necesario calcular la variación en el punto de ebullición respecto al solvente puro. A temperatura constante, las moléculas del agua en fase líquida se mueven a diferentes velocidades y direcciones, éstas en cualquier momento alcanzan la suficiente energía cinética para superar las fuerzas de atracción de las moléculas cercanas, logrando escapar a la fase gaseosa. Del mismo modo, las moléculas que se encuentran en fase gaseosa, al perder energía colisionan con la superficie del líquido incorporándose a éste, logrando un equilibrio entre las moléculas que se incorporan al líquido y las que emergen de éste. La presión ejercida por estas moléculas en fase gaseosa se denomina presión de vapor.



Al aumentar la temperatura las moléculas que se encuentran en fase líquida adquieren suficiente energía para romper las fuerzas de atracción de las moléculas cercanas, aumentando el número de moléculas en fase gaseosa, lo que implica un aumento de la presión de vapor. Cuando la presión de vapor de una solución es igual a la presión externa, la solución alcanza el punto de ebullición o temperatura de ebullición.



La presencia de un soluto no volátil en una solución causará una disminución en la presión de vapor, por consiguiente, se necesitará aumentar la energía, en este caso la temperatura, para igualar nuevamente la presión de vapor con la presión externa, de manera tal que la solución alcance nuevamente el punto de ebullición.

Al comparar los puntos de ebullición del agua y de la solución de NaCl, existe una diferencia de temperatura. Esta diferencia de temperatura ( $\Delta T_e$ ) es directamente proporcional a la concentración molar,  $m$ , de la solución, de tal manera que:

$$\Delta T_e = K_e (\text{°C} \times \text{kg/mol}) \times m(\text{mol/kg})$$

Donde  $K_e$  es la constante ebulloscópica del solvente.

Como esta propiedad depende de la concentración, es necesario determinar la naturaleza del soluto. Si el soluto es iónico, la cantidad de iones presentes afecta la concentración, por lo que debe considerarse éste valor, conocido como factor de Van't Hoff, simbolizado por  $i$ . El factor de Van't Hoff, es un valor experimental, sin embargo, en algunos compuestos se aproxima al valor teórico, se puede calcular a partir de:

$$i = \frac{\text{número total de iones en la solución después de la disociación}}{\text{número de total de moléculas disueltas inicialmente en solución}}$$

De tal modo que la expresión para la variación en el punto de ebullición para un soluto electrolito respecto del solvente puro es:

$$\Delta T_e = i \cdot K_e \cdot m$$

El NaCl es un electrolito fuerte, por lo que en solución se disocia completamente en dos iones,  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , de manera tal que  $i = 2$

Reemplazando los datos entregados, para la solución acuosa 1 mol/kg de NaCl, es:

$$\Delta T_e = 2 \cdot 0,52 \frac{\text{°C} \cdot \text{kg}}{\text{mol}} \cdot 1 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$$

$$\Delta T_e = 1,04 \text{ °C}$$

Para esta solución, entonces, la variación del punto de ebullición es 1,04 °C, correspondiente a la opción de B).

### PREGUNTA 36 (Módulo Electivo)

Se preparan volúmenes iguales de dos soluciones acuosas que contienen un mismo soluto. La primera solución congela a  $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la segunda solución congela a  $-2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Respecto a estas soluciones, ¿cuál(es) de las siguientes afirmaciones es (son) correcta(s)?

- I) La primera solución posee mayor concentración.
  - II) La segunda solución posee más soluto.
  - III) La primera solución tendrá mayor punto de ebullición.
- A) Solo I
  - B) Solo II
  - C) Solo III
  - D) Solo I y III
  - E) Solo II y III

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Reconocer diversos tipos de soluciones en estado sólido, líquido y gaseoso, sus propiedades, aplicaciones tecnológicas y las etapas necesarias para la preparación de soluciones a concentraciones conocidas.

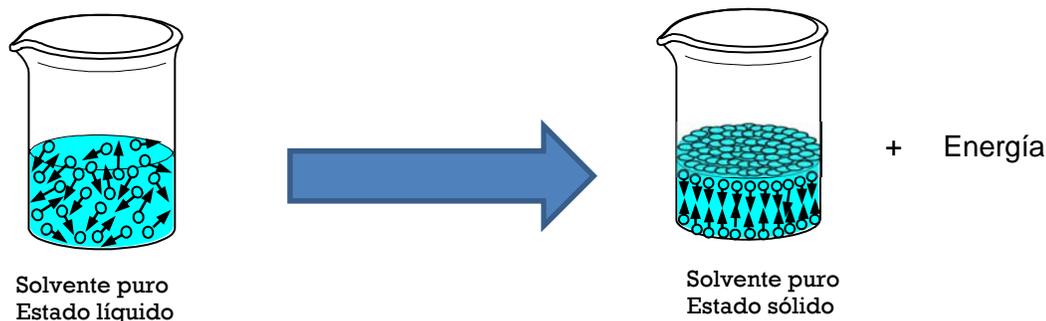
**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de las propiedades coligativas de las soluciones que permiten explicar, por ejemplo, la inclusión de aditivos al agua de radiadores, la mantención de frutas y mermeladas en conserva, el efecto de la adición de sal en la fusión del hielo.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** B

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario analizar las afirmaciones I, II y III además, es indispensable comprender el concepto de descenso en el punto de congelación. Este fenómeno corresponde a la diferencia de temperatura existente entre los puntos de congelación del solvente puro y el de la solución. La congelación implica la transición de un estado desordenado a un estado ordenado, por lo tanto, un sistema en estado líquido deberá liberar energía necesariamente para obtener un estado ordenado, tal como se muestra en la siguiente imagen:



En una solución existe un mayor grado de desorden debido a la presencia del soluto, por lo tanto, la solución necesitará liberar mayor energía con respecto al solvente puro, por consiguiente, es que la temperatura de congelación es menor al ser comparada con la del solvente puro.

Para soluciones con el mismo solvente, pero de diferente concentración de soluto, se presenta la misma situación, donde la solución de mayor concentración, tendrá una mayor temperatura de congelación que la de menor concentración.

Al analizar el enunciado, se presentan dos soluciones. La primera tiene una temperatura de congelación de  $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la segunda congela a  $-2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Por consiguiente, y de acuerdo a lo descrito anteriormente, la primera solución es de menor concentración que la segunda, resultando la afirmación I, incorrecta.

Puesto que la primera solución es de menor concentración que la segunda, ésta última presentará una mayor cantidad de soluto disuelto en el solvente, resultando correcta la afirmación II.

La presencia de un soluto no volátil en una solución causa una disminución en la presión de vapor, por lo tanto, se necesitará una mayor cantidad de energía, respecto a su solvente puro, para que la solución alcance la temperatura de ebullición. Al comparar las soluciones, la de mayor concentración tendrá un punto de ebullición mayor que la de menor concentración, resultando la afirmación III incorrecta.

Por consiguiente, la única afirmación correcta es II, entonces la opción correcta es B).

### **PREGUNTA 37 (Módulo Electivo)**

Para un sistema cerrado, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- A) Transfiere solo energía.
- B) Transfiere materia y energía.
- C) Impide la transferencia del calor.
- D) No hay intercambio de materia ni de energía.
- E) Transfiere solo materia.

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** III Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender las transformaciones de la energía calórica involucradas en las diversas reacciones químicas, y su relación con la reactividad, la espontaneidad y el equilibrio químico.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción teórica de las transformaciones de la energía calórica que acompañan los procesos químicos, aplicando las leyes y los factores energéticos asociados a la reactividad (entalpía, entropía y energía libre), por ejemplo, para seleccionar el uso de un combustible poco contaminante, estudios del efecto invernadero y calentamiento global.

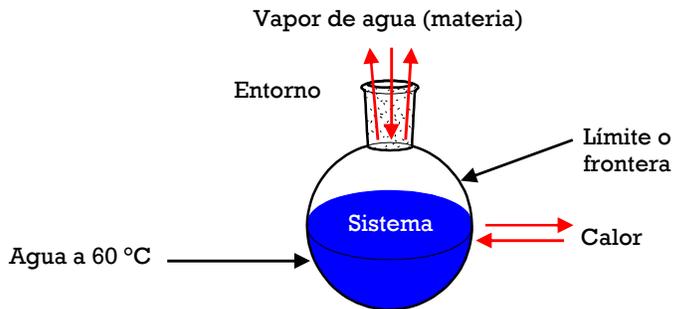
**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** A

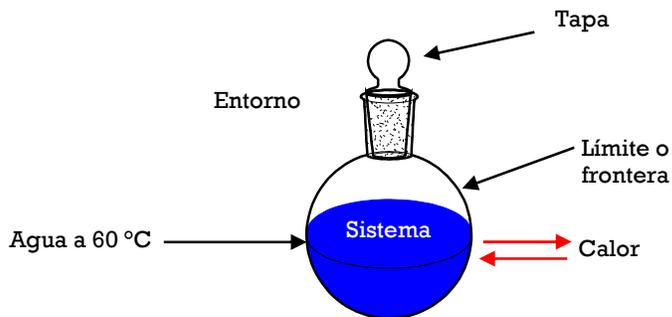
#### **COMENTARIO**

Para responder esta pregunta es necesario recordar el concepto de sistema y las características de cada tipo. Un sistema termodinámico, en general, es la parte específica del entorno que es de interés, distinguiéndose tres tipos:

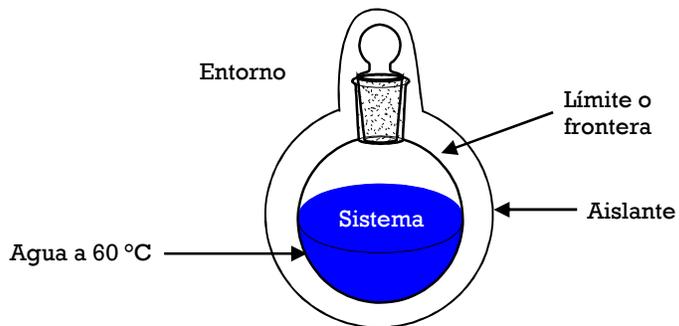
- **Sistema abierto** es aquel en que la materia y la energía pueden intercambiarse con su entorno. Un ejemplo de este sistema, se muestra en la siguiente figura:



- **Sistema cerrado** es aquel que puede intercambiar energía con su entorno pero no así materia. Un ejemplo de este sistema se muestra en la siguiente figura:



- **Sistema aislado** es aquel donde no hay intercambio de energía ni de materia. Un ejemplo de este sistema, se muestra en la siguiente figura, que representa al agua en un recipiente tapado y aislado, en donde no existe intercambio de materia ni de energía.



Dado lo anterior, en un sistema cerrado solo existe una transferencia de energía, esta definición corresponde a la opción A).

### PREGUNTA 38 (Módulo Electivo)

En la siguiente ecuación redox:



el agente oxidante es

- A)  $\text{Cu}^0$
- B)  $\text{NO}_2$
- C)  $\text{NO}_3^-$
- D)  $\text{H}_2\text{O}$
- E)  $\text{H}^+$

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje Temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** IV Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender los fundamentos y leyes básicas que explican las reacciones ácido - base, las de óxido - reducción y las de polimerización - despolimerización.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de reacciones redox, incluyendo su respectivo ajuste por el método del ión-electrón, y fenómenos provocados por la variación en las concentraciones de reactantes y productos, en procesos biológicos y de aplicación industrial, por ejemplo, electrólisis y pilas.

**Habilidad:** Compresión

**Clave:** C

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta de manera correcta, es necesario analizar los conceptos de oxidación, reducción, agente reductor y agente oxidante. En una reacción, la oxidación, se refiere a la semirreacción que implica una pérdida de electrones, en cambio la reducción se refiere a la semirreacción que implica una ganancia de electrones. Un agente reductor, es aquella sustancia que dona electrones a otra sustancia aumentando su estado de oxidación, por otro lado, un agente oxidante, es aquella sustancia que acepta electrones de otra sustancia disminuyendo su número de oxidación. En consecuencia, es necesario determinar el número de oxidación de cada elemento participante, lo que permite identificar a simple vista, los elementos que se han oxidado o reducido. Para determinar los números de oxidación se utilizan las siguientes reglas:

1. Los elementos en estado libre o nativo, es decir, no combinados con otros elementos diferentes, tienen un número de oxidación igual a 0.
2. En los iones monoatómicos su número de oxidación es igual a la carga del ión.
3. El número de oxidación del oxígeno es -2, no obstante, en los peróxidos el oxígeno tiene número de oxidación igual a -1.
4. El número de oxidación del hidrógeno es +1, excepto en los hidruros metálicos en donde el número de oxidación es -1.
5. En una molécula neutra la suma de los números de oxidación de los átomos participantes debe ser igual a 0. En cambio para un ion poliatómico, la suma de los números de oxidación de los átomos participantes debe ser igual a la carga neta del ion.

En base a lo expuesto en las reglas anteriores, es posible determinar el número de oxidación de cada elemento participante en la reacción, para luego, comparar su valor entre reactantes y productos.

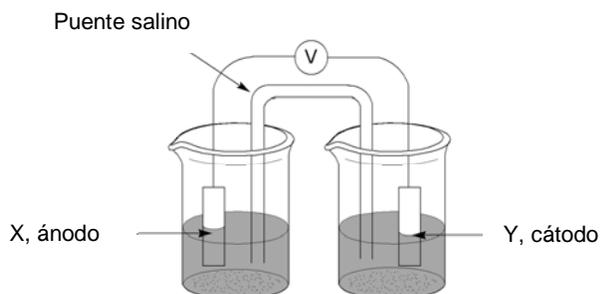


Al comparar los estados de oxidación de cada elemento en reactantes y productos, se observa que N del  $\text{NO}_3^-$ , cambia de +5 a +4, por lo que al disminuir este número, se puede afirmar que la especie capta un electrón, es decir, se reduce, siendo entonces el agente oxidante

De acuerdo a lo anterior, la opción correcta es C).

### PREGUNTA 39 (Módulo Electivo)

La siguiente representación corresponde a una pila o celda galvánica:



Al respecto, es correcto afirmar que durante el funcionamiento del sistema

- A) en X, ocurre la reducción.
- B) la lámina Y aumenta su masa.
- C) X e Y deben ser del mismo material.
- D) por el puente salino migran solo electrones.
- E) las masas de X e Y no se ven alteradas.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** IV Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender los fundamentos y leyes básicas que explican las reacciones ácido - base, las de óxido - reducción y las de polimerización - despolimerización.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de reacciones redox, incluyendo su respectivo ajuste por el método del ión-electrón, y fenómenos provocados por la variación en las concentraciones de reactantes y productos, en procesos biológicos y de aplicación industrial, por ejemplo, electrólisis y pilas.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación.

**Clave:** B

## COMENTARIO

Para responder correctamente esta pregunta es necesario relacionar los diferentes conceptos expuestos en las opciones para ser analizadas respecto de la estructura planteada, por lo tanto, es preciso conocer los constituyentes de una celda galvánica y su funcionamiento.

Una celda galvánica es un sistema que genera energía eléctrica a partir de una reacción química espontánea de óxido-reducción.

Una celda galvánica está constituida por:

- **Puente salino:** es un tubo de vidrio en forma de “U” que contiene una solución electrolítica, generalmente en forma de pasta o gel, los iones de este puente no reaccionan con los iones de la celda. Al llevarse a cabo la reacción en los electrodos, los iones del puente salino migran para neutralizar la carga en los compartimentos de la celda. En resumen, la función del puente salino es mantener la electroneutralidad de la celda.

- **Electrodos:** los electrodos (ánodo y cátodo) son generalmente metales sólidos y pueden estar hechos de los materiales que participan en la reacción, pero distintos entre sí. De manera que, en el transcurso de la reacción uno de los electrodos disminuye gradualmente su masa (oxidación) y el otro la aumenta (reducción). Por definición la reacción de oxidación ocurre en el ánodo y la reacción de reducción ocurre en el cátodo.

- **Soluciones electrolíticas:** son soluciones que aportan con los iones necesarios para producir las reacciones oxido-reducción con los electrodos.

A continuación se discuten las opciones de respuesta presentadas contrastándolas con los conceptos antes expuestos:

Opción	Molécula	Discusión
A)	En X, ocurre la reducción.	Como antes se mencionó, por definición la reducción ocurre en el cátodo, en este caso en el electrodo Y.
B)	La lámina Y aumenta su masa.	En el electrodo Y ocurre la reducción, por lo tanto, la lámina aumentará su masa, en tanto la lámina X se oxida, por lo que reducirá su masa.
C)	X e Y deben ser del mismo material.	Los materiales deben ser de distinto material para que exista una diferencia de potencial.
D)	Por el puente salino migran solo electrones.	En el puente salino migran iones, para mantener la electroneutralidad de la celda.
E)	Las masas de X e Y no se ven alteradas.	Como se analizó en la opción B), las masas de X e Y cambian, la lámina X reducirá su masa e Y aumentará su masa.

Dado lo anterior, la opción correcta es B).

### PREGUNTA 40 (Módulo Electivo)

¿Cuál de los siguientes pares de compuestos es apropiado para preparar una solución tampón en agua?

- A) HCl y NaOH
- B) NaOH y CH<sub>3</sub>COONa
- C) CH<sub>3</sub>COONa y CH<sub>3</sub>COOH
- D) CH<sub>3</sub>COOH y HCl
- E) NaOH y CH<sub>3</sub>COOH

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** IV Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender los fundamentos y leyes básicas que explican las reacciones ácido - base, las de óxido - reducción y las de polimerización - despolimerización.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de fenómenos ácido-base: hidrólisis, neutralización, la función que cumplen las soluciones amortiguadoras en procesos fisiológicos de los seres humanos y estudio de la lluvia ácida.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** C

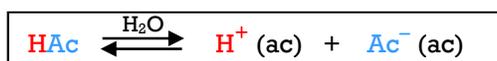
#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario aplicar los conceptos de una solución tampón a las diferentes opciones presentadas.

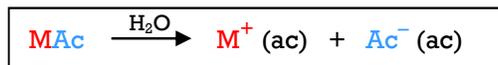
Una solución tampón es una solución amortiguadora del pH, es decir, que al agregarle una especie ácida o básica su pH varía levemente.

Una solución tampón está compuesta por un ácido débil (HAc) o base débil y una de sus sales (MAc), donde M es un metal alcalino.

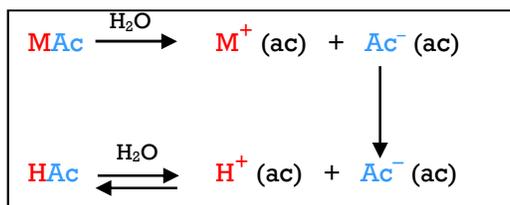
Un ácido débil en solución acuosa se disocia parcialmente formando un anión (Ac<sup>-</sup>) y libera iones hidrógeno (H<sup>+</sup>), como se muestra en la siguiente ecuación.



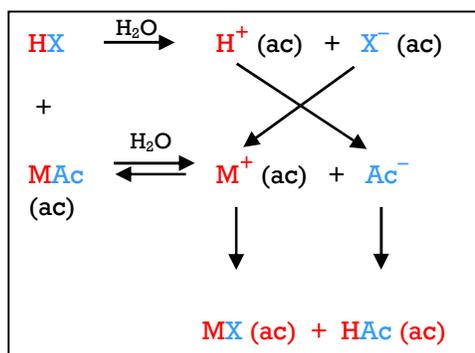
Por otro lado, la sal (MAc) en medio acuoso se disocia completamente, formando el anión del ácido (Ac<sup>-</sup>) y el metal como catión (M<sup>+</sup>), como se muestra en la siguiente ecuación.



