

Serie | N° 4
DEMRE

PSU



**RESOLUCIÓN DEL MODELO
DE PRUEBA DE CIENCIAS FÍSICA**

PRESENTACIÓN

En esta publicación se comentan las 80 preguntas del Modelo de Prueba de Ciencias-Física 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-Física.

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 medidos, junto con la clave del ítem.

Este análisis ha sido realizado por el Comité de Ciencias del Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educativo (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.

ANÁLISIS DE MODELO DE PRUEBA DE CIENCIAS-FÍSICA

PREGUNTA 1 (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.

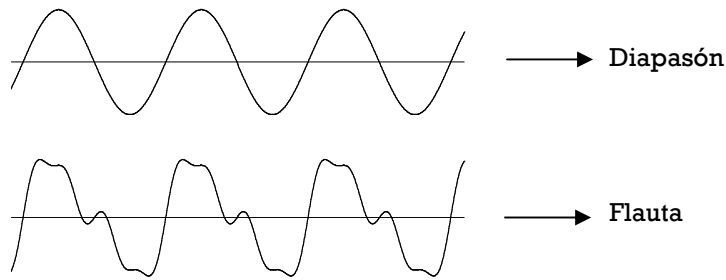
En el ítem se establece que tanto el violín como el charango emiten la misma nota musical. Para que ello ocurra, las cuerdas de ambos instrumentos deben vibrar con la misma frecuencia fundamental y, en consecuencia, una persona percibe el mismo tono tanto para el violín como para el charango. Por lo 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 2 (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 3 (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.

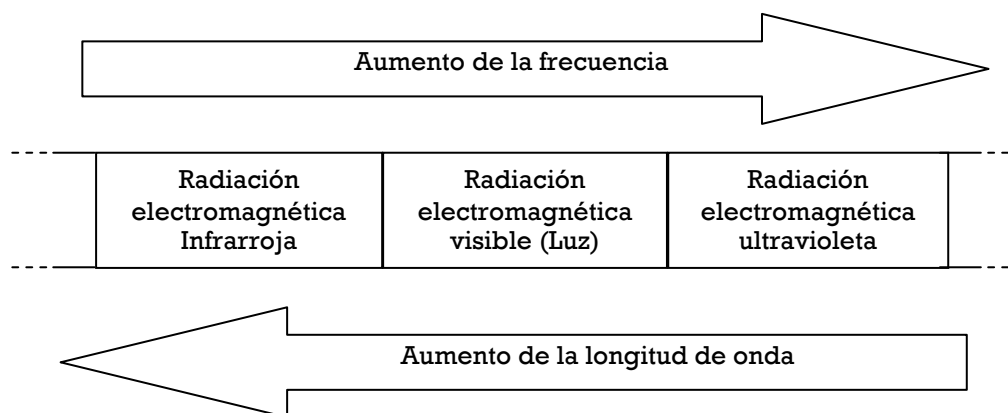
Habilidad: Comprensión

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.

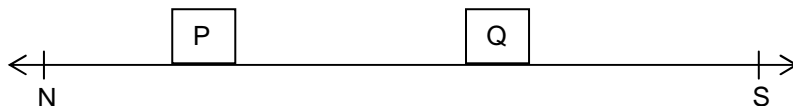
En el enunciado se señala que ciertas aves pueden ver en la región ultravioleta, sin indicar si dichas aves pueden ver en toda la región ultravioleta o solo en parte de ella, así como tampoco se indica si las aves pueden ver en otras regiones del espectro electromagnético. Por lo tanto, con la información 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 4 (Módulo Electivo)

En la figura se muestran dos cuerpos, P y Q, que pueden moverse sobre un mismo camino horizontal. P emite un sonido de frecuencia f_0 .