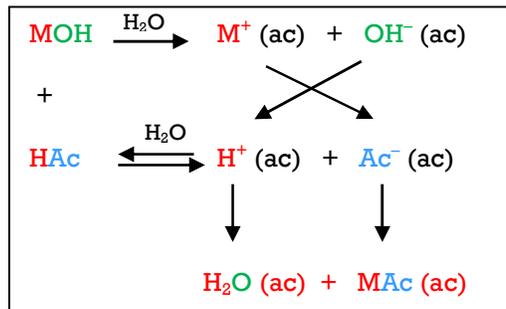
De manera tal que se forma el siguiente sistema:



Al adicionar ácido fuerte (HX) a la solución amortiguadora el sistema contrarrestará el exceso de  $H^+$ , haciendo que la sal del ácido (HAc) reaccione con éste, dando origen a un ácido débil (HAc) y a una sal (MX), como se representa en el siguiente esquema:



Al adicionar una base fuerte (MOH), esta reacciona con el ácido (HAc) para formar una sal (MAc) y agua, como se representa en el siguiente esquema:



En base a la información anterior es posible analizar las opciones, determinando la naturaleza del ácido y/o la base, para así identificar la opción correcta:

Opción	Par de compuestos	Comentario
A)	HCl y NaOH	El HCl es un ácido fuerte y NaOH es una base fuerte.
B)	NaOH y CH <sub>3</sub> COONa	El NaOH es una base fuerte y el CH <sub>3</sub> COONa es una sal proveniente de un ácido débil.
C)	CH <sub>3</sub> COONa y CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COONa es una sal proveniente de un ácido débil y CH <sub>3</sub> COOH es un ácido débil
D)	CH <sub>3</sub> COOH y HCl	CH <sub>3</sub> COOH es un ácido débil y HCl es un ácido fuerte.
E)	NaOH y CH <sub>3</sub> COOH	El NaOH es una base fuerte y el CH <sub>3</sub> COOH es un ácido débil.

En base a lo expuesto anteriormente, las especies de la opción C), son las únicas que pueden formar una solución tampón, por lo que ésta es la respuesta correcta.

### PREGUNTA 41 (Módulo Electivo)

Si 20,0 mL de hidróxido de sodio 0,30 mol/L son necesarios para neutralizar 15,0 mL de una solución de ácido sulfúrico, ¿cuál es la concentración molar de la solución del ácido?

- A) 0,15 mol/L
- B) 0,20 mol/L
- C) 0,30 mol/L
- D) 0,40 mol/L
- E) 0,80 mol/L

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** IV Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender los fundamentos y leyes básicas que explican las reacciones ácido - base, las de óxido - reducción y las de polimerización - despolimerización.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de fenómenos ácido-base: hidrólisis, neutralización, la función que cumplen las soluciones amortiguadoras en procesos fisiológicos de los seres humanos y estudio de la lluvia ácida.

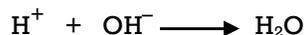
**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** B

#### COMENTARIO

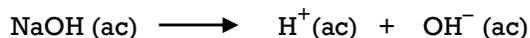
Para responder esta pregunta es necesario aplicar los conceptos de neutralización entre un ácido fuerte y una base fuerte.

Una neutralización es un proceso en el cual reaccionan iones  $H^+$  y  $OH^-$ , para formar  $H_2O$ , por lo tanto, la cantidad  $H^+$  ( $n_{H^+}$ ) debe ser igual a la cantidad de  $OH^-$  ( $n_{OH^-}$ ).

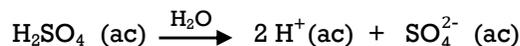


$$n_{H^+} = n_{OH^-}$$

El hidróxido de sodio, NaOH, es una base fuerte, por lo que se disocia totalmente de acuerdo a:



Por otra parte, el ácido sulfúrico, de fórmula molecular  $H_2SO_4$ , es un ácido fuerte, diprótico, es decir, se puede considerar totalmente disociado liberando los dos protones ( $H^+$ ) en medio acuoso, tal como se muestra en la siguiente ecuación general:



De acuerdo a lo anterior, en la neutralización de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) con hidróxido de sodio (NaOH), la relación  $H^+ : OH^-$  es 2:1, por lo que se requiere la mitad de la cantidad de ácido para neutralizar un mol de NaOH, o lo que es lo mismo, se requiere el doble de la cantidad de NaOH para neutralizar un mol de  $H_2SO_4$ .

$$n_{H^+} = 2 n_{OH^-} (1)$$

Considerando que la concentración molar se determina por:

$$C = \frac{n}{V}$$

Donde n es la cantidad, en mol, de soluto y V es el volumen de la solución, en litros.

Entonces, para calcular la cantidad de iones  $\text{OH}^-$  a partir de la relación anterior, se puede ocupar la siguiente ecuación:

$$n_{\text{OH}^-} = C_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \quad (2)$$

Del mismo modo, se calcula la cantidad de iones  $\text{H}^+$  para el  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , sin embargo, se debe recordar que el ácido sulfúrico, aporta dos hidrógenos por cada mol disociado, de esta manera la expresión para el ácido es:

$$n_{\text{H}^+} = 2 \times C_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \quad (3)$$

Luego, al reemplazar (2) y (3) en (1);

$$2 \times C_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = C_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}}$$

$$2 \times C_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 15,0 \text{ mL} = 0,03 \text{ mol/L} \times 20,0 \text{ mL}$$

$$C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{0,03 \text{ mol/L} \times 20,0 \text{ mL}}{2 \times 15,0 \text{ mL}}$$

$$C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Por consiguiente, la concentración del ácido sulfúrico es 0,2 mol/L, resultando correcta la opción B).

### **PREGUNTA 42 (Módulo Electivo)**

El ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) es un ácido débil en solución acuosa, y a una concentración 0,10 mol/L está disociado en un 1,3%. Al respecto, se puede afirmar correctamente que presenta

- A)  $\text{pOH} < 7$
- B)  $[\text{OH}^-] = 1,3 \text{ mol/L}$
- C)  $[\text{H}^+] = 1,3 \text{ mol/L}$
- D)  $[\text{OH}^-] = 1,3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- E)  $[\text{H}^+] = 1,3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** IV Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender los fundamentos y leyes básicas que explican las reacciones ácido - base, las de óxido - reducción y las de polimerización - despolimerización.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Identificación de la fuerza de ácidos y bases aplicando cualitativa y cuantitativamente escalas de medición como el viraje de coloración, el pH, el pOH, el pKa, el pKb.

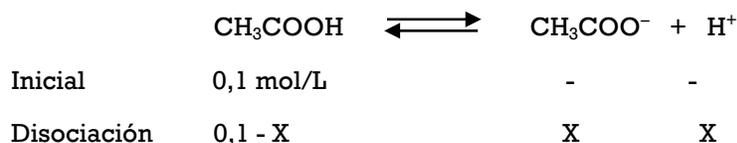
**Habilidad:** Análisis, síntesis y aplicación

Clave: E

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario analizar las opciones de acuerdo a las características que presenta un ácido débil en solución acuosa.

Como se establece en el enunciado, el ácido acético es un ácido débil y una de las principales características de estos ácidos es que se disocian parcialmente, lo cual se expresa en la siguiente ecuación.



Donde X es la concentración de los iones en la disociación del ácido acético.

El % de disociación de una especie se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de ionización} = \frac{\text{concentración disociada}}{\text{concentración inicial}} \times 100$$

Entonces, para calcular la concentración disociada:

$$\text{Concentración disociada} = \text{Porcentaje de ionización} \times \text{concentración inicial} / 100$$

Si la concentración disociada es X, el porcentaje de disociación es de 1,3% y la concentración inicial es 0,1 mol/L:

$$X = 1,3 \times 0,1 \text{ mol/L} / 100 = 0,0013 \text{ o } 1,3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Entonces  $[\text{H}^+] = 1,3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ , por lo que se descarta la opción C) y es correcta la opción E).

Con respecto al pH, se sabe que  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ , los ácidos siempre tienen pH menor que 7, por lo tanto, el pOH siempre será mayor que 7, descartándose la opción A).

Por otra parte, sabiendo que:

$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

Se puede calcular la concentración de los iones  $\text{OH}^-$ , de acuerdo a:

$$[\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1,3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}$$

$$[\text{OH}^-] = 7,7 \times 10^{-12} \text{ (se descartan las opciones B) y D)}$$

Del análisis anterior, se concluye que la opción correcta es E).

### PREGUNTA 43 (Módulo Electivo)

Para la reacción hipotética  $X \longrightarrow Y$ , se tiene la siguiente información:

Tiempo (min)	X (mol/L)	Y (mol/L)
0	0,20	0,00
5	0,14	0,06
10	0,10	0,10
20	0,05	0,15

¿Cuál es la velocidad de reacción promedio de formación de Y entre los 5 minutos y los 10 minutos de reacción?

- A) 0,008 mol/L min
- B) 0,010 mol/L min
- C) 0,040 mol/L min
- D) 0,060 mol/L min
- E) 0,100 mol/L min

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** III Medio

**Objetivo Fundamental:** Reconocer los fundamentos cinéticos que sustentan la formación y desaparición de compuestos en diversas reacciones químicas, catalizadas o no, y explicar el equilibrio químicos en esas reacciones.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación de los efectos producidos por diversos factores que influyen en la velocidad y el equilibrio de las reacciones químicas: grado de división, concentración, temperatura, presión.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** A

#### COMENTARIO

Para responder de manera correcta esta pregunta se requiere aplicar el concepto de velocidad de reacción, la cual se define como el cambio de concentración de los reactantes o productos en función del cambio en el tiempo, por consiguiente la expresión de velocidad de reacción se define en función de la formación del producto:

$$\text{Velocidad promedio de formación} = \frac{\text{Cambio en la concentración del producto}}{\text{Cambio en el tiempo}}$$

O en función de la desaparición del reactante:

$$\text{Velocidad promedio de desaparición} = - \frac{\text{Cambio en la concentración del reactante}}{\text{Cambio en el tiempo}}$$

Para la situación hipotética planteada en el enunciado donde:



La expresión de la velocidad promedio de formación de Y será:

$$\text{Velocidad promedio de formación de Y} = \frac{\Delta [Y]}{\Delta t} = \frac{[Y]_{\text{final}} - [Y]_{\text{inicial}}}{t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Datos:  $t_{\text{inicial}} = 5 \text{ min}$   
 $t_{\text{final}} = 10 \text{ min}$   
 $[Y]_{\text{inicial}} = 0,06 \text{ mol/L}$   
 $[Y]_{\text{final}} = 0,10 \text{ mol/L}$

Al reemplazar los datos en la **ecuación 1** se obtiene:

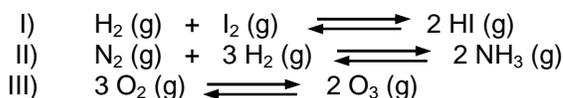
$$\text{Velocidad promedio de formación de Y} = \frac{0,1 - 0,06}{10 - 5}$$

$$\text{Velocidad promedio de formación de Y} = 0,008 \text{ mol/L min}$$

Por consiguiente, la opción A) resulta correcta.

### PREGUNTA 44 (Módulo Electivo)

Al disminuir la presión en cada uno de los siguientes sistemas en equilibrio,



el equilibrio se desplaza hacia los reactantes

- A) solo en I.
- B) solo en II.
- C) solo en III.
- D) solo en II y en III.
- E) en I, en II y en III.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Reacciones químicas y estequiometría

**Nivel:** III Medio

**Objetivo Fundamental:** Reconocer los fundamentos cinéticos que sustentan la formación y desaparición de compuestos en diversas reacciones químicas, catalizadas o no, y explicar el equilibrio químicos en esas reacciones.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación de los efectos producidos por diversos factores que influyen en la velocidad y el equilibrio de las reacciones químicas: grado de división, concentración, temperatura, presión.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** D

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario aplicar el principio de Le Châtelier, "si un sistema en equilibrio es perturbado por un cambio en la temperatura, la presión o la concentración de uno de los componentes, el sistema desplazará su posición de equilibrio de tal forma que contrarreste el efecto de la perturbación". Partiendo de la base que la presión y el volumen de un gas varían en forma inversamente proporcional, la disminución de la presión en un sistema en equilibrio favorece la

En base a lo anterior, a continuación se discuten los efectos del cambio en la presión para los sistemas en equilibrio presentados en I), II) y III).

Afirmación	Ecuación	Comentario
I	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$	Frente a una disminución de la presión el volumen aumenta de manera proporcional, puesto que en este sistema existe igual cantidad de moléculas de gas en reactantes y productos, el equilibrio no se desplaza hacia ningún lado de la reacción
II	$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$	Frente a una disminución de la presión, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, es decir, hacia la formación de reactantes, debido a que hay una mayor cantidad de moléculas de gas en este lado.
III	$3 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{O}_3(\text{g})$	Frente a una disminución de la presión, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, es decir, hacia la formación de reactantes debido a que hay una menor cantidad de moléculas de gas en este lado.

En las afirmaciones II) y III), el equilibrio se desplaza hacia la formación de reactantes, por consiguiente la opción D), resulta correcta.

## **PREGUNTA 45 (Módulo Común)**

Un violín y un charango emiten la misma nota en una pieza musical. ¿Cuál es la característica del sonido que permite a una persona distinguir entre el sonido emitido por el violín y el emitido por el charango?

- A) Su tono
- B) Su timbre
- C) Su amplitud
- D) Su frecuencia
- E) Su rapidez de propagación

### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Ondas

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender el origen, la absorción, la reflexión y la transmisión del sonido y la luz, sobre la base de conceptos físicos, leyes y relaciones matemáticas elementales.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción cualitativa del origen y propagación del sonido, de su interacción con diferentes medios (absorción, reflexión, transmisión), de sus características básicas (altura, intensidad, timbre) y de algunos fenómenos como el efecto Doppler.

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** B

### **COMENTARIO**

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe reconocer, para un caso particular, las características del sonido y los elementos de la respectiva onda sonora que permiten distinguir entre sonidos producidos por distintos instrumentos musicales.

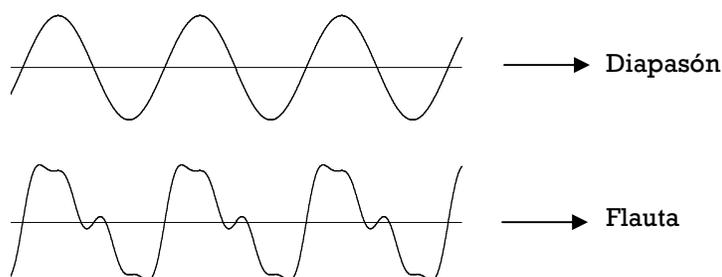
En el ítem se establece que tanto el violín como el charango emiten la misma nota musical. Para que ello ocurra, las cuerdas de ambos instrumentos deben vibrar con la misma frecuencia fundamental y, en consecuencia, una persona percibe el mismo tono tanto para el violín como para el charango. Por lo tanto, ni el tono de los sonidos, ni la frecuencia de las respectivas ondas sonoras permiten que una persona distinga entre ambos sonidos, siendo incorrectas las opciones A) y D).

Por su parte, la rapidez de propagación es una característica que no depende del instrumento musical o de la persona que escucha, sino que del medio a través del cual se propaga la onda sonora, por lo que en una situación como la descrita, las ondas sonoras producidas por ambos instrumentos se propagan con la misma rapidez. En consecuencia, la opción E) es incorrecta.

A su vez, dado que la frecuencia fundamental es la misma para ambas ondas sonoras, la amplitud de dichas ondas determina la intensidad de los sonidos, pudiendo la persona distinguir si alguno de los dos es más intenso que el otro, pero no identificar las características que hacen que un determinado instrumento produzca un sonido característico. Por lo tanto, la opción C) no da respuesta al ítem.

Por último, el timbre de un sonido se relaciona con la forma de la onda sonora generada. Como ya se mencionó anteriormente, cuando un instrumento vibra produciendo una nota musical, lo hace con una determinada frecuencia, la frecuencia fundamental, pero también genera vibraciones de menor amplitud cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental, los armónicos. La onda sonora resultante es una superposición de todas las ondas generadas y la forma de esa onda es característica para cada instrumento, ya que tanto su forma, como tamaño y materiales con los que fue fabricado determinan la cantidad y amplitud de los armónicos.

Un ejemplo en el que se generan sonidos del mismo tono pero con formas de onda diferente se observa en la imagen siguiente:



La diferencia en la forma de la onda hace que una persona perciba el sonido generado por un instrumento distinto al que es generado por otro, aunque ambos estén tocando la misma nota musical. Es dicha característica la que recibe el nombre de timbre y que permite distinguir ambos sonidos, por lo que la opción B) da correcta respuesta al ítem.

Del resto de las opciones, las que fueron escogidas con una mayor frecuencia son A) y D), lo que indicaría que los estudiantes asocian la diferencia de sonidos al tono y, por ende a la frecuencia, aun cuando en el enunciado se explicita que la nota musical es la misma para ambos instrumentos.

#### **PREGUNTA 46 (Módulo Común)**

Una persona golpea un diapasón, el que emite un sonido. Si luego lo golpea con una fuerza de mayor magnitud en el mismo punto, ¿cuál(es) de las siguientes características de la onda sonora, que emite el diapasón, se modificará(n)?

- I) La amplitud
  - II) La velocidad
  - III) La frecuencia
- 
- A) Solo I
  - B) Solo II
  - C) Solo III
  - D) Solo I y II
  - E) Solo I y III

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Ondas

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender el origen, la absorción, la reflexión y la transmisión del sonido y la luz, sobre la base de conceptos físicos, leyes y relaciones matemáticas elementales.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción cualitativa del origen y propagación del sonido, de su interacción con diferentes medios (absorción, reflexión, transmisión), de sus características básicas (altura, intensidad, timbre) y de algunos fenómenos como el efecto Doppler.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** A

## COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante comprenda las características de las ondas sonoras generadas por un diapasón y pueda determinar cuáles de ellas se modifican al variar la magnitud de la fuerza con la que se golpea el instrumento para hacerlo sonar.

Si una persona golpea un diapasón, este vibrará generando una onda sonora con determinadas características de frecuencia y amplitud que, a su vez, se propagará por el medio circundante con una determinada velocidad.

La amplitud de la onda sonora depende de la amplitud de la vibración del diapasón, es decir, de cuánto se mueven las horquillas del instrumento respecto a su posición de equilibrio. Cuando el diapasón es golpeado, vibra y empuja a las moléculas de aire contiguas las que, al oscilar con respecto a su posición de equilibrio, impulsan a las moléculas de aire más próximas, generándose un patrón que se va repitiendo: la onda sonora. Si se ejerce una fuerza de mayor magnitud sobre el diapasón, sus horquillas vibrarán con una mayor amplitud, lo que generará un mayor desplazamiento de las moléculas de aire respecto a sus posiciones de equilibrio, es decir, la onda sonora tendrá también una mayor amplitud.

Por su parte, la velocidad de propagación de la onda sonora depende de las características del medio a través del cual esta se propaga. Luego de golpear por segunda vez el diapasón, y al no haber un cambio de medio, la velocidad de propagación seguirá siendo la misma.

Con respecto a la frecuencia de la onda sonora generada por un diapasón, esta es la misma que la frecuencia de vibración del instrumento, la que a su vez depende de la forma de este y del material utilizado en su fabricación. Esto implica que si se ejerce una fuerza de mayor magnitud para golpearlo, el diapasón vibrará con la misma frecuencia y, consecuentemente, la frecuencia de la onda sonora generada será también la misma para ambos casos.

En conclusión, de las características de la onda sonora mencionadas en el ítem, solo la amplitud se modifica al golpear con una fuerza de mayor magnitud el diapasón, por lo que la clave del ítem es la opción A).

Luego de la clave, las opciones más escogidas fueron D) y E). Esto estaría indicando que la mayoría de los postulantes comprende que la amplitud de la onda se ve modificada en la situación planteada en el ítem, pero un grupo importante de ellos considera que también las otras características se modifican.

## PREGUNTA 47 (Módulo Común)

Algunas aves tienen la capacidad de ver en la región ultravioleta del espectro electromagnético. Solo con esta información, se puede afirmar correctamente que

- A) dichas aves pueden ver en un intervalo de longitudes de onda más amplio que los humanos.
- B) los humanos pueden ver en un intervalo de frecuencias más restringido que dichas aves.
- C) dichas aves pueden ver luz con frecuencias más altas que los humanos.
- D) dichas aves pueden ver luz de longitudes de onda mayores que los humanos.
- E) la máxima frecuencia que pueden ver los humanos es más alta que la máxima frecuencia que pueden ver dichas aves.

## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Ondas

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender el funcionamiento y la utilidad de algunos dispositivos tecnológicos que operan en base a ondas sonoras o electromagnéticas, estableciendo comparaciones con los órganos sensoriales.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de los espectros óptico y auditivo (frecuencia e intensidad) y de los rangos que captan los órganos de la audición y visión en los seres humanos y en otros animales.

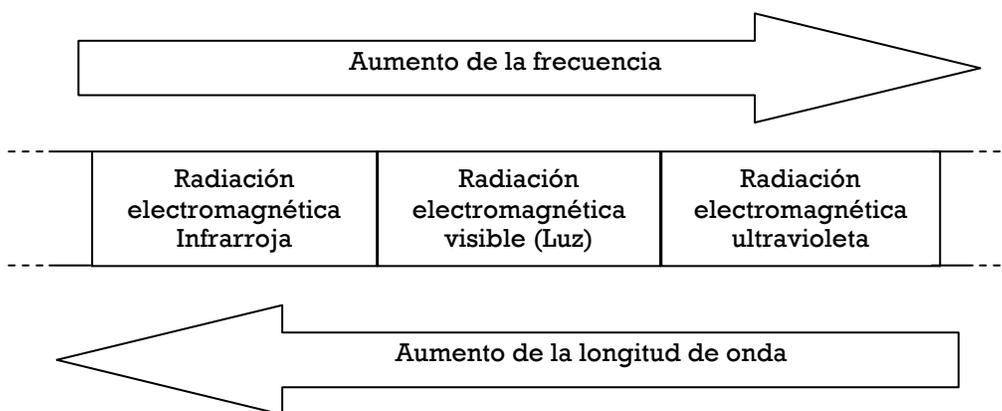
**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** C

### COMENTARIO

Para responder correctamente este ítem, el postulante debe comparar el espectro visible humano con el de ciertas aves, a partir de la información proporcionada. Para ello es necesario que comprenda que el espectro electromagnético consiste en un ordenamiento de los distintos tipos de ondas electromagnéticas, ya sea de acuerdo a sus frecuencias o a sus longitudes de onda en el vacío.

El espectro visible humano corresponde a una parte del espectro electromagnético. Esquemáticamente se representa en la siguiente figura:



A partir del esquema, es claro que la radiación ultravioleta, es decir, la región que se encuentra a la derecha de la radiación visible, tiene mayor frecuencia y menor longitud de onda que el espectro visible humano.

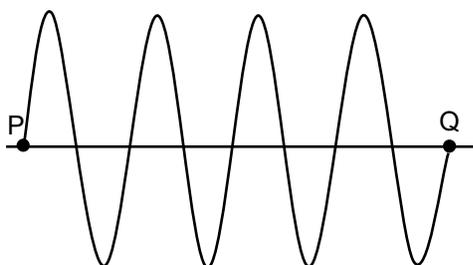
En el enunciado se señala que ciertas aves pueden ver en la región ultravioleta, sin indicar si dichas aves pueden ver en toda la región ultravioleta o solo en parte de ella, así como tampoco se indica si las aves pueden ver en otras regiones del espectro electromagnético. Por lo tanto, con la información proporcionada, no es posible afirmar si el intervalo, ya sea de frecuencias o longitudes de onda, en el cual estas aves pueden ver es más amplio o más restringido que el intervalo en el que los humanos pueden ver, por lo que las opciones A) y B) no son correctas.

Con la información entregada en el enunciado, solo es posible afirmar que dichas aves pueden ver luz de frecuencias más altas que los humanos o, equivalentemente, de longitudes de onda menores que los humanos. Por lo tanto, son incorrectas las opciones D) y E) y la clave del ítem es la opción C).

El resto de las opciones para este ítem, son seleccionadas de manera más bien homogénea por los postulantes, es decir, no existe una que concentre una mayor cantidad de preferencias.

### PREGUNTA 48 (Módulo Común)

La figura muestra el perfil de una onda periódica que se propaga en cierto medio.



Al respecto, ¿a cuántas longitudes de onda corresponde la distancia entre los puntos P y Q?

- A) 3,0
- B) 3,5
- C) 4,0
- D) 7,5
- E) 8,0

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Ondas

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender el origen, la absorción, la reflexión y la transmisión del sonido y la luz, sobre la base de conceptos físicos, leyes y relaciones matemáticas elementales.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de la relación entre longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación de una onda.

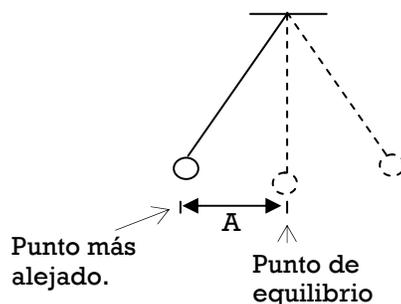
**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** C

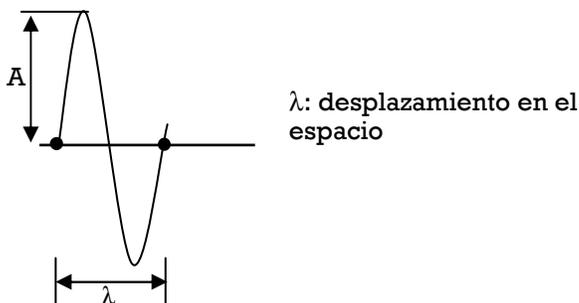
#### COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe considerar que una onda periódica consiste en un patrón que se va repitiendo cada cierto tiempo y que la distancia recorrida por esta en un ciclo completo corresponde a la longitud de onda.

El movimiento de las partículas al paso de una onda puede modelarse como el de un péndulo describiendo un movimiento de ida y vuelta, pasando por su posición de equilibrio. El péndulo tiene, en este movimiento, una amplitud  $A$ , que corresponde a la máxima distancia alcanzada por este respecto a su punto de equilibrio.

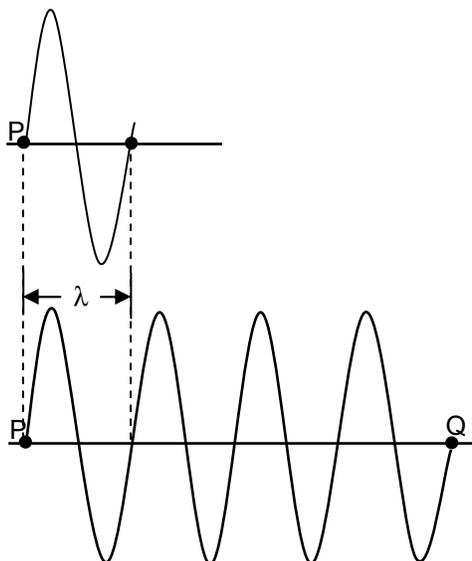


En el caso de una onda transversal, el movimiento de las partículas se puede modelar como el de péndulos, pero dado que la perturbación se propaga en el espacio, las partículas se mueven perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda. El gráfico del movimiento de los puntos de la onda en ambas direcciones, para una oscilación, sería el siguiente:



Al desplazamiento descrito por la onda en el espacio durante un ciclo, se le llama longitud de onda.

Al comparar el modelo del movimiento recién descrito con el patrón de la onda entregado en la pregunta, se puede identificar que el trazo correspondiente a la longitud de onda se repite cuatro veces en el perfil de onda proporcionado, como muestra la figura siguiente:

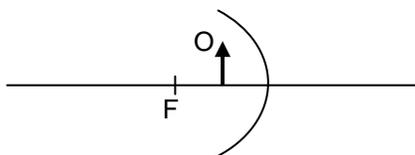


Por tanto, la distancia PQ corresponde a 4 longitudes de onda, siendo la opción C) la respuesta correcta a la pregunta.

El distractor más escogido fue la opción E). Esto implica que dichos postulantes no tienen claro que la longitud de onda corresponde a la distancia recorrida por la onda en un ciclo completo, sino que la asocian a la distancia recorrida en medio ciclo.

### PREGUNTA 49 (Módulo Común)

En la figura se representa un objeto O ubicado frente a un espejo cóncavo, donde F indica la ubicación del foco F del espejo, y la línea horizontal su eje óptico.



Al respecto, se afirma correctamente que la imagen del objeto O que forma el espejo es

- A) derecha respecto al objeto, real y de igual tamaño que el objeto.
- B) invertida respecto al objeto, real y de mayor tamaño que el objeto.
- C) derecha respecto al objeto, virtual y de igual tamaño que el objeto.
- D) derecha respecto al objeto, virtual y de mayor tamaño que el objeto.
- E) invertida respecto al objeto, virtual y de menor tamaño que el objeto.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Ondas

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender el origen, la absorción, la reflexión y la transmisión del sonido y la luz, sobre la base de conceptos físicos, leyes y relaciones matemáticas elementales.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Análisis comparativo de la reflexión de la luz en espejos planos y parabólicos para explicar el funcionamiento del telescopio de reflexión, el espejo de pared, los reflectores solares en sistemas de calefacción, entre otros.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** D

#### COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante aplique las leyes de reflexión para determinar las características de la imagen formada, por un espejo cóncavo, de un objeto ubicado frente a él.

Para determinar las características de la imagen se deben trazar al menos dos rayos desde el objeto hacia el espejo. Por simplicidad, se consideran rayos que provienen del extremo superior del objeto, los que son trazados de la siguiente forma: uno de ellos (M) se traza paralelo al eje óptico y el otro (N) se orienta en la dirección del foco óptico. Estos rayos se representan en la figura 1.

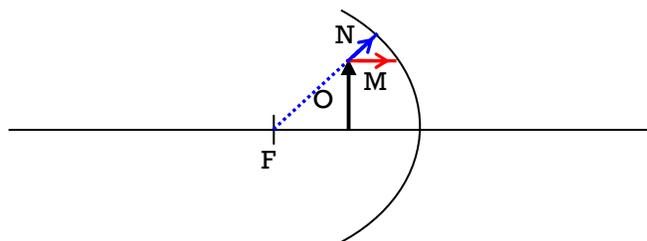


Figura 1

A continuación se trazan los respectivos rayos reflejados M' y N', considerando que los rayos provenientes del foco se reflejan de forma paralela al eje óptico del espejo, y aquellos que inciden de

forma paralela al eje óptico, se reflejan pasando por el foco del espejo. Esto se representa en la figura 2.

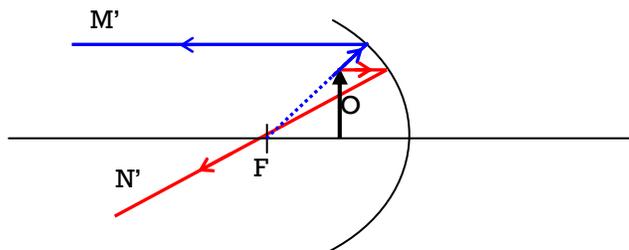


Figura 2

La imagen se formará en la intersección de los rayos reflejados. En este caso no existe una intersección real, pues los rayos reflejados se alejan entre sí. Por lo tanto, estos se deben proyectar de forma de lograr tal intersección, la que en este caso ocurre detrás del espejo. Luego se traza la imagen recordando que la intersección corresponde a rayos provenientes de la parte superior del objeto. Este proceso y la imagen resultante O' se muestran en la figura 3.

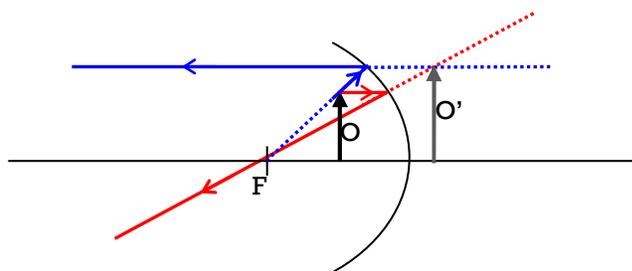


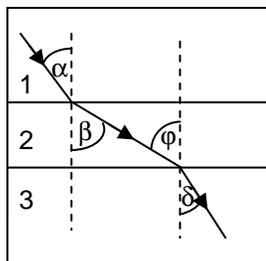
Figura 3

La imagen en este caso es virtual, al generarse por la proyección de los rayos reflejados; derecha con respecto al objeto, pues la orientación es la misma del objeto (flecha hacia arriba); y de mayor tamaño que el objeto, lo que se comprueba al observar la figura. La opción que responde correctamente el ítem es, por lo tanto, D).

La opción B) tuvo una alta frecuencia de selección, lo que puede deberse a que los postulantes asocian los espejos cóncavos a imágenes invertidas y reales, que efectivamente son formadas por estos espejos, pero cuando el objeto se ubica a una distancia mayor que la focal, lo que no corresponde a la situación planteada en el ítem.

### PREGUNTA 50 (Módulo Común)

Según el esquema, un rayo de luz que se propaga por un medio 1 pasa a un medio 2 y finalmente a un medio 3, cumpliéndose que  $\alpha < \beta$ ,  $\varphi > \delta$  y  $\alpha > \delta$ .



Respecto de los índices de refracción de estos medios, se afirma que

- I) el del medio 1 es mayor que el del medio 2.
- II) el del medio 2 es menor que el del medio 3.
- III) el del medio 1 es menor que el del medio 3.

Es (son) correcta(s)

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo I y II.
- D) solo II y III.
- E) I, II y III.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Ondas

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender el origen, la absorción, la reflexión y la transmisión del sonido y la luz, sobre la base de conceptos físicos, leyes y relaciones matemáticas elementales.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Análisis de la refracción en superficies planas y en lentes convergentes y divergentes y sus aplicaciones científicas y tecnológicas como los binoculares, el telescopio de refracción o el microscopio.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** E

#### COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe relacionar la desviación que experimenta un rayo de luz al pasar de un medio de propagación a otro con los índices de refracción de dichos medios.

Cuando un rayo de luz incide oblicuamente sobre la interfaz entre dos medios transparentes, este se desvía debido al cambio en la rapidez de propagación que experimenta al cambiar de medio.

La manera en la que se desvía el rayo de luz se explica en las siguientes figuras:

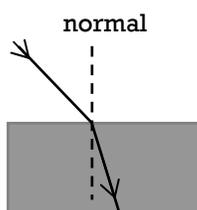


Figura 1: el rayo de luz cambia de medio y disminuye su rapidez, por eso se desvía acercándose a la normal

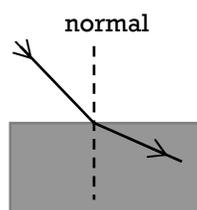


Figura 2: el rayo de luz cambia de medio y aumenta su rapidez, por eso se desvía alejándose de la normal

Equivalente a la información que entrega la rapidez de propagación, es la que entrega el índice de refracción ( $n$ ). El índice de refracción de un medio se determina como  $n = \frac{c}{v}$ , donde  $c$  es la rapidez de la luz en el vacío y  $v$  la rapidez de la luz en dicho medio. Esto implica que si la rapidez de la luz en un determinado medio es mayor que en otro, su índice de refracción será menor. Las figuras siguientes muestran la relación cualitativa entre el desvío de la luz al pasar de un medio a otro con los índices de refracción de dichos medios

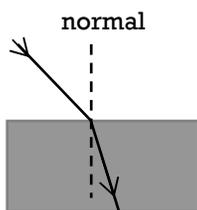


Figura 3: el rayo de luz se acerca a la normal. Esto implica que el segundo medio de propagación tiene mayor índice de refracción.

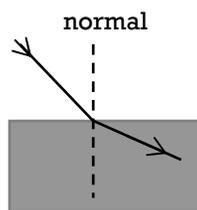


Figura 4: el rayo de luz se aleja de la normal. Esto implica que el segundo medio de propagación tiene menor índice de refracción.

Con respecto al esquema presentado en el ítem, cuando el rayo de luz pasa del medio 1 al medio 2 se aleja de la normal (dado que  $\alpha < \beta$ ), por lo que el índice de refracción del medio 2 ha de ser menor que el índice de refracción del medio 1. Esto implica que la afirmación I) es correcta.

Cuando el rayo de luz pasa del medio 2 al medio 3, este se acerca a la normal ( $\varphi > \delta$ ), lo que se debe a que el índice de refracción del medio 3 es mayor que el índice de refracción del medio 2. En consecuencia, la afirmación II) también es correcta.

Como el ángulo de incidencia  $\alpha$  en el medio 1 es mayor que el ángulo de refracción  $\delta$  en el medio 3, significa que el índice de refracción del medio 1 es menor que el índice de refracción del medio 3, por lo que afirmación III) es correcta.

En conclusión, la opción E) es la respuesta correcta al ítem.

Respecto del resto de las opciones, estas fueron seleccionadas de forma homogénea por los postulantes.

## PREGUNTA 51 (Módulo Común)

Un automovilista que viaja por la carretera observa el siguiente letrero:



¿Qué información le entrega dicho letrero?

- A) La rapidez media máxima que le está permitido alcanzar al automóvil.
- B) La velocidad media máxima que le está permitido alcanzar al automóvil.
- C) La aceleración máxima que le está permitido alcanzar al automóvil.
- D) La rapidez instantánea máxima que le está permitido alcanzar al automóvil.
- E) La velocidad instantánea máxima que le está permitido alcanzar al automóvil.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Fuerza y movimiento / Mecánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar el movimiento de los cuerpos a partir de las leyes de la mecánica y de las relaciones matemáticas elementales que los describen.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de movimientos rectilíneos uniformes y acelerados tanto en su formulación analítica como en su representación gráfica.

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** D

### COMENTARIO

Para contestar correctamente el ítem, el postulante debe reconocer conceptos básicos que permiten la descripción del movimiento de un cuerpo, en particular los de rapidez, velocidad y aceleración, y relacionarlos con la información que proporcionan letreros de tránsito dispuestos en calles y carreteras.