Para las velocidades de P y Q respecto del camino, ¿cuál de las siguientes situaciones permite que Q capte el sonido que emite P con una frecuencia menor que f_0 , en el instante que muestra la figura?

	velocidad de P	velocidad de Q
A)	$20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hacia S	$10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hacia S
B)	$20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hacia N	$10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hacia N
C)	cero	$10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hacia N
D)	$10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hacia S	cero
E)	$10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hacia N	$10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hacia N

{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: B

COMENTARIO

Este ítem mide la comprensión que tienen los postulantes del efecto Doppler, el que corresponde al cambio en la frecuencia de la onda recibida por un observador cuando la fuente de la onda y dicho observador se mueven entre sí.

Si la fuente de la onda y el observador se mueven acercándose entre sí, la onda será recibida por el observador con una frecuencia mayor que la frecuencia con la que es emitida y, si se trata de sonido, será escuchada por el observador con un tono más agudo en comparación con el tono al que lo escucharía si estuviera en reposo con respecto a la fuente.

Por el contrario, si el observador y la fuente de la onda se alejan entre sí, la onda será recibida por el observador con una frecuencia menor que la frecuencia a la cual la onda es generada y, en el caso de ser una onda sonora, el sonido será escuchado con un tono más grave por el observador en relación al tono al que lo escucharía si estuviera en reposo con respecto a la fuente.

Dado que el ítem pide establecer el caso para el cual la onda sonora es percibida por Q con una frecuencia f menor que la frecuencia f_0 con la cual la onda es generada por P, es necesario determinar en cuál de los casos P y Q se alejan entre sí.

En la opción A), P y Q se mueven en el mismo sentido, P va detrás de Q, acercándose a él dado que se mueve con una rapidez mayor. Por lo tanto, esta opción es incorrecta.

En la opción B), P y Q se mueven en el mismo sentido, Q va detrás de P con una rapidez menor que la rapidez de P, por lo que a medida que pasa el tiempo P y Q se van alejando entre sí. Dado el análisis previo, se concluye que la opción B) es la que responde correctamente el ítem.

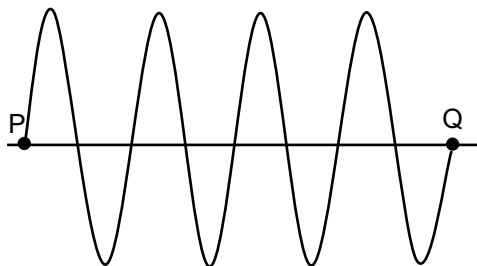
Tanto en la opción C) como en la opción D), P y Q se acercan entre sí debido a que uno de ellos está en reposo y el otro se mueve al encuentro del que está detenido. Por esta razón ninguna de las dos opciones da respuesta correcta al ítem.

En la situación planteada en la opción E), dado que ambos cuerpos se mueven en el mismo sentido y con la misma rapidez, entonces están en reposo relativo entre ellos, por lo que la frecuencia percibida por Q será igual a la frecuencia con la que la onda sonora es generada por P.

Las opciones C) y D) concentran una gran cantidad de respuestas. En ambas situaciones uno de los cuerpos está detenido, lo que puede estar indicando, además de la falta de comprensión del efecto Doppler, que los ejemplos utilizados en el aula para explicar este tema solo son del tipo que presentan los distractores, es decir, con la fuente o con el observador en reposo.

PREGUNTA 5 (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.

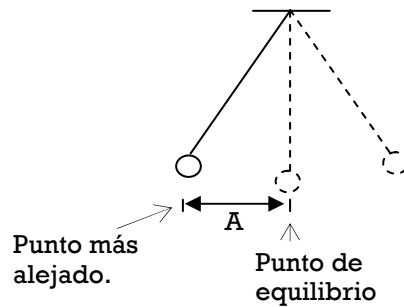
Habilidad: Aplicación

Clave: C

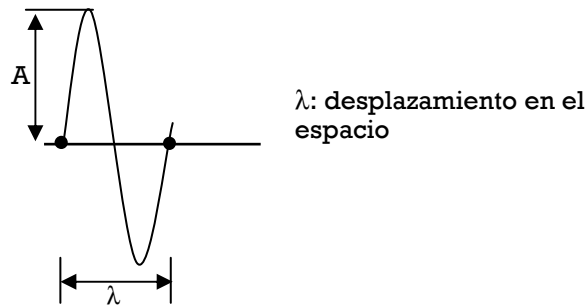
COMENTARIO

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.