La cantidad indicada en el cartel de tránsito presentado en el ítem entrega información acerca del máximo valor que puede tomar una magnitud física asociada al movimiento de un vehículo. Dicha cantidad está formada por un número y una unidad de medida, por lo que la magnitud física es de tipo escalar. De las opciones presentadas, solamente la rapidez media y la rapidez instantánea son magnitudes escalares, mientras que la velocidad media, la velocidad instantánea y la aceleración son magnitudes vectoriales, lo que quiere decir que estas últimas quedan determinadas por un módulo, una unidad de medida y su respectiva dirección y sentido. Por lo tanto, las opciones B), C) y E) no dan respuesta al ítem.

Por su parte, la rapidez corresponde a una relación entre distancia recorrida y el tiempo empleado en recorrerla, por lo que su unidad de medida puede ser  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ . En el caso de la rapidez media, se puede pensar en esta como un indicador del comportamiento promedio de un cuerpo que se mueve entre dos puntos. Por ejemplo, si un vehículo realiza un viaje de 50 km y demora una hora en

realizarlo, su rapidez media es  $50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , sin embargo, este valor no informa acerca de lo que ocurrió con la rapidez en cada instante de ese viaje, lo que implica que el vehículo pudo haberse desplazado con diferentes rapidezces durante ese tiempo.

La rapidez instantánea, por su parte, si bien indica una relación entre distancia recorrida y tiempo, se determina para intervalos de tiempo infinitesimales y, en un vehículo, es aproximadamente lo que indica el velocímetro. A su vez, la rapidez instantánea corresponde al módulo o valor de la velocidad instantánea.

Al ser  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  el límite fijado como máximo, este indica la mayor rapidez que le está permitido tener a un vehículo en un momento determinado, es decir, su rapidez instantánea máxima, por lo que la opción D) es la que responde correctamente el ítem.

Las opciones A) y B) fueron escogidas por un número considerable de postulantes. Al respecto, se puede pensar que quienes respondieron la opción A) no hacen la correcta distinción entre la rapidez instantánea y la rapidez media. Por su parte quienes respondieron la opción B), si bien tienen claro que el número indicado es el valor máximo que puede tomar la velocidad instantánea, olvidan el carácter vectorial de esta magnitud física.

## **PREGUNTA 52 (Módulo Común)**

Dos fuerzas de igual magnitud y dirección forman un par acción – reacción. Al respecto, se afirma correctamente que dichas fuerzas

- I) se anulan entre sí.
- II) se ejercen sobre un mismo cuerpo.
- III) se ejercen sobre cuerpos distintos.

- A) Solo I
- B) Solo II
- C) Solo III
- D) Solo I y II
- E) Solo I y III

### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** Fuerza y movimiento / Mecánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar el movimiento de los cuerpos a partir de las leyes de la mecánica y de las relaciones matemáticas elementales que los describen.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de los principios de Newton para explicar la acción de diversas fuerzas que suelen operar sobre un objeto en situaciones de la vida cotidiana.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** C

### **COMENTARIO**

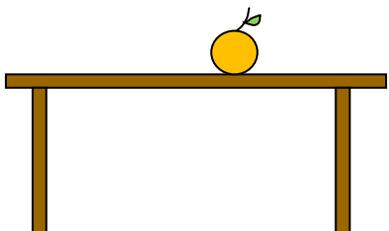
Este ítem mide la comprensión del postulante de las leyes del movimiento de Newton, en particular, del principio de acción y reacción.

Las fuerzas surgen de a pares, como producto de la interacción entre dos cuerpos. Así si dos cuerpos, P y Q, interactúan, el cuerpo P ejercerá una fuerza sobre el cuerpo Q (acción) y, simultáneamente, el cuerpo Q ejercerá una fuerza sobre P (reacción), de ahí el nombre de par

acción-reacción. Ambas fuerzas tienen la misma magnitud y se ejercen en la misma dirección, pero en sentidos contrarios.

De la descripción del principio de acción y reacción, es claro que las fuerzas actúan sobre cuerpos distintos, los cuerpos en interacción y, por lo mismo, dichas fuerzas no pueden equilibrarse (o anularse) entre sí. En consecuencia, solo es correcta la afirmación III) siendo la opción C) la clave del ítem.

La opción que es altamente elegida por los postulantes es D), es decir, dichos postulantes piensan equivocadamente que las fuerzas que forman un par acción-reacción se ejercen sobre un mismo cuerpo y que, por lo tanto, se anulan entre sí. Este error puede surgir a partir de un análisis poco riguroso de un clásico ejemplo: el de un objeto en equilibrio sobre una superficie horizontal, el que se ilustra a continuación:

	<p>La naranja se encuentra en reposo sobre la mesa. Las fuerzas que actúan sobre ella son el peso y la normal. Dichas fuerzas están en equilibrio porque tienen la misma magnitud, y actúan sobre el mismo cuerpo en sentidos contrarios, sin embargo, no forman un par acción-reacción.</p> <p>El peso de la naranja es ejercido por la Tierra, que la atrae hacia su centro. Por lo que la reacción al peso de la naranja es la fuerza que la naranja ejerce sobre la Tierra, atrayéndola. Dichas fuerzas son de igual magnitud y dirección, de sentido contrario y se ejercen sobre cuerpos distintos (naranja y Tierra).</p> <p>La normal es una fuerza ejercida por la mesa sobre la naranja y es una reacción a la fuerza de compresión que la naranja ejerce sobre la superficie de la mesa. Ambas fuerzas tienen la misma magnitud (la del peso de la naranja), la misma dirección, sentidos contrarios y se ejercen sobre cuerpos distintos (naranja y mesa).</p>
---	--

### PREGUNTA 53 (Módulo Común)

Un cuerpo viaja 120 km hacia su destino con una rapidez media de  $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  y regresa, por el mismo camino, al punto de partida con una rapidez media de  $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . ¿Cuál es su rapidez media para el viaje completo?

- A)  $12 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- B)  $24 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- C)  $48 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- D)  $50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- E)  $56 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Fuerza y movimiento / Mecánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar el movimiento de los cuerpos a partir de las leyes de la mecánica y de las relaciones matemáticas elementales que los describen.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de movimientos rectilíneos uniformes y acelerados tanto en su formulación analítica como en su representación gráfica.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** C

### COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe aplicar conceptos básicos asociados a la descripción de movimientos rectilíneos. En particular, debe aplicar la relación entre distancia recorrida y tiempo para determinar la rapidez media de un cuerpo en movimiento.

En la situación planteada se trata de calcular la rapidez media de un cuerpo para un viaje que se divide en dos partes, en la primera recorriendo 120 km con una rapidez media de  $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  y en la segunda, en camino de regreso, recorriendo los mismos 120 km, pero con una rapidez media de  $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

La rapidez media  $v$  corresponde al cociente de la distancia recorrida  $d$  y el tiempo  $t$  empleado en recorrerla, por lo que la expresión para calcularla es  $v = \frac{d}{t}$ . En este caso, para calcular la rapidez media del viaje completo, se debe obtener el cociente entre la distancia total recorrida, en este caso 240 km, y el tiempo total empleado, lo que puede obtenerse al estudiar ambas partes del movimiento.

Como la primera parte la realiza con una rapidez media de  $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  y dado que la distancia recorrida es de 120 km, es posible calcular el tiempo empleado en recorrer tal trayecto reordenando la expresión señalada anteriormente y reemplazando los datos conocidos:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{120}{60} \text{h} = 2 \text{ h}$$

Para la segunda parte del movimiento, se sabe que la rapidez media es  $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , por lo que el viaje de retorno demora

$$t = \frac{d}{v} = \frac{120}{40} \text{h} = 3 \text{ h}$$

Esto implica que, considerando que no se detiene entre el viaje de ida y el viaje de vuelta, el cuerpo recorrió un total de 240 km en un tiempo de 5 horas, por lo que aplicando la relación  $v = \frac{d}{t}$ ,

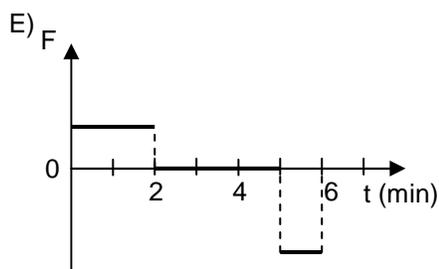
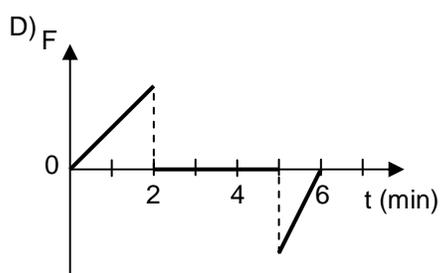
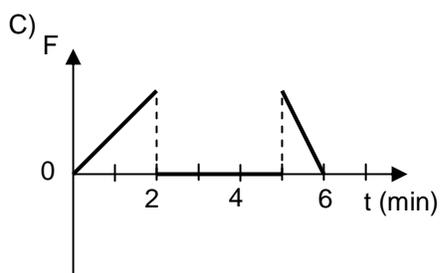
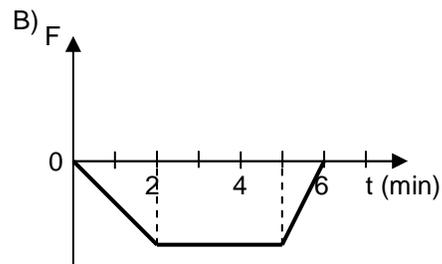
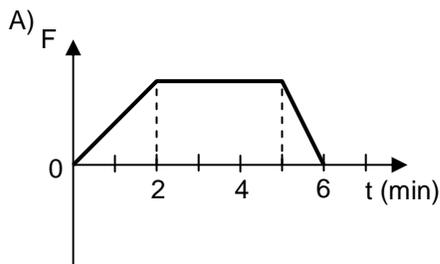
se obtiene que la rapidez media del objeto es  $v = \frac{240}{5} \frac{\text{km}}{\text{h}} = 48 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

La opción que responde correctamente al ítem es, por lo tanto, C).

Entre el resto de las opciones, la opción D) fue la más elegida. Esto indica que el concepto de rapidez media no es comprendido por ellos, pues estos postulantes solo obtuvieron un promedio de las rapidezces para ambos tramos, resultado que, en este caso particular, no tiene significado físico.

### PREGUNTA 54 (Módulo Común)

Un automóvil, que viaja en una carretera recta, parte desde un punto O y aumenta su velocidad en forma constante durante 2 minutos. Luego, durante 3 minutos, mantiene constante su velocidad y, finalmente, frena con aceleración constante hasta detenerse, en 1 minuto. ¿Cuál de los siguientes gráficos representa mejor la componente de la fuerza neta  $F$  sobre el automóvil, en la dirección del movimiento, durante los 6 minutos que se mantuvo en movimiento?



#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Fuerza y movimiento / Mecánica

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar el movimiento de los cuerpos a partir de las leyes de la mecánica y de las relaciones matemáticas elementales que los describen.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de los principios de Newton para explicar la acción de diversas fuerzas que suelen operar sobre un objeto en situaciones de la vida cotidiana.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** E

## COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe analizar el movimiento de un cuerpo considerando las leyes del movimiento.

En particular, se debe analizar las características de cada etapa del movimiento del automóvil y deducir la magnitud y sentido de la fuerza neta sobre este.

En los primeros dos minutos del movimiento, la velocidad del automóvil aumenta de forma constante, lo que significa que existe una aceleración constante y positiva. La fuerza neta es directamente proporcional a la aceleración adquirida, por lo que es también constante y positiva, lo que debe reflejarse en el gráfico fuerza en función del tiempo como una recta paralela al eje horizontal, de valor positivo. Durante los siguientes tres minutos, el automóvil mantiene su velocidad constante, lo que, según las leyes del movimiento, implica que la fuerza neta sobre él es nula. Esto debe representarse en el gráfico de fuerza en función del tiempo, mediante una recta coincidente con el eje horizontal, lo que indica una fuerza neta nula. Por último, durante el último minuto, el automóvil frena con aceleración constante. Esto implica que dado que la aceleración es contraria al movimiento, la fuerza neta también lo es. Esto se representa mediante una recta paralela al eje de las abscisas, de valor negativo.

Por lo tanto, la opción que describe de mejor forma la fuerza neta en función del tiempo para los tres tramos, es E). Del resto de las opciones, la que fue más elegida fue la opción A), lo que indica que los postulantes pueden haber pensado que se les preguntaba por el gráfico de velocidad en función del tiempo o simplemente pensaron que si la rapidez aumentaba, la aceleración también lo hacía.

## PREGUNTA 55 (Módulo Común)

Si un cuerpo varía su temperatura en 20 °C, entonces la variación de su temperatura en la escala Kelvin es

- A) 20 K
- B)  $\frac{273}{20}$  K
- C) 253 K
- D) 273 K
- E) 293 K

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Energía

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Explicar diversos fenómenos en que participa el calor, su relación con la temperatura, su medición y su interpretación cualitativa, en términos del modelo cinético de la materia.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Análisis comparativo del funcionamiento de los distintos termómetros que operan sobre la base de la dilatación térmica y de las escalas Kelvin y Celsius de temperatura.

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** A

## COMENTARIO

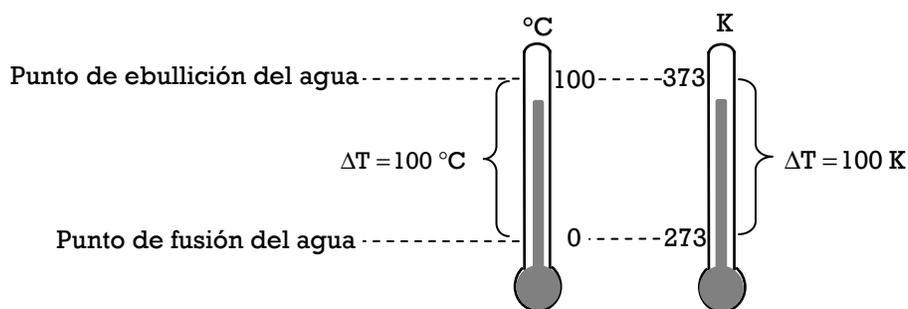
Este ítem requiere que el postulante reconozca la relación entre las escalas de temperatura Kelvin y Celsius.

La escala Celsius fue creada tomando como puntos de referencia las temperaturas de fusión y de ebullición del agua. Se le asignó  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a la temperatura de fusión y  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  a la de ebullición, y se dividió el intervalo en cien partes iguales, cada una de ellas correspondiente a  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cien años más tarde, Lord Kelvin tomó como referencia el grado celsius para crear la escala absoluta de temperaturas, también llamada escala Kelvin, la que se relaciona con la agitación molecular de la materia. En esta escala, a menor agitación molecular, corresponde una menor temperatura kelvin. El  $0\text{ K}$  es considerada la mínima temperatura posible, e implica ausencia de movimientos moleculares.

La equivalencia entre una temperatura en kelvin,  $T(\text{K})$ , y una temperatura en grados celsius,  $T(^{\circ}\text{C})$ , está dada por la relación

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

Esto indica, básicamente, que los valores de una escala están “desplazados” en 273,15 unidades con respecto a la otra, pero dado que Lord Kelvin tomó como referencia el grado celsius, las variaciones de temperatura son equivalentes en ambas escalas. Esto se representa en la siguiente figura:



Una variación de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la temperatura de un cuerpo corresponde, por lo tanto, también a una variación de  $20\text{ K}$ . La opción correcta es, entonces, A). Entre el resto de las opciones, la más elegida fue E), lo que indica que estos postulantes probablemente pensaron que se les preguntaba por la temperatura kelvin que equivalía a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## PREGUNTA 56 (Módulo Común)

Para un gramo de agua que se encuentra en un recipiente cerrado a  $1\text{ atm}$  y a una temperatura inicial de  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- A) Si su temperatura aumenta en  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , entonces aumenta su volumen.
- B) Si su temperatura aumenta en  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , entonces aumenta su densidad.
- C) Si su temperatura disminuye en  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , entonces disminuye su masa.
- D) Si su temperatura disminuye en  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , entonces disminuye su volumen.
- E) Si su temperatura disminuye en  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , entonces aumenta su densidad.

## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Energía

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Explicar diversos fenómenos en que participa el calor, su relación con la temperatura, su medición y su interpretación cualitativa, en términos del modelo cinético de la materia.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Análisis comparativo del funcionamiento de los distintos termómetros que operan sobre la base de la dilatación térmica y de las escalas Kelvin y Celsius de temperatura.

**Habilidad:** Comprensión

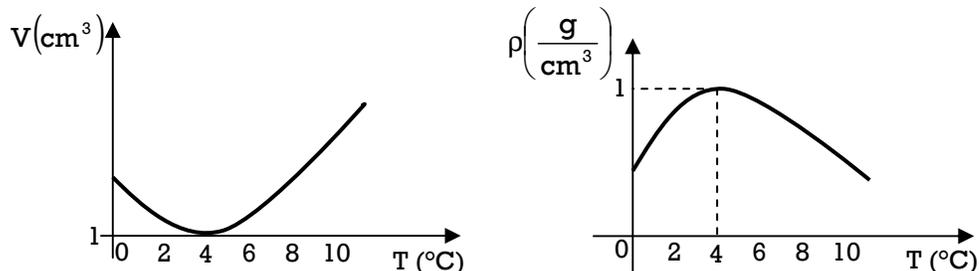
**Clave:** A

### COMENTARIO

Este ítem mide la comprensión del fenómeno de dilatación anómala del agua.

En general, los líquidos aumentan de volumen conforme aumentan de temperatura. En el caso del agua, ocurre una excepción entre los 0 °C y los 4 °C. En dicho intervalo de temperaturas, el agua disminuye su volumen con el aumento de su temperatura, fenómeno que se conoce como dilatación anómala del agua. Una vez que la temperatura del agua se eleva por sobre los 4° C, esta se comporta como un líquido común, aumentando su volumen con el aumento de temperatura.

El comportamiento recién descrito queda representado, para una masa de 1 gramo de agua y a 1 atm de presión, por los siguientes gráficos de volumen (V) en función de su temperatura (T) y de densidad ( $\rho$ ) en función de su temperatura (T).



A los 4 °C el agua líquida tiene su menor volumen y, consecuentemente, su máxima densidad, lo que corresponde a las condiciones iniciales planteadas en el ítem. Si a partir de este punto aumenta la temperatura del agua, también aumentará su volumen y disminuirá su densidad. Por lo tanto, la opción que responde correctamente el ítem es A).

Entre el resto de las opciones, la que fue elegida por el mayor número de postulantes fue E), lo que implica que estos postulantes no consideraron el rango de temperaturas en el cual ocurre el fenómeno de dilatación anómala para el agua, sino que pensaron que, tal como un fluido común, el agua se contrae al reducir su temperatura.

## PREGUNTA 57 (Módulo Común)

Se lanza verticalmente hacia arriba una bolita, la cual vuelve al punto de partida. Si se considera el roce con el aire, se puede asegurar que en el instante del lanzamiento y en el instante en que vuelve al punto de partida, la bolita tiene la misma

- I) energía mecánica.
- II) energía cinética.
- III) energía potencial gravitatoria.

Es (son) correcta(s)

- A) solo I.
- B) solo III.
- C) solo I y II.
- D) solo II y III.
- E) I, II y III.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Fuerza y Movimiento / Energía

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar el movimiento de los cuerpos a partir de las leyes de la mecánica y de las relaciones matemáticas elementales que los describen.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de la ley de conservación de la energía mecánica para explicar diversos fenómenos.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** B

### COMENTARIO

Este ítem mide la comprensión que tiene el postulante de lo que sucede con la energía mecánica de un cuerpo en movimiento vertical, cuando sobre él actúan fuerzas disipativas.

Para cada punto de su trayectoria, la energía mecánica (EM) de la bolita en movimiento vertical, señalada en el ítem, corresponde a la suma de su energía cinética (EC) y de su energía potencial gravitatoria (EP):

$$EM = EC + EP.$$

Si sobre la bolita solo actuaran fuerzas conservativas, entonces su energía mecánica tendría el mismo valor en cada instante, lo que se conoce como ley de conservación de la energía mecánica. Sin embargo, en el ítem se señala que se debe considerar el roce de la bolita con el aire, lo que corresponde a la acción de una fuerza disipativa. Esto implica que la energía mecánica de la bolita va disminuyendo en su trayectoria de ida y vuelta al punto de partida, por lo que no puede tener el mismo valor en el instante en que vuelve a dicho punto con respecto al instante en que fue lanzada. Lo anterior implica que la afirmación I) no es correcta.

La energía potencial gravitatoria, por su parte, está asociada a la posición de la bolita con respecto a la Tierra. Por lo que, como la bolita tiene la misma posición cuando es lanzada y cuando retorna al punto de lanzamiento, su energía potencial gravitatoria es la misma en ambos instantes, siendo correcta la afirmación III).

Finalmente, considerando que

- $EM = EC + EP$ ;
- la energía mecánica de la bolita es menor en el instante en que vuelve al punto de partida respecto al instante en que fue lanzada;
- y que la energía potencial gravitatoria de la bolita es la misma en ambos instantes,

es posible concluir que la energía cinética de la bolita también es menor cuando vuelve al punto de partida, en comparación con la que tenía al ser lanzada, por lo que la afirmación II) no es correcta, siendo la opción B) la que responde correctamente el ítem.

### **PREGUNTA 58 (Módulo Común)**

Un objeto de 0,5 kg es lanzado verticalmente hacia arriba, de manera que en el punto de lanzamiento su energía potencial gravitatoria es 100 J y su rapidez es  $v_0$ . Si en el punto más alto de la trayectoria la energía potencial gravitatoria del objeto es 125 J, y no se consideran efectos de roce, ¿cuál es el valor de  $v_0$ ?

- A)  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- B)  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- C)  $10\sqrt{5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- D)  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E)  $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** Fuerza y Movimiento / Energía

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar el movimiento de los cuerpos a partir de las leyes de la mecánica y de las relaciones matemáticas elementales que los describen.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de la ley de conservación de la energía mecánica para explicar diversos fenómenos.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** B

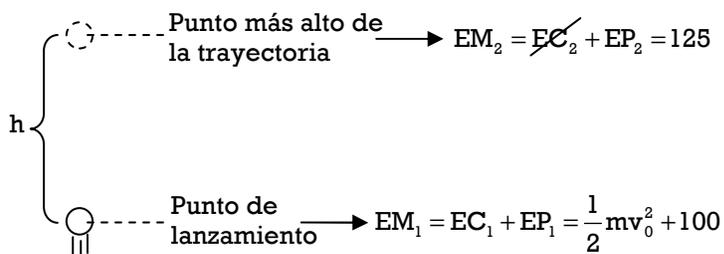
#### **COMENTARIO**

Para responder correctamente este ítem, el postulante debe aplicar la ley de conservación de la energía mecánica para un objeto que es lanzado verticalmente.

En el caso presentado, la energía mecánica (EM) del objeto corresponde a la suma de su energía cinética (EC) y su energía potencial gravitatoria (EP). Como no se considera el roce en el movimiento, entonces la energía mecánica se conserva, es decir, para cualquier punto de la trayectoria la energía mecánica del objeto tiene el mismo valor o, dicho de otra manera, la suma de sus energías cinética y potencial gravitatoria es constante.

El objeto, de masa  $m$ , tiene una determinada rapidez inicial  $v_0$  al ser lanzado hacia arriba y, por lo mismo, tiene una energía cinética asociada a dicha rapidez, la que puede ser determinada como  $EC = \frac{1}{2}mv_0^2$ . Además se señala que, en el momento del lanzamiento, el objeto tiene una energía potencial gravitatoria de 100 J.

A su vez, cuando el objeto alcanza el punto más alto de su trayectoria solo tiene energía potencial gravitatoria (125 J), ya que su rapidez y, consecuentemente, su energía cinética son iguales a cero. Lo anterior queda representado en la siguiente figura:



Luego, por conservación de la energía mecánica, se cumple que:

$$EM_1 = EM_2$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + 100 = 125$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = 25$$

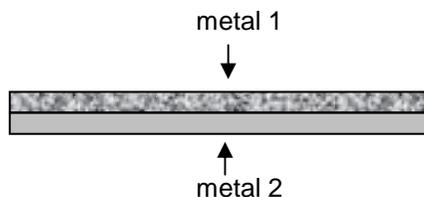
$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 25}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 25}{0,5}} \frac{m}{s}$$

$$v_0 = 10 \frac{m}{s}$$

Por lo tanto, la opción correcta es B). Es importante señalar que la opción A) también fue escogida por un grupo importante de postulantes, lo que podría estar indicando que si bien estos se dan cuenta de que la energía se conserva, se equivocan al aplicar la ecuación que relaciona la energía cinética con la rapidez.

### PREGUNTA 59 (Módulo Común)

Para construir cierto tipo de termómetro se usa una tira bimetálica, la que se fabrica pegando dos láminas de metales distintos, de la forma mostrada en la figura. Al aumentar la temperatura de la tira, esta se dobla.



Este fenómeno puede ser explicado por

- I) la diferencia entre los calores específicos de ambos metales, lo que genera que uno de ellos logre una temperatura mayor, expandiéndose más que el otro.
- II) la diferencia entre los coeficientes de dilatación de ambos metales, lo que conlleva que uno de los metales se dilate más que el otro.
- III) el hecho de que ambas láminas están firmemente adheridas, por lo que no pueden separarse.

Es (son) correcta(s)

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo III.
- D) solo I y II.
- E) solo II y III.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La materia y sus transformaciones / Energía

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Explicar diversos fenómenos en que participa el calor, su relación con la temperatura, su medición y su interpretación cualitativa, en términos del modelo cinético de la materia.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Análisis comparativo del funcionamiento de los distintos termómetros que operan sobre la base de la dilatación térmica y de las escalas Kelvin y Celsius de temperatura.

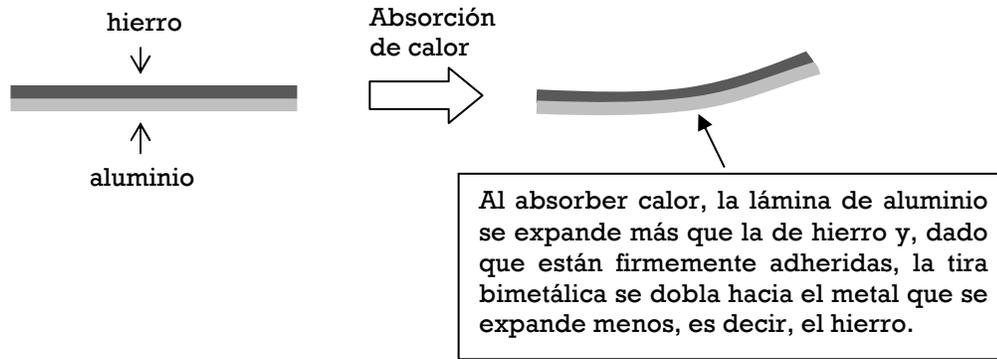
**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** E

#### COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante analice el funcionamiento de una tira bimetálica, y luego evalúe las opciones presentadas, seleccionando aquellas que dan cuenta efectiva de su funcionamiento.

La tira bimetálica, tal como se presenta en el enunciado, consiste en dos láminas de diferentes metales, soldadas entre sí. El funcionamiento de la tira bimetálica se basa en la dilatación diferenciada de ambos metales. Por ejemplo, al aumentar su temperatura, una lámina de aluminio se expande más del doble de lo que lo hace una barra de hierro de la misma longitud. Por lo tanto, si dos láminas, una de aluminio y otra de hierro, se unen entre sí, al calentarse esta tira bimetálica, la lámina de aluminio se expandirá más que la de hierro, y dado que están soldadas entre sí, se observará que la tira se curva, como representa la imagen siguiente:



El material que se expande más, será el que se contrae más al disminuir su temperatura. En este último caso la tira se curva en el sentido opuesto al enfriarse.

La opción que responde correctamente el ítem es, por lo tanto, E). Entre el resto de las opciones, la seleccionada con mayor frecuencia fue D). Este grupo de postulantes probablemente no analizó el hecho que los sistemas tienden naturalmente a buscar el equilibrio térmico, por lo que aunque tengan diferentes calores específicos, los dos metales alcanzarán la misma temperatura.

### **PREGUNTA 60 (Módulo Común)**

De acuerdo a la teoría de tectónica de placas, ¿cuál de las siguientes opciones es correcta?

- A) En los bordes convergentes las placas aumentan de tamaño.
- B) La distancia entre dos puntos situados en placas distintas, permanece constante.
- C) El área de cada placa ha permanecido constante en el tiempo.
- D) Nueva corteza oceánica se crea a partir de bordes divergentes entre placas.
- E) La cantidad de placas existentes ha permanecido constante en el tiempo.

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** La Tierra y el Universo / Macrocosmos y microcosmos

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender el origen, la dinámica y los efectos de sismos y erupciones volcánicas en términos del movimiento de placas tectónicas y de la propagación de energía.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Caracterización básica del origen, la dinámica y los efectos de la actividad sísmica y volcánica en términos de la tectónica de placas y de la propagación de energía.

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** D

## COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante reconozca las consecuencias de los procesos tectónicos e identifique, entre las opciones, la afirmación correcta.

Básicamente, la teoría de tectónica de placas postula que la litosfera está dividida en secciones en lento pero constante movimiento entre sí. Tales movimientos pueden ser de acercamiento, separación o de avance paralelo entre sí.

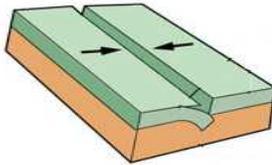


Figura 1  
Borde convergente

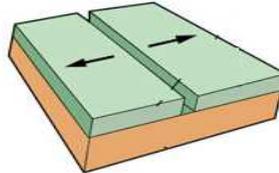


Figura 2  
Borde divergente

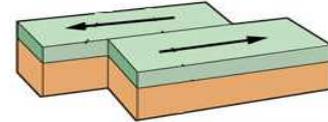


Figura 3  
Borde transformante

Cuando dos placas se acercan entre sí, puede ocurrir que una placa se hunda bajo otra, en un proceso conocido como subducción. Estos tipos de bordes (figura 1) se denominan convergentes o destructivos, pues se considera que la litosfera que subduce es destruida. Como consecuencia de esta interacción, se produce un acercamiento entre puntos ubicados en ambas placas. Un ejemplo de esto es la Isla de Pascua que, actualmente, se acerca al continente debido a la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, lo que ocurre a una rapidez aproximada de 7 centímetros por año. En este tipo de borde también puede haber colisión entre placas, engrosándose la litosfera, lo que ocurre cuando las placas que convergen son continentales. Este es el caso de convergencia entre las placas India y Euroasiática, que ha formado la Cordillera de los Himalayas.

En el caso que las placas se separen entre sí, se habla de límite divergente o constructivo (figura 2). Este tipo de límite es típico del fondo oceánico, donde se presenta en forma de dorsales oceánicas. Se le llama constructivo pues, al separarse las placas, emerge magma a través del límite de separación entre ellas, el que se solidifica al entrar en contacto con el agua, pasando a ser parte del fondo oceánico.

El tercer tipo de límite (figura 3) es conocido como límite transformante, y se caracteriza por un movimiento paralelo de las placas, comúnmente en sentidos opuestos, por lo que no se crea ni se destruye litosfera. Este tipo de límites sirve de conexión entre centros de divergencia o convergencia.

La rapidez con que subduce una placa es usualmente distinta a la de creación de nueva litosfera en sus límites divergentes, por lo que la mayoría de las placas experimenta cambios de tamaño a lo largo del tiempo. Por lo mismo, es esperable que en el futuro subduzcan placas de forma completa. Por otro lado, debido a tensiones producidas por las diferentes interacciones, también puede producirse la fractura y posterior división de placas tectónicas. Es por este tipo de fenómenos, que la cantidad de placas se considera variable en el tiempo.

La opción que responde correctamente el ítem es D), pues describe lo que ocurre en las dorsales oceánicas. Respecto del resto de las opciones, hay una inconsistencia entre lo que plantea la opción B) con los fenómenos tectónicos; las opciones C) y E) dan la idea de que, en general, existe un balance global perfecto entre los fenómenos tectónicos, lo que no es así: La Tierra es un planeta dinámico, por lo que las rapidez con que se mueven las placas varían en el tiempo y dependen de variados factores. Por último, la opción A) fue la que, luego de la clave, tuvo la mayor frecuencia de selección. Esto sugiere que estos postulantes no asocian correctamente los fenómenos tectónicos con los tipos de borde en los que ocurren.

## PREGUNTA 61 (Módulo Común)

De acuerdo a las leyes de Kepler para los movimientos planetarios, se afirma lo siguiente:

- I) Las órbitas de los planetas están en un mismo plano.
- II) Los planetas se mueven más rápido cuando se encuentran más cerca del Sol.
- III) La rapidez del movimiento de traslación del planeta se mantiene constante.

Es (son) correcta(s)

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo III.
- D) solo I y II.
- E) solo I y III.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La Tierra y el Universo / Macrocosmos y microcosmos

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Reconocer la importancia de las leyes físicas formuladas por Newton y Kepler para realizar predicciones en el ámbito astronómico.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de las leyes de Kepler y de la ley de gravitación universal de Newton para explicar y hacer predicciones sobre la dinámica de pequeñas y grandes estructuras cósmicas (planetas, estrellas, galaxias, etc.).

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** B

### COMENTARIO

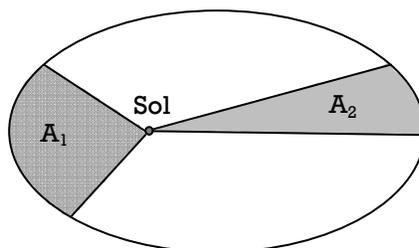
Para responder correctamente el ítem, el postulante debe comprender lo propuesto por Kepler al postular su modelo para el movimiento planetario.

Johannes Kepler, basado en los datos observacionales de Tycho Brahe, postuló en 1609, y luego en 1618, que

- 1- Las órbitas de los planetas son elípticas y que el Sol se encuentra en uno de sus focos.
- 2- El radio vector que une cada planeta con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.
- 3- El cubo de la longitud del semieje mayor de la órbita es directamente proporcional al cuadrado del período orbital del planeta.

Estos tres postulados se consideran leyes del movimiento planetario, pues describen adecuadamente lo observado en el Sistema Solar, permitiendo predecir los movimientos planetarios.

A partir de las dos primeras leyes de Kepler, es posible concluir que dado que las distancias a las que se encuentran los planetas del Sol son variables, los movimientos de traslación tendrán rapidezces también variables. Esto queda representado por el siguiente diagrama, en el cual un planeta barre un área  $A_1$  en un tiempo igual al empleado en barrer un área  $A_2$ , con  $A_1 = A_2$ .

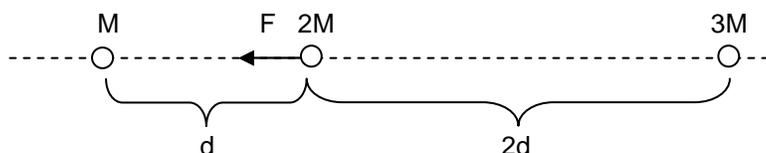


Si bien las áreas son iguales, las distancias recorridas por el planeta al barrerlas no son iguales. Al estar un planeta más cerca del Sol, tiene una rapidez de traslación mayor que la que tiene cuando se encuentra más distante de él. La afirmación II) es por lo tanto, correcta, por lo que la afirmación III), al ser opuesta, es incorrecta.

Respecto de la afirmación I), a pesar de que esta refleja lo observado en el Sistema Solar, no se desprende directamente de las leyes de Kepler. La opción que responde correctamente al ítem es, por lo tanto, B). Entre el resto de las opciones, la que fue elegida por el mayor porcentaje de postulantes fue E), lo que sugiere que estos postulantes no comprenden las leyes de Kepler, y tienen un conocimiento parcial de los movimientos de los cuerpos del Sistema Solar.

### PREGUNTA 62 (Módulo Común)

Tres cuerpos de masas  $M$ ,  $2M$  y  $3M$ , se encuentran separados sobre una misma línea recta. La separación entre ellos se especifica en la figura. El cuerpo de masa  $M$  atrae gravitacionalmente al cuerpo de masa  $2M$  con una fuerza de magnitud  $F$ , como representa la figura.



¿Cuál es la fuerza neta sobre el cuerpo de masa  $2M$  debido solo a la interacción gravitatoria que tiene con los cuerpos de masas  $M$  y  $3M$ ?

- A)  $\frac{7}{4}F$  hacia el cuerpo de masa  $M$
- B)  $\frac{7}{4}F$  hacia el cuerpo de masa  $3M$
- C)  $\frac{7}{2}F$  hacia el cuerpo de masa  $M$
- D)  $\frac{1}{4}F$  hacia el cuerpo de masa  $M$
- E)  $\frac{1}{4}F$  hacia el cuerpo de masa  $3M$

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** La Tierra y el Universo / Macrocosmos y microcosmos

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Reconocer la importancia de las leyes físicas formuladas por Newton y Kepler para realizar predicciones en el ámbito astronómico.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de las leyes de Kepler y de la ley de gravitación universal de Newton para explicar y hacer predicciones sobre la dinámica de pequeñas y grandes estructuras cósmicas (planetas, estrellas, galaxias, etc.).

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** D

## COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante, a través de la aplicación de ley de gravitación universal de Newton, obtenga la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo debido a la interacción con otros dos cuerpos.

La ley de gravitación universal de Newton establece que la magnitud de la fuerza de atracción entre dos cuerpos es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre sus respectivos centros. La constante de proporcionalidad que permite obtener el valor de la fuerza se denomina constante de gravitación universal y se representa por  $G$ .