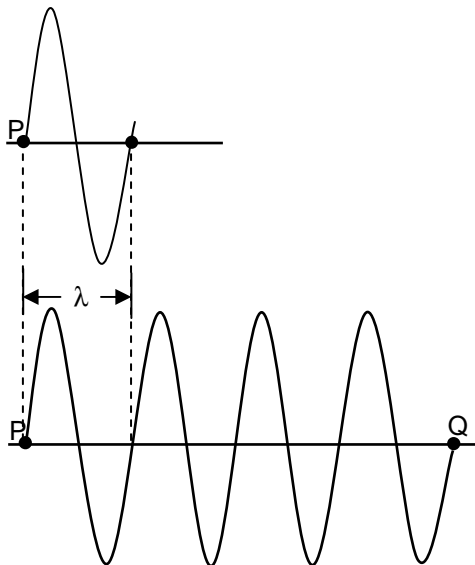


En el caso de una onda transversal, el movimiento de las partículas se puede modelar como el de péndulos, pero dado que la perturbación se propaga en el espacio, las partículas se mueven perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda. El gráfico del movimiento de los puntos de la onda en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

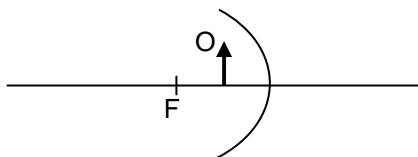


Por tanto, la distancia PQ corresponde a 4 longitudes de onda, siendo la opción C) la respuesta correcta a la pregunta.

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 6 (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.

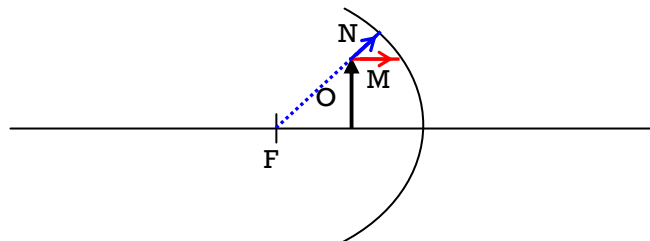


Figura 1

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.

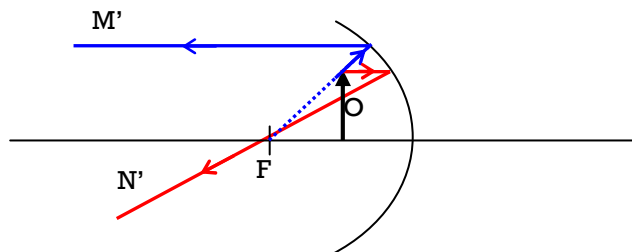


Figura 2

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.

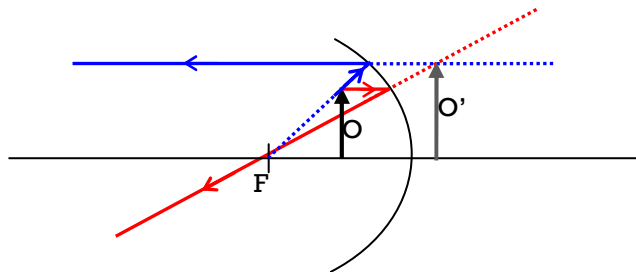


Figura 3

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 7 (Módulo Electivo)

Una onda sonora tiene una longitud de onda de 2 m cuando se propaga en el aire. Al propagarse en cierto líquido, su longitud de onda es de 5 m. ¿Cuál es la rapidez de la onda en dicho líquido? (Considere la rapidez del sonido en el aire igual a $340 \frac{m}{s}$.)

- A) $136 \frac{m}{s}$
- B) $680 \frac{m}{s}$
- C) $850 \frac{m}{s}$
- D) $1020 \frac{m}{s}$
- E) $1700 \frac{m}{s}$

{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

Este ítem requiere que el postulante aplique la relación entre longitud de onda, frecuencia y rapidez de una onda a una situación en la que la onda cambia de medio.