En el caso expuesto, la fuerza de atracción entre el cuerpo de masa  $M$  y el cuerpo de masa  $2M$  se puede expresar como

$$F = G \frac{M \cdot 2M}{d^2} = 2 \frac{GM^2}{d^2}$$

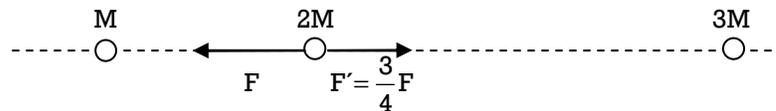
Por su parte, la magnitud de la fuerza  $F'$  que experimenta  $2M$  debido a la interacción con  $3M$ , es posible expresarla como

$$F' = G \frac{2M \cdot 3M}{(2d)^2} = G \frac{6M^2}{4d^2} = \frac{3}{2} \frac{GM^2}{d^2}$$

Al establecer la relación entre ambas fuerzas se obtiene:

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{3}{2} \frac{GM^2}{d^2}}{2 \frac{GM^2}{d^2}} = \frac{3}{4}$$

Por lo tanto,  $F' = \frac{3}{4}F$ . Ambas fuerzas se representan a continuación, considerando tanto la orientación como la magnitud de cada una:



Para obtener la magnitud  $F_N$  de la fuerza neta sobre el cuerpo, las fuerzas que actúan sobre este se suman vectorialmente lo que, en este caso, dada la orientación opuesta de ambos vectores, implica que las magnitudes se restan:

$$F_N = F - F' = F - \frac{3}{4}F = \frac{1}{4}F$$

Dado que la fuerza de mayor magnitud está orientada hacia el cuerpo  $M$ , la fuerza neta también lo está. Por lo tanto, la opción D) es la que responde correctamente el ítem. Entre el resto de las opciones, la que tuvo el mayor porcentaje de selección fue C), lo que sugiere que estos postulantes, además de no establecer correctamente las relaciones entre los conceptos asociados a las fuerzas en estudio, no comprenden los casos en que es necesario operar de forma vectorial.

### **PREGUNTA 63 (Módulo Común)**

De las siguientes opciones, ¿cuál de ellas representa a un monómero y a un polímero, respectivamente?

- A) Aminoácido – nucleótido
- B) Proteína – aminoácido
- C) Glicógeno – glucosa
- D) Glucosa – almidón
- E) ADN – nucleótido

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Organización, estructura y actividad celular

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Comprender que la célula está constituida por diferentes moléculas biológicas que cumplen funciones específicas en el metabolismo celular.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Identificación de las principales moléculas orgánicas que componen la célula y de sus propiedades estructurales y energéticas en el metabolismo celular.

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** D

#### **COMENTARIO**

Para responder esta pregunta, los postulantes deben distinguir los conceptos de monómero y polímero, y reconocer cuál de las opciones presenta correctamente ejemplos de cada uno de ellos. Estos contenidos son abordados en primer año de Enseñanza Media.

Un monómero corresponde a una molécula de peso molecular relativamente bajo, que puede unirse a otras del mismo tipo para formar una molécula de mayor tamaño (un polímero).

Entre los términos presentados, los que corresponden a monómeros son los aminoácidos, los nucleótidos y la glucosa, mientras que las proteínas, el ADN y el glicógeno corresponden a polímeros.

Un aminoácido corresponde a una molécula orgánica que contiene un grupo amino y un grupo carboxilo unidos al mismo átomo de carbono, al cual se unen además un átomo de hidrógeno y una cadena lateral variable, dependiendo de qué aminoácido se trate. Los aminoácidos son los monómeros de las proteínas. Por lo tanto, una proteína corresponde a un polímero lineal de aminoácidos, los cuales se unen entre sí mediante enlaces peptídicos.

Un nucleótido es una molécula formada por una base púrica o pirimídica unida covalentemente a un azúcar de tipo ribosa o desoxirribosa, la cual a su vez se une a uno o más grupos fosfato mediante enlaces tipo éster. Los nucleótidos son los monómeros de los ácidos nucleicos. Por lo tanto, el ADN o ARN son polímeros formados por una cadena de nucleótidos, y que se encuentran unidos entre sí por enlaces fosfodiéster.

La glucosa corresponde a un monosacárido constituido por seis átomos de carbono. La unión de moléculas de glucosa mediante enlaces glucosídicos constituye un polímero. Estos polímeros de glucosa pueden ser glicógeno, en el caso de las células musculares o hepáticas, y celulosa o almidón en las células vegetales.

De acuerdo a lo anterior, la clave de la pregunta es la opción D), que presenta correctamente al monómero (glucosa) y al polímero (almidón).

## **PREGUNTA 64 (Módulo Común)**

¿Cuál de las siguientes opciones asocia correctamente la etapa del ciclo proliferativo con el proceso celular que ocurre en ella?

- A) Fase M – crecimiento de la masa celular
- B) Fase S – mecanismo de control de la proliferación
- C) Fase G<sub>2</sub> – unión de microtúbulos a los centrómeros
- D) Fase G<sub>2</sub> – separación de cromosomas homólogos
- E) Fase M – separación de cromátidas hermanas

### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Organización, estructura y actividad celular

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación del mecanismo que permite la conservación de la información genética en el transcurso de la división celular (mitosis) y de la generación de células haploides (meiosis), en la gametogénesis.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** E

### **COMENTARIO**

Para responder esta pregunta, los postulantes deben identificar las etapas del ciclo celular o proliferativo y ser capaces de asociarlas con los procesos celulares que ocurren en cada una de ellas. Estos contenidos son abordados en segundo año de Enseñanza Media.

Por lo general, cuando las células alcanzan cierto tamaño, detienen su crecimiento, pudiendo o no dividirse. El crecimiento y la división celular son etapas del ciclo vital de una célula, también conocido como ciclo celular o ciclo proliferativo. Este consta de dos grandes etapas: la interfase y la mitosis (M), cada una con diferentes tiempos de duración.

La célula pasa la mayor parte de su vida en interfase. Durante esta etapa aumenta de tamaño y sintetiza gran cantidad de sustancias. La interfase consta de tres etapas: G<sub>1</sub>, S y G<sub>2</sub>. En S ocurre la duplicación del ADN, mientras que en G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub> las células aumentan su masa de proteínas y la cantidad de organelos, y por lo tanto crecen. También en G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub>, además de la metafase, existen puntos de control que permiten regular la proliferación celular. Considerando lo anterior, se desprende que las opciones A), B), C) y D) son falsas.

La mitosis incluye cuatro etapas: profase, metafase, anafase y telofase. La mitosis es un proceso complejo, en el cual ocurren una serie de eventos que asegurarán que cada nuevo núcleo reciba el mismo número y tipo de cromosomas característicos del núcleo original. Durante esta fase, el material genético se condensa, y los cromosomas se hacen visibles al microscopio. Las fibras del huso se unen a los centrómeros de los cromosomas, haciendo posible la separación de las cromátidas hermanas hacia los polos opuestos de la célula, específicamente en la anafase. Por lo tanto, la opción E) es la clave de esta pregunta.

Entre los distractores, el más abordado correspondió a la opción B). Como ya se mencionó, esta opción es falsa puesto que en S no hay mecanismos de control.

### **PREGUNTA 65 (Módulo Común)**

Si se bloquea la acción de las enzimas del retículo endoplasmático liso de una célula animal, a corto plazo, disminuirá directamente la síntesis de

- A) enzimas.
- B) fosfolípidos.
- C) polisacáridos.
- D) ácidos nucleicos.
- E) proteínas de membrana.

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Organización, estructura y actividad celular

**Nivel:** I medio

**Objetivo Fundamental:** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Identificación de las principales moléculas orgánicas que componen la célula y de sus propiedades estructurales y energéticas en el metabolismo celular.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** B

#### **COMENTARIO**

Para contestar correctamente esta pregunta, los postulantes deben relacionar la función del retículo endoplasmático liso con las consecuencias que tendría, a nivel celular, la inhibición de sus enzimas. Estos contenidos son abordados en primer año de Enseñanza Media.

El retículo endoplasmático (RE) está presente en todas las células eucariontes. Corresponde a un organelo formado por sacos aplanados que se extienden por todo el citoplasma, y donde ocurren procesos de biosíntesis. A pesar de que las membranas del RE están interconectadas y forman un espacio continuo, mediante microscopía electrónica es posible apreciar dos regiones: el RE rugoso y el RE liso. El RE rugoso presenta ribosomas adheridos a sus membranas, donde se lleva a cabo la síntesis y plegamiento de proteínas. En tanto, el RE liso (llamado así debido a que carece de ribosomas adheridos) es un sitio de síntesis de compuestos de naturaleza lipídica. Este organelo es muy abundante, por ejemplo, en células que sintetizan hormonas esteroidales a partir de colesterol.

Por lo tanto, si en una célula animal se bloquea la acción de las enzimas del retículo endoplasmático liso, de entre las opciones presentadas en la pregunta, solo debiese disminuir la síntesis de fosfolípidos. Luego, la respuesta correcta es la opción B).

Entre los distractores, el más abordado correspondió a la opción E) proteínas de membrana. Esta opción es incorrecta, ya que las proteínas de membrana son sintetizadas en el RE rugoso, por lo que una inhibición de las enzimas del RE liso no debiera afectar la síntesis de este tipo de proteínas.

### **PREGUNTA 66 (Módulo Común)**

Ciertos protozoos tienen en su citoplasma una alta concentración de iones sodio, a pesar de vivir en un medio en el que este ion se encuentra muy diluido. Esta acumulación intracelular de iones sodio es posible por la existencia de

- A) difusión facilitada.
- B) difusión simple.
- C) transporte activo.
- D) exocitosis.
- E) osmosis.

## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Organización, estructura y actividad celular

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación de fenómenos fisiológicos sobre la base de la descripción de mecanismos de intercambio entre la célula y su ambiente (transporte activo, pasivo y osmosis) y extrapolación de esta información a situaciones como, por ejemplo, la acumulación o pérdida de agua en tejidos animales y vegetales.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** C

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta, los postulantes deben conocer los mecanismos de transporte celular y sus propiedades, para aplicarlos a una situación en particular. Estos contenidos son abordados en primer año de Enseñanza Media.

Los protozoos son organismos eucariontes unicelulares. Como se plantea en el enunciado de esta pregunta, algunos protozoos viven en aguas que presentan una baja concentración de iones, y a pesar de ello son capaces de mantener altas concentraciones de ion sodio en su citoplasma en comparación con la concentración del medio externo.

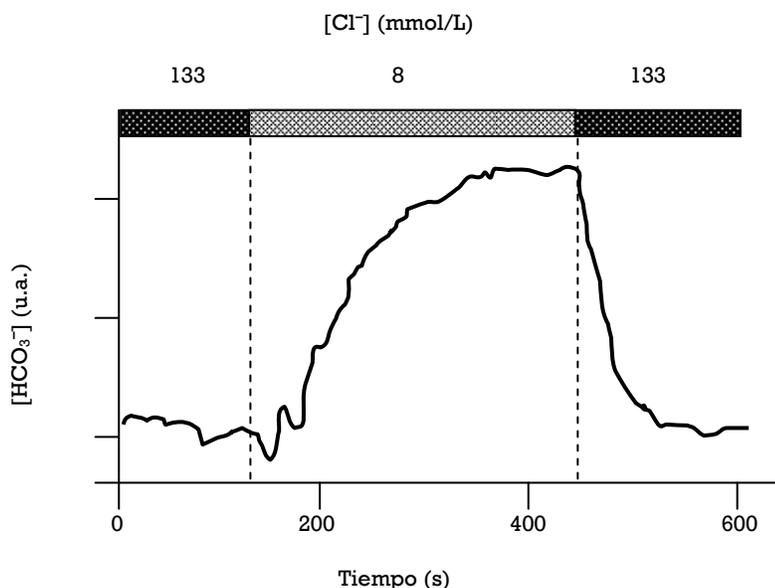
El transporte de una sustancia a través de una membrana (en este caso la membrana plasmática del protozoo) se considera pasivo si ocurre a favor del gradiente de concentración (la sustancia transportada se desplaza desde una zona de mayor a otra de menor concentración). El transporte es necesariamente activo si ocurre en contra del gradiente de concentración (la sustancia transportada se desplaza desde una zona de menor a otra de mayor concentración), lo que implica para la célula un gasto de energía.

En la situación planteada, existe una mayor concentración de ion sodio en el medio intracelular en comparación con el medio extracelular. Por lo tanto, si el ion sodio se transporta desde el interior del protozoo hacia el medio extracelular, el transporte será pasivo. Por el contrario, la acumulación de iones sodio en el citoplasma del protozoo ocurre en contra del gradiente de concentración del ion, lo que implica que la acumulación intracelular ocurre por la existencia de transporte activo. Por lo tanto, la clave de esta pregunta es la opción C).

Las opciones que presentan tipos de transportes que no requieren ATP no pueden explicar esta situación, es decir A) difusión facilitada, B) difusión simple y E) osmosis (tres tipos de transporte pasivo), son incorrectas. Por otra parte, la opción D) también es incorrecta, ya que la exocitosis es un mecanismo de transporte desde el medio intracelular al extracelular utilizado principalmente para el transporte de macromoléculas, como por ejemplo proteínas.

### PREGUNTA 67 (Módulo Común)

La figura muestra la concentración intracelular de iones bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) cuando se modifica la concentración extracelular de iones cloruro ( $\text{Cl}^-$ ).



De la figura, se infiere correctamente que el

- A) transporte de  $\text{HCO}_3^-$  depende del  $\text{Cl}^-$  extracelular.
- B)  $\text{HCO}_3^-$  es transportado activamente a la célula.
- C)  $\text{Cl}^-$  difunde libremente hacia la célula.
- D)  $\text{Cl}^-$  se cotransporta con  $\text{HCO}_3^-$ .
- E) carácter ácido de la célula depende de la concentración de  $\text{HCO}_3^-$ .

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Organización, estructura y actividad celular

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación de fenómenos fisiológicos sobre la base de la descripción de mecanismos de intercambio entre la célula y su ambiente (transporte activo, pasivo y osmosis) y extrapolación de esta información a situaciones como, por ejemplo, la acumulación o pérdida de agua en tejidos animales y vegetales.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** A

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta los postulantes deben analizar un gráfico que da cuenta de la relación entre la concentración intracelular de iones bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) en función del tiempo, y el efecto que tiene sobre ésta la modificación de la concentración extracelular de iones cloruro ( $\text{Cl}^-$ ). Los contenidos relacionados se tratan en primer año de Enseñanza Media.

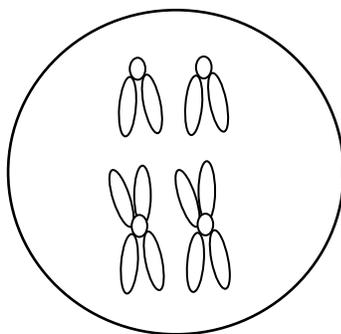
En el gráfico, se observa que a una concentración extracelular de 133 mmol/L de  $\text{Cl}^-$  la concentración intracelular de iones bicarbonato se mantiene relativamente constante en función del

tiempo. Posteriormente, cuando la concentración extracelular de  $\text{Cl}^-$  disminuye a 8 mmol/L, se produce un aumento de la concentración intracelular de  $\text{HCO}_3^-$ . La concentración de  $\text{HCO}_3^-$  vuelve a descender cuando la concentración extracelular de  $\text{Cl}^-$  disminuye nuevamente a 8 mmol/L. A partir de estos datos, es correcto inferir que el transporte de iones  $\text{HCO}_3^-$  depende de la concentración extracelular de  $\text{Cl}^-$ . Por lo tanto, la clave de la pregunta corresponde a la opción A).

El gráfico no muestra ninguna relación entre la permeabilidad, el gasto energético, ni el cotransporte de los iones  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Cl}^-$  en función del tiempo, así como tampoco una relación del pH intracelular en función de la concentración iónica de  $\text{HCO}_3^-$ , por lo que las opciones B), C) D) y E) no corresponden a inferencias correctas a partir de los datos presentados.

### **PREGUNTA 68 (Módulo Común)**

En un organismo con reproducción sexual y dotación cromosómica  $2n=4$ , se probó la acción de un fármaco sobre la ovogénesis. La dotación cromosómica de la célula ovulada se muestra en la siguiente figura:



A partir de la figura, ¿cuál de las siguientes opciones explica correctamente la acción directa del fármaco sobre la ovogénesis?

- A) Bloquea la mitosis
- B) Suprime el crossing over
- C) Inhibe la etapa de crecimiento
- D) Elimina los gránulos corticales
- E) Altera la dotación cromosómica

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Organización, estructura y actividad celular

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Explicación del mecanismo que permite la conservación de la información genética en el transcurso de la división celular (mitosis) y de la generación de células haploides (meiosis), en la gametogénesis.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** E

#### **COMENTARIO**

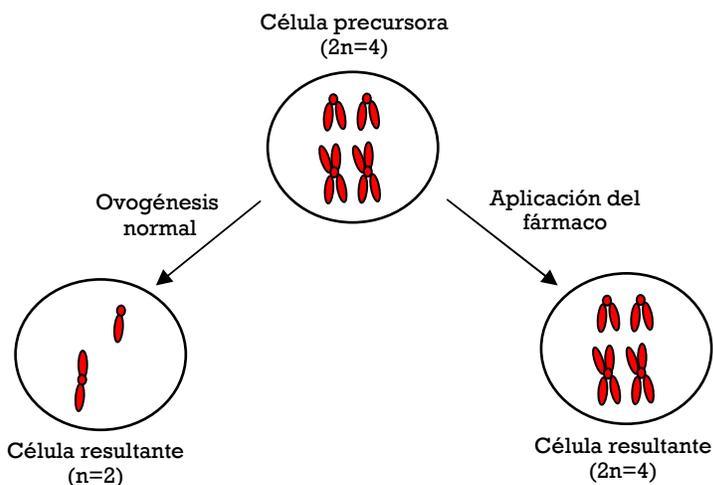
Esta pregunta requiere que los postulantes comprendan los cambios que experimentan las células en la gametogénesis, y que analicen e infieran los efectos de la aplicación de una droga sobre dicho

proceso a partir de un esquema. Los contenidos relacionados son abordados en segundo año de Enseñanza Media.

Los organismos que se reproducen sexualmente generan, en el proceso de gametogénesis, células especializadas que presentan la mitad del número de cromosomas en comparación con el resto de las células del organismo. Esto ocurre mediante división meiótica, proceso en el cual una célula con dotación cromosómica  $2n$  (diploide) experimenta dos divisiones celulares sucesivas (meiosis I y II). En la meiosis I, se reduce a la mitad el número de cromosomas, por lo que pasa a ser una célula con dotación cromosómica  $n$  (haploide). Por su parte, la meiosis II es similar a una división mitótica, separándose las cromátidas hermanas de cada cromosoma para pasar a constituir cromosomas simples.

En el enunciado de la pregunta se plantea que se probó la acción de un fármaco sobre la ovogénesis. En condiciones normales, si la dotación diploide de cromosomas de la célula es  $2n=4$ , es de esperar que una vez concluida la ovogénesis, la célula resultante presente la mitad de cromosomas ( $n=2$ ), cada uno de ellos no duplicado. Sin embargo, producto de la aplicación del fármaco, la dotación cromosómica es igual a la de la célula precursora, es decir,  $2n=4$ .

En el siguiente esquema se representa el resultado esperado de la ovogénesis en condiciones normales y los efectos de la droga aplicada.



De acuerdo a lo anterior, la clave de esta pregunta es la opción E), pues el fármaco altera la dotación cromosómica esperada como resultado del proceso de ovogénesis.

### **PREGUNTA 69 (Módulo Común)**

Un investigador ha aislado y purificado una molécula y sospecha que se trata de una proteína. Un experimento adecuado para confirmar la naturaleza de esta molécula es estudiar si

- A) contiene oxígeno.
- B) contiene carbono.
- C) tiene un alto peso molecular.
- D) es soluble en solventes orgánicos.
- E) libera aminoácidos después de un tratamiento con tripsina.

## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Organización, estructura y actividad celular

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Identificación de las principales moléculas orgánicas que componen la célula y de sus propiedades estructurales y energéticas en el metabolismo celular.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** E

### COMENTARIO

Para contestar esta pregunta, los postulantes deben evaluar cuál de los estudios presentados permite distinguir la naturaleza química de una molécula aislada. Estos contenidos corresponden a primer año de Enseñanza Media.

Los principales grupos de moléculas orgánicas que componen las células (proteínas, lípidos, carbohidratos y ácidos nucleicos) presentan características comunes. Todas estas moléculas presentan los átomos carbono e hidrógeno, y en su mayoría también oxígeno como parte de su estructura. Por lo tanto, determinar la presencia de alguno de estos átomos en la molécula en estudio no permite distinguir a cuál de los grupos corresponde, siendo las opciones A) y B) incorrectas.

El peso molecular de las moléculas orgánicas es altamente variable, y depende de la cantidad y composición de átomos que ésta presente. Puede incluso darse el caso de que dos moléculas de distinta naturaleza química presenten un peso molecular similar, por lo que la determinación cualitativa de este parámetro (alto peso molecular) tampoco permite confirmar ni descartar que la molécula aislada y purificada corresponda a una proteína. Entonces, la opción C) también es incorrecta.

Los solventes orgánicos son capaces de solubilizar compuestos apolares. Si la molécula en estudio es soluble en este tipo de solventes, es probable que presente naturaleza lipídica, por lo que la opción D) es incorrecta.

La tripsina es una enzima digestiva secretada por el páncreas. Esta enzima digiere específicamente proteínas, hidrolizando el enlace peptídico que mantiene unidos a los aminoácidos que las constituyen. Es por esto que, si se trata con esta enzima la molécula aislada y purificada por el investigador, se obtienen aminoácidos libres, es posible confirmar que dicha molécula corresponde a una proteína. Si se trata con esta enzima a cualquier molécula perteneciente a los otros grupos (lípidos, carbohidratos o ácidos nucleicos), no se producirá reacción alguna. Por lo tanto, la clave de esta pregunta es la opción E).

### **PREGUNTA 70 (Módulo Común)**

En una mujer sana, ¿cuál de las siguientes hormonas es exclusivamente de origen placentario?

- A) Gonadotropina coriónica
- B) Estrógeno
- C) Luteinizante
- D) Progesterona
- E) Prolactina

## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática** Estructura y función de los seres vivos / Procesos y funciones vitales

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar el papel biológico de las hormonas en la regulación y coordinación del funcionamiento de todos los sistemas del organismo, entre ellos el sistema reproductor humano, y cómo sus alteraciones afectan significativamente el estado de salud.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción del mecanismo general de acción hormonal en el funcionamiento de los sistemas del organismo y análisis del caso particular de la regulación hormonal del ciclo sexual femenino.

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** A

### COMENTARIO

Para responder esta pregunta, los postulantes deben conocer qué glándulas secretan las hormonas involucradas en la regulación del ciclo sexual femenino. Estos contenidos corresponden a segundo año de Enseñanza Media.

En la regulación del ciclo sexual femenino participan una serie de hormonas de distinta naturaleza química, las cuales son secretadas por diversas glándulas en distintas fases del ciclo.

Los estrógenos corresponden a un grupo de hormonas sexuales de naturaleza lipídica, y entre sus funciones se encuentran la estimulación del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y la proliferación del endometrio durante el ciclo sexual femenino. Además de ser secretados por la placenta, los estrógenos pueden ser secretados por las células de la granulosa de los folículos ováricos y por el cuerpo lúteo. Por lo tanto, la opción B) no es la clave de la pregunta.

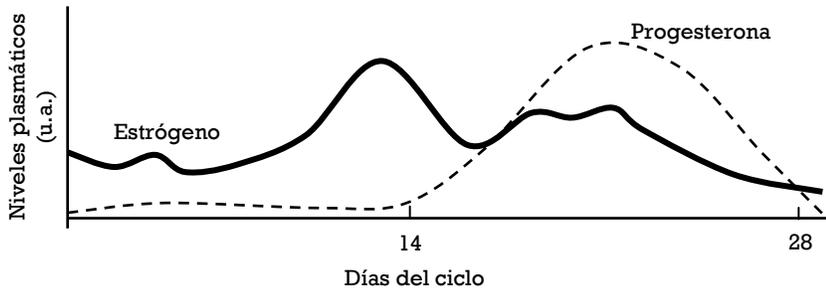
La hormona luteinizante (LH) corresponde a una hormona cuya función principal es estimular la ovulación, mientras que la prolactina estimula la producción de leche en las glándulas mamarias. Ambas hormonas son secretadas por la adenohipófisis, por lo tanto las opciones C) y E) son incorrectas.

La progesterona es una hormona de naturaleza esteroidea, y una de sus principales funciones se asocia a la estimulación de la proliferación del endometrio durante el ciclo sexual femenino. Los niveles plasmáticos de esta hormona se mantienen elevados durante todo el embarazo, siendo secretada en una primera etapa por el cuerpo lúteo, y luego por la placenta. Es por esto que la opción D) también es incorrecta.

De las hormonas presentadas, la gonadotropina coriónica (una hormona de naturaleza peptídica) es la única secretada exclusivamente por la placenta. Esta hormona actúa sobre el cuerpo lúteo durante el embarazo. En respuesta a esta hormona, el cuerpo lúteo aumenta de tamaño y secreta grandes cantidades de estrógenos y progesterona, las que a su vez estimulan el desarrollo del endometrio y la placenta. Por lo tanto, la opción A) corresponde a la clave de pregunta.

## PREGUNTA 71 (Módulo Común)

El siguiente gráfico representa los niveles de estrógenos y progesterona durante un ciclo ovárico normal.



A partir del gráfico, es correcto afirmar que

- A) el segundo pico de estrógenos indica que hay embarazo.
- B) la menstruación coincide con los niveles más bajos de progesterona.
- C) el periodo proliferativo coincide con los mayores niveles de estrógenos y progesterona.
- D) la ovulación coincide con el mayor nivel de estrógenos.
- E) los estrógenos y progesterona empiezan a ser secretados alrededor del día 14 del ciclo.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Procesos y funciones vitales

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar el papel biológico de las hormonas en la regulación y coordinación del funcionamiento de todos los sistemas del organismo, entre ellos el sistema reproductor humano, y cómo sus alteraciones afectan significativamente el estado de salud.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción del mecanismo general de acción hormonal en el funcionamiento de los sistemas del organismo y análisis del caso particular de la regulación hormonal del ciclo sexual femenino.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** B

### COMENTARIO

Para responder correctamente esta pregunta, el postulante debe recordar los principales eventos de los ciclos ovárico y uterino, relacionándolos con las variaciones de las hormonas sexuales que se muestran en el gráfico. Este contenido corresponde a segundo año de Enseñanza Media.

El ciclo menstrual involucra tanto el ciclo ovárico como el ciclo uterino. El primero se refiere al crecimiento y la maduración del folículo ovárico, el contiene el ovocito que será expulsado durante la ovulación. Por otra parte, el ciclo uterino involucra los cambios que experimenta el endometrio, tanto en grosor como en irrigación.

La ovulación divide ambos ciclos en dos fases: la fase preovulatoria, folicular o proliferativa y la fase postovulatoria, lútea o secretora. La duración del ciclo menstrual es muy variable en las mujeres, siendo en promedio alrededor de 28 días. Generalmente, se considera el primer día de la menstruación como el primer día del ciclo. Las variaciones que se observan en la duración total del ciclo se originan por variaciones en la duración de la fase preovulatoria, ya que la fase postovulatoria presenta una duración constante (14 días).

Desde el nacimiento, las mujeres presentan numerosos folículos primordiales, y cada uno de ellos contiene un ovocito inmaduro. Durante la fase preovulatoria del ciclo ovárico, varios folículos crecen a la vez, pero alrededor del sexto día del ciclo, por lo general, solo uno de ellos comienza a crecer

más rápidamente, constituyéndose en el folículo dominante. El resto de los folículos experimenta una regresión.

A medida que el folículo dominante crece, algunas células foliculares secretan cantidades crecientes de esteroides que originarán estrógenos. Alrededor del día 14 del ciclo, el folículo se rompe y se produce la ovulación. Luego, el folículo vacío, denominado cuerpo lúteo, comienza a secretar progesterona y estrógenos.

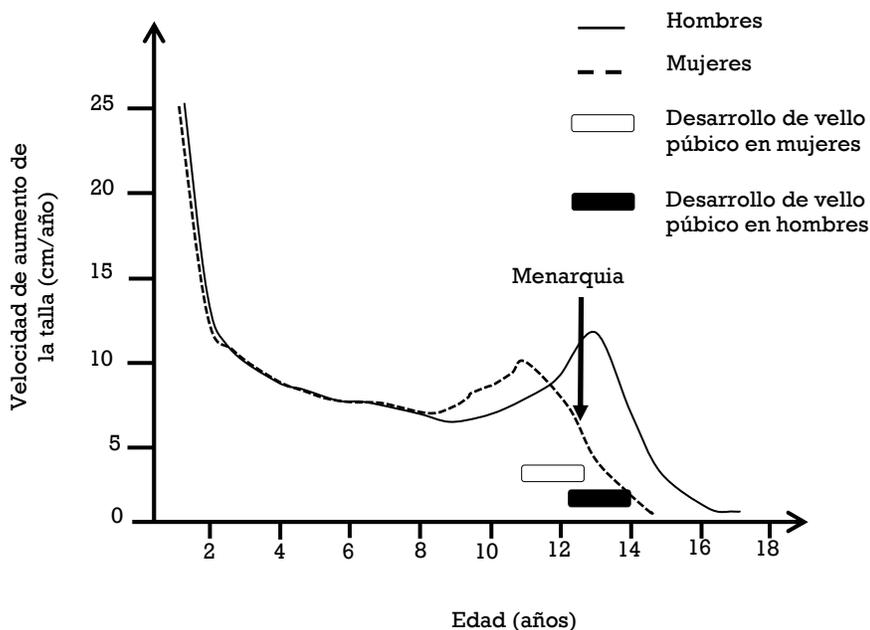
A nivel uterino, la fase proliferativa comienza con la menstruación, que consiste en el desprendimiento de la capa endometrial del útero. Luego, entre el quinto y decimocuarto día, el espesor endometrial aumenta rápidamente. Una vez ocurrida la ovulación, el alza en los niveles plasmáticos de progesterona y estrógenos por efecto de la actividad secretora del cuerpo lúteo estimula la vascularización del endometrio. Si no ha ocurrido la fecundación, hacia el final de cada ciclo, el cuerpo lúteo experimenta regresión, produciéndose un descenso de los niveles de progesterona y estrógenos. Como consecuencia, se produce el adelgazamiento y la necrosis progresiva de la pared endometrial, junto con la liberación de prostaglandinas que estimulan la necrosis y promueven el sangramiento menstrual.

Entre los distractores, la opción A) es incorrecta, ya que el segundo pico de estrógenos es normal dentro de la fase secretora. Además, el gráfico muestra un descenso tanto de los estrógenos como de progesterona hacia el final del ciclo, lo cual no sucede si hay embarazo. Así mismo, la opción C) es incorrecta, ya que durante la fase proliferativa (o preovulatoria), si bien los estrógenos están en aumento, la progesterona se encuentra en niveles basales. Por otra parte, la opción D) es incorrecta, ya que el gráfico muestra que el pico de estrógenos se produce antes del día 14 (asumiendo que en un ciclo de 28 días la ovulación ocurrirá en la mitad del ciclo). Por último, la opción E) también es incorrecta, porque el nivel plasmático de estrógenos comienza a aumentar pocos días después del inicio del ciclo.

De lo anterior, se concluye que la clave de la pregunta es la opción B), ya que cada ciclo comienza con la menstruación, y el gráfico muestra que, en este período, la progesterona se encuentra en sus niveles más bajos.

## PREGUNTA 72 (Módulo Común)

El gráfico muestra la velocidad de crecimiento (aumento de la talla) en hombres y mujeres, desde el primer año de vida hasta que termina el desarrollo puberal, y su relación con el desarrollo de algunos caracteres sexuales secundarios.



A partir de los datos del gráfico, es correcto concluir que

- A) las hormonas sexuales producen la detención del aumento del crecimiento, en ambos sexos.
- B) la menarquia en las mujeres es producto del descenso de la velocidad de aumento de la talla.
- C) la velocidad de aumento de la talla, en ambos sexos, es constante cuando no hay influencia de hormonas sexuales.
- D) el aumento en la velocidad de crecimiento se inicia antes que la aparición del vello púbico en ambos sexos.
- E) el patrón de crecimiento es diferente para ambos sexos y es independiente de las hormonas sexuales.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Procesos y funciones vitales

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción del mecanismo general de acción hormonal en el funcionamiento de los sistemas del organismo y análisis del caso particular de la regulación hormonal del ciclo sexual femenino.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evolución

**Clave:** D

### COMENTARIO

En esta pregunta, se requiere que el postulante aplique sus conocimientos sobre el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios a un análisis de caso. Estos contenidos corresponden a segundo año de Enseñanza Media.

En humanos, el crecimiento o aumento de la talla ocurre, en el caso de los hombres, hasta aproximadamente los 20 años, mientras que en las mujeres, dicho crecimiento se detiene una vez ocurrida la menarquia. Sin embargo, la velocidad con que se produce el aumento de talla no es constante, siendo mayor durante la primera infancia y durante la pubertad.

El gráfico presentado en la pregunta relaciona la velocidad de aumento de talla con la edad de hombres y mujeres, junto con la aparición de caracteres sexuales secundarios (desarrollo de vello púbico en este caso). El gráfico muestra que, antes de los dos años, tanto hombres como mujeres alcanzan la máxima velocidad de aumento de talla. Posteriormente, dicha velocidad disminuye en las mujeres hasta aproximadamente los 8 años de edad, mientras que en los hombres, esta disminución se registra hasta cerca de los 9 años. Luego, en ambos sexos, la velocidad comienza a aumentar, y esto ocurre antes de la aparición de vello púbico, que en el caso de las mujeres es aproximadamente a los 11 años, mientras que en los hombres es posterior a los 12 años. De acuerdo a lo anterior, la clave de esta pregunta es la opción D).

En cuanto a los distractores, la opción A) es incorrecta, ya que corresponde a una inferencia que no se sustenta en los datos. Así mismo, la opción B) es incorrecta, ya que si bien en el gráfico se muestra el momento en que ocurre la menarquia (primera menstruación), esto no implica que exista una relación de causa – efecto entre este evento y algunas de las variables presentadas en el gráfico. En el mismo sentido, la opción C) es incorrecta, ya que también corresponde a una inferencia que sobrepasa la información entregada. Por último, la opción E) es incorrecta porque el gráfico no aporta datos con respecto a la relación entre las hormonas sexuales y los patrones de crecimiento de ambos sexos.

### **PREGUNTA 73 (Módulo Común)**

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta con respecto al glucagón?

- A) Se libera en respuesta a un ayuno prolongado.
- B) Es secretado frente a una hiperglicemia.
- C) Estimula la síntesis de glucógeno.
- D) Es sintetizado en el hígado.
- E) Es de naturaleza esterooidal.

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Biología humana y salud

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar el papel biológico de las hormonas en la regulación y coordinación del funcionamiento de todos los sistemas del organismo, entre ellos el sistema reproductor humano, y cómo sus alteraciones afectan significativamente el estado de salud.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de la regulación hormonal de la glicemia, explicando prácticas médicas relacionadas con la alteración de este parámetro en el caso de la diabetes.

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** A

#### **COMENTARIO**

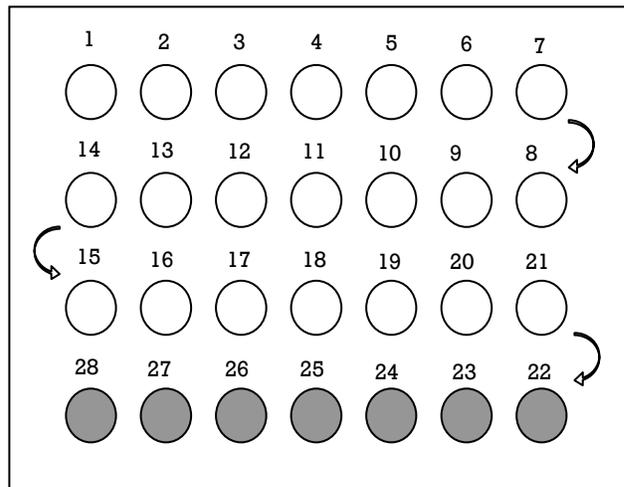
Esta pregunta requiere que los postulantes reconozcan diversas características del glucagón. Este contenido corresponde a segundo año de Enseñanza Media.

El glucagón es una de las hormonas involucradas en la regulación de la glicemia. Corresponde a un polipéptido lineal que es sintetizado y secretado por las células  $\beta$  de los islotes pancreáticos y la porción alta de las vías gastrointestinales en respuesta a una hipoglicemia. El glucagón estimula la degradación de glucógeno (glucogenólisis), y también la gluconeogénesis o síntesis de glucosa a partir de precursores más sencillos no glucídicos, tales como oxaloacetato y piruvato. Por otra parte, también promueve la degradación de ácidos grasos y la síntesis de cuerpos cetónicos.

En conjunto, se produce un mecanismo compensatorio que permitirá recuperar los valores normales de la glicemia frente a una situación de hipoglicemia generada por un ayuno prolongado. La secreción de glucagón alcanza sus niveles máximos hacia el tercer día, momento en el cual la gluconeogénesis es máxima. De acuerdo a lo anterior, las opciones B), C), D) y E) son incorrectas, y la clave de esta pregunta corresponde a la opción A).

### PREGUNTA 74 (Módulo Común)

La siguiente figura representa la distribución de un método anticonceptivo hormonal combinado, con 21 píldoras activas y 7 inactivas.



Al respecto, es correcto afirmar que

- A) las píldoras 22 a la 28 poseen una dosis hormonal mayor que el resto de las píldoras.
- B) las píldoras 1 a la 28 poseen dosis crecientes de hormonas.
- C) en el periodo comprendido entre las píldoras 22 y 28 ocurre el sangrado menstrual.
- D) la píldora 28 coincide con la ovulación.
- E) la píldora 1 coincide siempre con el primer día de la semana.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Estructura y función de los seres vivos / Biología humana y salud

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Reconocimiento de que la sexualidad humana y la reproducción son aspectos fundamentales de la vida.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** C

#### COMENTARIO

En esta pregunta, los postulantes deben relacionar un esquema que representa un método anticonceptivo hormonal, con eventos que ocurren durante un ciclo sexual femenino. Estos contenidos corresponden a segundo año de Enseñanza Media.

Los anticonceptivos hormonales orales constituyen uno de los métodos de control de la natalidad más ampliamente utilizados en el mundo debido a su alta efectividad. La mayoría de ellos corresponde a combinaciones de progestina y estrógenos sintéticos, y son administrados o consumidos mediante píldoras a lo largo del ciclo ovárico. Dicha combinación de hormonas sintéticas permite mantener concentraciones altas de hormonas ováricas, lo que genera una inhibición de la secreción de hormonas gonadotróficas hipofisarias. Como consecuencia, no se produce el aumento de los niveles plasmáticos de FSH (hormona folículo estimulante) y particularmente de LH (hormona luteinizante) que se registra hacia la mitad del ciclo y que estimula la ovulación.