En este caso, se pide determinar la nueva rapidez de una onda sonora que pasa desde el aire, donde originalmente se propagaba con una rapidez de $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ y donde tenía una longitud de onda de 2 m, hacia un líquido, sabiendo que en este medio su longitud de onda es 5 m.

Para resolver el ítem el postulante debe recordar que al pasar de un medio a otro, la frecuencia de una onda se mantiene constante, variando únicamente su longitud de onda y la rapidez de esta.

La ecuación que asocia estas variables es $v = \lambda \cdot f$, donde v es la rapidez de propagación de la onda, λ su longitud de onda y f su frecuencia. Al considerar que la frecuencia se mantiene constante al pasar del aire al líquido, se puede plantear la siguiente expresión:

$$\frac{v_{\text{liquido}}}{\lambda_{\text{liquido}}} = \frac{v_{\text{aire}}}{\lambda_{\text{aire}}}$$

Se reordena la expresión anterior, de acuerdo a lo pedido en el ítem y se reemplazan los valores conocidos de las variables en la expresión resultante:

$$v_{\text{liquido}} = \frac{v_{\text{aire}} \cdot \lambda_{\text{liquido}}}{\lambda_{\text{aire}}} = \frac{340 \cdot 5 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 850 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Por lo tanto, la opción C) es la respuesta correcta a la pregunta.

La opción B) tuvo una alta frecuencia de selección, probablemente debido al desconocimiento de la relación entre las variables consideradas. Esta opción da cuenta del producto entre la rapidez de propagación de la onda en el aire y la longitud de onda de esta, no considerando las nuevas condiciones de propagación de la onda.

PREGUNTA 8 (Módulo Electivo)

Desde un barco se envía verticalmente hacia abajo una señal sonora de frecuencia 50 Hz y se recibe su eco 0,5 segundos después. ¿Cuál es la profundidad del mar en el lugar en que se encuentra el barco?

(Considere la rapidez del sonido en el agua igual a $1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.)

- A) 15 m
- B) 30 m
- C) 375 m
- D) 750 m
- E) 1500 m

{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: Aplicación

Clave: C

COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante aplique la relación entre rapidez y tiempo para obtener la distancia recorrida por una onda emitida desde un barco, que viaja hacia el fondo marino. En este caso la distancia equivale a la profundidad del mar.

Para resolver el ítem es necesario que se reconozca, en primer lugar, que no es necesario conocer la frecuencia de la onda, pues las ondas de un mismo tipo se propagan a la misma rapidez en un medio determinado, independiente de su frecuencia. En segundo lugar, es necesario que se comprenda que el tiempo comunicado en el enunciado corresponde al viaje de ida y vuelta de la onda sonora con respecto al fondo marino. Por lo tanto, el tiempo de viaje de la onda entre el barco y el fondo marino es la mitad del tiempo total, es decir 0,25 s.

La relación a utilizar en la resolución del ítem es $v = \frac{d}{t}$, donde v es la rapidez de propagación de la onda, d es la distancia recorrida por esta, la que corresponde a la profundidad del mar, y t es el tiempo transcurrido en recorrer esa distancia. Por lo tanto, como $v = \frac{d}{t}$, entonces

$$d = v \cdot t$$

$$d = 1500 \cdot 0,25 \text{ m}$$

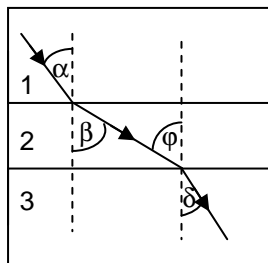
$$d = 375 \text{ m}$$

La profundidad del mar es, entonces, 375 metros, por lo que la opción C) responde correctamente al ítem.

La opción que fue elegida con mayor frecuencia fue D); probablemente los postulantes que escogieron esa opción no analizaron el hecho de que el tiempo dado en el enunciado correspondía al viaje de ida y vuelta de la onda sonora, y se le consideró directamente en la determinación de la profundidad.