Una mujer que consume píldoras anticonceptivas debe mantener el tratamiento sin suspensión para mantener la efectividad del método, comenzando con el primer comprimido de dosis hormonal (píldora 1) hasta completar la píldora 28. Las primeras 21 píldoras presentan la misma concentración hormonal. En cambio, las píldoras 22 hasta la 28 son solo placebo (no contienen hormonas), por lo que en los días que se consumen estas píldoras, se produce una disminución de la concentración plasmática de las hormonas ováricas, y como consecuencia, se gatilla hacia el final del ciclo, el sangrado menstrual. De acuerdo a lo anterior, la clave de esta pregunta corresponde a la opción C).

### **PREGUNTA 75 (Módulo Común)**

La tabla muestra los resultados de un experimento realizado por Mendel, para el estudio de la transmisión hereditaria del carácter textura de la semilla, en las plantas de la especie *Pisum sativum*.

Parentales	Semillas F1	Semillas F2
Semilla lisa x semilla rugosa	100% lisa	5474 lisa; 1850 rugosa

De acuerdo con los resultados, los genotipos para textura de semilla en un cruce F1 x F1 son

- A) RR x RR
- B) Rr x rr
- C) Rr x Rr
- D) RR x Rr
- E) RR x rr

#### **{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Eje temático / Área temática:** Organismo, ambiente y sus interacciones / Herencia y evolución

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de principios básicos de genética mendeliana en ejercicios de transmisión de caracteres por cruzamientos dirigidos y de herencia ligada al sexo.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** C

#### **COMENTARIO**

Esta pregunta requiere que los postulantes determinen los genotipos para un carácter, a partir de los resultados obtenidos en un cruce dirigido. Este contenido es abordado en segundo año de Enseñanza Media.

Las reglas básicas de la herencia de los caracteres fueron descubiertas por el monje Gregor Mendel, pionero en la aplicación de métodos cuantitativos al estudio de la herencia. Mendel diseñó minuciosamente sus experimentos, registrando sus observaciones y sometiendo sus resultados a

análisis matemáticos. Sus descubrimientos, conocidos en la actualidad como principios mendelianos de la herencia, sentaron las bases para el desarrollo de la genética.

Durante varios años, Mendel se aseguró de tener plantas de arvejas (*Pisum sativum*) que expresaban el mismo genotipo generación tras generación cuando se cruzaban entre sí (líneas puras). Entre éstas, se encontraban las plantas de semillas lisas y de semillas rugosas para el carácter textura de la semilla.

La tabla muestra que al cruzar plantas de semillas rugosas con plantas de semillas lisas, el 100% de la descendencia (F1) presenta semilla lisa. Esto implica que las plantas parentales eran líneas puras (genotípicamente, homocigotas), y que el rasgo semilla lisa es dominante (RR) sobre la semilla rugosa (rr) para el carácter textura de la semilla. Luego en la F2 (resultado del cruce de dos individuos de la F1), se obtiene aproximadamente un 75% de las plantas presenta semillas de textura lisa y un 25% de semillas rugosas. Esta proporción fenotípica se obtiene cuando se cruzan dos individuos de genotipo heterocigoto (Rr) para un determinado carácter. En la siguiente tabla se muestran los fenotipos y genotipos de las plantas del cruce:

Generación	Fenotipo	Genotipo
Parentales	Semilla lisa x semilla rugosa	RR x rr
F1	100% semilla lisa	100% Rr
F2	75% semilla lisa 25% semilla rugosa	25% RR 50%Rr 25%rr

Según lo anterior, la clave de esta pregunta es la opción C). El resto de las opciones de cruces dan como resultados proporciones fenotípicas distintas a la proporción 3:1 que se obtiene a partir del cruce de dos heterocigotos para un determinado carácter.

### **PREGUNTA 76 (Módulo Común)**

Se investigó la expresión de una proteína (P) en una especie. Luego de numerosos cruzamientos entre los mismos progenitores se obtuvo F1. De F1 se eligió a un par progenitor que dio origen a F2 y se registraron los resultados que muestra la tabla.

Generación	Número de individuos que expresan P	Número de individuos que no expresan P
F1	310	107
F2	147	150

Del análisis de estos resultados, es correcto deducir que

- A) el alelo que codifica para la expresión de P es recesivo.
- B) el 100% de los individuos de la generación F1 son híbridos.
- C) la generación F1 proviene de un progenitor heterocigoto y otro homocigoto.
- D) la generación F2 proviene de un progenitor heterocigoto y otro homocigoto.
- E) el 100% de los individuos de la generación F2 son homocigotos.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje Temático / Área temática:** Organismo, ambiente y sus interacciones / Herencia y evolución

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Aplicación de principios básicos de genética mendeliana en ejercicios de transmisión de caracteres por cruzamientos dirigidos y de herencia ligada al sexo.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** D

### COMENTARIO

Para contestar esta pregunta, el postulante debe aplicar los conceptos básicos de la genética mendeliana. Estos contenidos son abordados en segundo año de Enseñanza Media.

En genética clásica, un carácter puede ser determinado por dos alelos de un mismo gen, en el cual un alelo determinará el fenotipo dominante, y el otro el fenotipo recesivo. Para este caso particular, el carácter es la presencia de la proteína P, que se manifiesta en 310 individuos de la primera generación de descendientes. Para establecer la proporción de este fenotipo en la población de descendientes solo basta con establecer cuál es el porcentaje total de estos individuos mediante la relación  $310/(310+107)$  lo que da un valor de 0,7434. En tanto, el porcentaje de descendientes que presentan el fenotipo que no expresa la proteína está determinado por la relación  $107/(310+107)$  que resulta en un valor 0,2565. Si los valores obtenidos se aproximan a las relaciones mendelianas, en F1, el fenotipo que expresa la proteína está presente en un 75% de los descendientes y corresponde a la expresión del alelo dominante, y los individuos que no la expresan, presentan el fenotipo recesivo, y corresponden al 25% (lo que es equivalente a una proporción 3:1). Realizando el mismo procedimiento para la F2, es posible estimar que cada fenotipo se expresa en el 50% de los descendientes, aproximadamente (proporción 1:1).

La proporción fenotípica 75% rasgo dominante (expresan la proteína P) : 25% rasgo recesivo (no expresan la proteína P) es la que se espera para el cruce de dos individuos de genotipo heterocigoto para este carácter, mientras que la proporción fenotípica 50% rasgo dominante : 50% rasgo recesivo, se obtiene del cruce de un organismo de genotipo heterocigoto con un homocigoto recesivo. Es por esto que la clave de esta pregunta es la opción D).

### PREGUNTA 77 (Módulo Común)

¿Cuál de las siguientes opciones es un factor densoindependiente que limita el tamaño de una población?

- A) La depredación
- B) La competencia
- C) La mortalidad
- D) La natalidad
- E) El clima

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Organismo, ambiente y sus interacciones / Organismo y ambiente

**Nivel:** II Medio

**Objetivo Fundamental:** Reconocer la interdependencia organismos-ambiente como un factor determinante de las propiedades de poblaciones y comunidades biológicas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción de los atributos básicos de las poblaciones y las comunidades, determinando los factores que condicionan su distribución, tamaño y crecimiento, por ejemplo: depredación, competencia, características geográficas, dominancia, diversidad.

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** E

## COMENTARIO

Para responder esta pregunta, los postulantes deben reconocer los factores que limitan el tamaño poblacional. Estos contenidos corresponden a segundo año de Enseñanza Media.

Una población corresponde a un conjunto de individuos de la misma especie que habitan en una misma región geográfica y en un tiempo determinado. A su vez, el tamaño de la población corresponde al número de individuos que dicha población presenta, mientras que la densidad poblacional se define como el número de individuos por unidad de área o volumen.

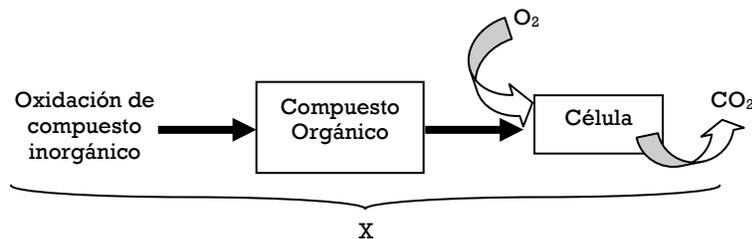
El crecimiento de una población (aumento en el número de individuos) puede verse limitado por factores que son independientes de la densidad poblacional (o densoindependientes), o bien, por factores dependientes de la densidad poblacional (densodependientes).

Entre los factores densodependientes se encuentran la competencia, la depredación, la natalidad, la mortalidad y las enfermedades infectocontagiosas, entre otros. Todos ellos se clasifican de esta forma, ya que se encuentran condicionados por el número de individuos y, a la vez, por el espacio en el cual estos se encuentran. Por ejemplo, los depredadores pueden encontrar con mayor facilidad una presa cuando la densidad poblacional de su presa es mayor, o bien, la probabilidad de contraer una enfermedad infectocontagiosa es mayor, cuando mayor es el contacto entre los individuos sanos y los contagiados, lo que a su vez se encuentra determinado por la densidad de la población.

Por otra parte, entre los factores densoindependientes se encuentran los factores climáticos en general, como las inundaciones, los huracanes, las sequías e incluso los incendios. Estos factores pueden limitar el tamaño de una población independiente de su densidad. Por lo tanto, la clave de esta pregunta es la opción E).

## PREGUNTA 78 (Módulo Común)

El esquema representa a un tipo de nutrición (X).



Al respecto, es correcto afirmar que el tipo de nutrición corresponde a

- A) quimioheterótrofa.
- B) quimioautótrofa.
- C) fotoheterótrofa.
- D) fotoautótrofa.
- E) autótrofa.

### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Organismo, ambiente y sus interacciones / Organismo y ambiente

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar la dependencia entre organismos respecto a los flujos de materia y energía en un ecosistema, en especial, la función de los organismos autótrofos y la relación entre los eslabones de las tramas y cadenas tróficas con la energía y las sustancias químicas nocivas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Comparación de los mecanismos de incorporación de materia y energía en organismos heterótrofos (microorganismos y animales) y autótrofos.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** A

## COMENTARIO

Para responder correctamente esta pregunta, el postulante debe conocer y comprender algunas de las principales modalidades de nutrición que existen en la naturaleza, debe ser capaz de interpretar un esquema, y relacionarlo con alguna de estas modalidades. Este contenido corresponde al primer año de Enseñanza Media.

En el proceso de nutrición de los seres vivos es necesario considerar dos componentes principales: el modo en que se obtienen los átomos de carbono necesarios para constituir los esqueletos carbonados de las moléculas orgánicas, y la forma en que el organismo obtiene energía. Así, se distinguen dos grandes tipos de nutrición: autótrofa y heterótrofa.

Los organismos autótrofos son capaces de realizar la fijación del  $\text{CO}_2$  ambiental en moléculas orgánicas. La energía necesaria para este proceso puede provenir de la luz (nutrición fotoautótrofa) o de reacciones de oxidación de compuestos inorgánicos reducidos (nutrición quimioautótrofa). Las plantas, las algas, y algunas bacterias, son organismos fotoautótrofos. En tanto, las bacterias que obtienen su energía a partir de la oxidación del sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), del nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) o del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), son quimioautótrofas.

Por otra parte, los organismos heterótrofos no son capaces de fijar el carbono atmosférico en moléculas orgánicas, por lo tanto, deben utilizar como fuente de este elemento compuestos orgánicos producidos por otros organismos. Todos los animales y los hongos, así como la mayor parte de las bacterias son quimioheterótrofos, ya que utilizan moléculas orgánicas preformadas como fuente de energía y de carbono. En gran parte de los quimioheterótrofos, la respiración celular, ya sea aeróbica (en presencia de oxígeno) o anaeróbica (en ausencia de oxígeno), permite la obtención de energía a través del catabolismo de las moléculas orgánicas que ingresan a las vías metabólicas que constituyen este proceso, generándose  $\text{CO}_2$  como producto general de excreción. Además, existen los organismos fotoheterótrofos, como es el caso de algunas bacterias que son capaces de utilizar energía lumínica, pero incapaces de realizar fijación de carbono, y deben obtenerlo a partir de las moléculas preformadas por otros organismos.

En el esquema de la pregunta, se representa una célula que recibe como aporte externo un compuesto orgánico (fuente de carbono). Además, la célula utiliza  $\text{O}_2$  y produce  $\text{CO}_2$ , lo cual implica que la célula realiza respiración aeróbica. Por lo tanto, el tipo de nutrición que presenta la célula es quimioheterótrofa, siendo la opción A) la clave de esta pregunta.

## PREGUNTA 79 (Módulo Común)

La enfermedad de Minamata es un síndrome neurológico grave, producido por envenenamiento con mercurio derivado del consumo de pescados y mariscos contaminados. El fenómeno vinculado a esta enfermedad corresponde a la

- A) biodegradación.
- B) bioacumulación.
- C) eutroficación.
- D) biosíntesis.
- E) marea roja.

## {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Organismos, ambiente y sus interacciones / Organismo y ambiente

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar la dependencia entre organismos respecto a los flujos de materia y energía en un ecosistema, en especial, la función de los organismos autótrofos y la relación entre los eslabones de las tramas y cadenas tróficas con la energía y las sustancias químicas nocivas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción cuantitativa de cadenas y tramas tróficas de acuerdo a la transferencia de energía y materia y las consecuencias de la bioacumulación de sustancias químicas como plaguicidas y toxinas, entre otras.

**Habilidad:** Comprensión

**Clave:** B

### COMENTARIO

Para contestar esta pregunta el postulante debe conocer cuáles son las consecuencias de las actividades humanas en las tramas tróficas, contenidos que son tratados durante el primer año de Enseñanza Media.

Las actividades humanas pueden generar diversas consecuencias para los ecosistemas, como la alteración de su equilibrio o bien la alteración de uno de sus componentes. Un ejemplo de esto lo constituye la contaminación del mar con mercurio ocurrida en Japón, a partir de 1920. En la localidad de Minamata, una empresa petroquímica comenzó a verter mercurio a las aguas marinas, sin ningún control ni tratamiento. Después de décadas de funcionamiento de esta industria, se comenzaron a registrar trastornos neurológicos graves en la población. El cuadro de signos incluía ataxia, parálisis cerebral, insensibilidad en manos y pies, trastornos auditivos y visuales, entre otros. Al buscar la causa de estos trastornos, se llegó a la conclusión de que éstos se debían a una intoxicación por metilmercurio, un compuesto lipofílico, capaz de acumularse en altas concentraciones en el tejido nervioso y muscular. Además, es un compuesto insoluble en agua, lo que dificulta su excreción.

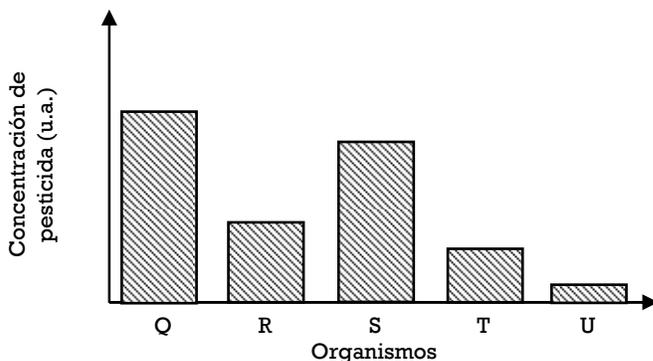
Una vez que el metilmercurio entra en las aguas, se deposita en el plancton. El plancton, a su vez, es consumido por mariscos y peces, los que luego son consumidos por la población de Minamata.

Cuando el metilmercurio ingresa a una cadena alimenticia, experimenta un fenómeno de bioacumulación, que se produce cuando una sustancia química alcanza mayor concentración en los tejidos de los organismos de una cadena o trama trófica que la presentada en el medio ambiente. A la vez, se produce un proceso de biomagnificación, que implica que su concentración aumenta al aumentar el nivel trófico, desde los productores hasta los consumidores.

De acuerdo con lo anterior, la clave de la pregunta corresponde a la opción B).

### PREGUNTA 80 (Módulo Común)

En el gráfico se muestra la concentración de pesticida en cinco organismos que componen una cadena trófica completa, después de cierto tiempo de ser vertido en un ecosistema.



De acuerdo con lo anterior, ¿cuál de los organismos corresponde a un consumidor primario en la cadena?

- A) Q
- B) R
- C) S
- D) T
- E) U

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Eje temático / Área temática:** Organismos, ambiente y sus interacciones / Organismo y ambiente

**Nivel:** I Medio

**Objetivo Fundamental:** Analizar la dependencia entre organismos respecto a los flujos de materia y energía en un ecosistema, en especial, la función de los organismos autótrofos y la relación entre los eslabones de las tramas y cadenas tróficas con la energía y las sustancias químicas nocivas.

**Contenido Mínimo Obligatorio:** Descripción cuantitativa de cadenas y tramas tróficas de acuerdo a la transferencia de energía y materia y las consecuencias de la bioacumulación de sustancias químicas como plaguicidas y toxinas, entre otras.

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** D

#### COMENTARIO

Para contestar esta pregunta, el postulante debe conocer los niveles que componen una cadena trófica y el proceso de bioacumulación de sustancias. Estos contenidos son abordados durante el primer año de Enseñanza Media.

Una cadena trófica corresponde a una serie de organismos a través de los cuales fluye la materia y la energía en un ecosistema. Exceptuando los organismos productores, cada organismo de la cadena se alimenta, o bien descompone al organismo previo de la cadena. Una cadena trófica se considera completa cuando presenta todos los niveles tróficos (productores y consumidores de distinto orden).

Algunos compuestos químicos, como ciertos tipos de pesticidas utilizados en el control de plagas, pueden bioacumularse en los distintos niveles tróficos. La concentración que presente dicho compuesto en los distintos niveles, dependerá de la naturaleza química del pesticida y de la concentración utilizada. La bioacumulación de sustancias químicas en los organismos se verá favorecida si el compuesto químico posee una naturaleza lipofílica que propicie su afinidad y

acumulación en los tejidos con naturaleza lipídica, como el tejido adiposo y nervioso. En este sentido, y por el hecho de que cada nivel de consumidores se alimenta del nivel que lo precede, los organismos pertenecientes a niveles tróficos superiores tenderán a bioacumular las sustancias en una mayor concentración por unidad de tejido.

De acuerdo con lo anterior, y considerando que los organismos Q, R, S, T y U son representantes de cada uno de los niveles de una cadena trófica completa, el organismo que presente mayor concentración del pesticida corresponderá a un consumidor ubicado en el nivel trófico superior (Q en este caso). En tanto, aquel organismo que presente una menor concentración del pesticida corresponderá al nivel de los productores (U en este ejemplo). Por ende, el organismo en el nivel de consumidor primario poseerá una mayor concentración del pesticida que el productor, pero una menor concentración de pesticida que el resto de los consumidores. Por lo tanto, el organismo T es el consumidor primario de la cadena, y la clave de la pregunta corresponde a la opción D).



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

Vicerrectoría de Asuntos Académicos

Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educativo

Avenida José Pedro Alessandri 685 Ñuñoa, Santiago - Chile  
Fono: (56 2) 2978 38 00. E-mail: [demre@uchile.cl](mailto:demre@uchile.cl)