PREGUNTA 9 (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:

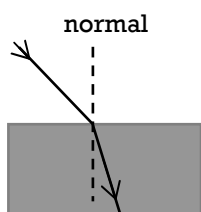


Figura 1: el rayo de luz cambia de medio y disminuye su rapidez, por eso se desvía acercándose a la normal

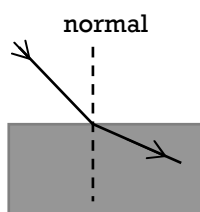


Figura 2: el rayo de luz cambia de medio y aumenta su rapidez, por eso se desvía alejándose de la normal

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

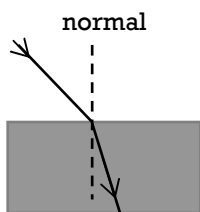


Figura 3: el rayo de luz se acerca a la normal. Esto implica que el segundo medio de propagación tiene mayor índice de refracción.

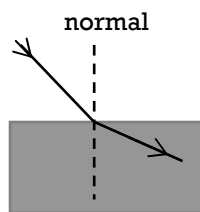


Figura 4: el rayo de luz se aleja de la normal. Esto implica que el segundo medio de propagación tiene menor índice de refracción.

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 α en el medio 1 es mayor que el ángulo de refracción δ 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 10 (Módulo Electivo)

Una onda demora un tiempo t en propagarse entre dos puntos separados por una distancia L . Posteriormente, la misma onda demora $\frac{t}{2}$ en propagarse la misma distancia L entre otros dos puntos. Comparando las propiedades de la onda en ambas situaciones, se puede afirmar correctamente que la

	rapidez de propagación	frecuencia	longitud de onda
A)	aumenta	no cambia	aumenta al doble
B)	aumenta	no cambia	disminuye a la mitad
C)	aumenta	disminuye a la mitad	no cambia
D)	no cambia	disminuye a la mitad	aumenta al doble
E)	no cambia	aumenta al doble	no cambia

{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: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: A

COMENTARIO

Para responder el ítem, el postulante debe analizar una situación de propagación de una onda, evaluando lo que ocurre con las características de esta.

Una onda es una perturbación que se propaga en un medio, por lo que su rapidez de propagación depende de las características de ese medio. En este caso, se afirma que la onda se propaga una distancia L en un tiempo t por lo que, para ese tramo, la rapidez de propagación es $v_1 = \frac{L}{t}$.

Posteriormente se afirma que la misma onda demora un tiempo $\frac{t}{2}$ en propagarse una misma distancia L , por lo que en este segundo tramo su rapidez de propagación es $v_2 = \frac{L}{\frac{t}{2}}$, o

equivalentemente $v_2 = \frac{2L}{t}$, lo que significa que la rapidez de propagación aumenta al doble de la que tenía originalmente.

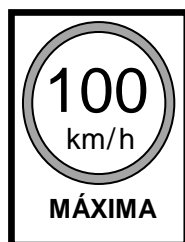
Por otra parte, al tratarse de la misma onda, su frecuencia permanece constante, pues esta característica es propia de la onda, no dependiendo del medio de propagación.

En contraste, la longitud de onda (λ) sí depende del medio de propagación, y se relaciona con la rapidez de propagación (v) y la frecuencia (f) de la onda a través de la expresión $v = \lambda f$. Según esta

expresión, la longitud de onda es directamente proporcional a la rapidez de propagación de la onda, por lo que si esta última aumentó al doble en el segundo tramo, lo mismo debe haber ocurrido con la longitud de onda. La opción que responde correctamente al ítem es, por lo tanto, A).

PREGUNTA 11 (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.

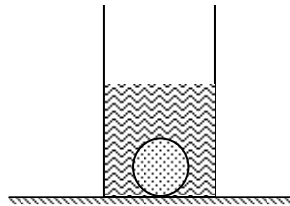
La rapidez instantánea, por su parte, si bien indica una relación entre distancia recorrida y tiempo, se determina para intervalos de tiempo infinitesimales y, en un vehículo, es aproximadamente lo que indica el velocímetro. A su vez, la rapidez instantánea corresponde al módulo o valor de la velocidad 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 12 (Módulo Electivo)

Una esfera maciza de vidrio permanece sumergida en el fondo de un vaso con agua, como muestra la figura.



En estas condiciones, la fuerza que ejerce el agua sobre la esfera es igual, en magnitud,

- A) al peso de la esfera de vidrio.
- B) al peso del agua que está sobre la esfera.
- C) al peso del agua que ocupa un volumen igual al de la esfera.
- D) al peso del agua que está sobre la esfera más el peso de la esfera de vidrio.
- E) al peso de la esfera de vidrio menos el peso del agua que ocupa un volumen igual al de la esfera.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje temático / Área temática: Fuerza y movimiento / Mecánica

Nivel: III Medio

Objetivo Fundamental: Entender los conceptos y leyes físicas fundamentales que describen el comportamiento de los fluidos, tanto en reposo como en movimiento, para explicar fenómenos naturales y el funcionamiento de algunos aparatos tecnológicos.

Contenido Mínimo Obligatorio: Aplicación de los principios de Arquímedes para explicar fenómenos naturales y la flotabilidad de barcos, submarinos y globos aerostáticos, entre otros.

Habilidad: Reconocimiento

Clave: C

COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante reconozca de qué manera se determina la fuerza que ejerce un fluido sobre un cuerpo parcial o totalmente sumergido en él, lo que se logra aplicando el principio de Arquímedes.

El principio de Arquímedes establece que cuando un cuerpo se encuentra parcial o totalmente sumergido en un fluido, el fluido ejerce sobre el cuerpo una fuerza hacia arriba (empuje) que tiene la misma magnitud que el peso del fluido que es desplazado por el cuerpo al sumergirse. Si el cuerpo está completamente sumergido, entonces este desplaza un volumen de fluido igual a su propio volumen.

Dado lo anterior, y considerando la situación planteada en el ítem, al estar la esfera completamente sumergida, la fuerza que ejerce el agua sobre la esfera tiene la misma magnitud que el peso del agua que es desplazada por la esfera, es decir, el peso del agua que ocupa un volumen igual al de la esfera, por lo que la opción C) es la respuesta correcta del ítem.

La opción B) fue escogida con una alta frecuencia. Se puede pensar que los postulantes que la seleccionaron, confunden la fuerza de empuje con la presión en un punto al interior de un fluido, la que efectivamente se determina considerando el peso de la columna de fluido sobre dicho punto.

PREGUNTA 13 (*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

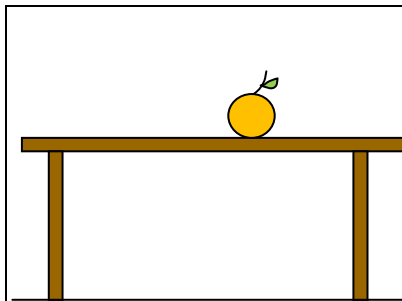
COMENTARIO

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:



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.

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).

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).

PREGUNTA 14 (Módulo Electivo)

Cuando un cuerpo se desliza por un plano inclinado sin roce, es correcto afirmar que se mantiene constante

- A) su aceleración.
- B) su velocidad.
- C) su rapidez.
- D) su desplazamiento por unidad de tiempo.
- E) la distancia recorrida por este en cada unidad de tiempo.

{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: A

COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe tener una clara comprensión de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo que desliza por un plano inclinado sin roce, y de cómo dichas fuerzas condicionan el movimiento del cuerpo.

En la situación planteada en el ítem actúan solamente dos fuerzas sobre el cuerpo, su peso (P) y la fuerza normal (N) que ejerce el plano inclinado, como muestra la figura 1. A su vez, la figura 2 muestra la descomposición del peso en componentes perpendiculares entre sí. Una de esas componentes es paralela al plano inclinado ($P_{//}$) y la otra es perpendicular a dicho plano (P_{\perp}):

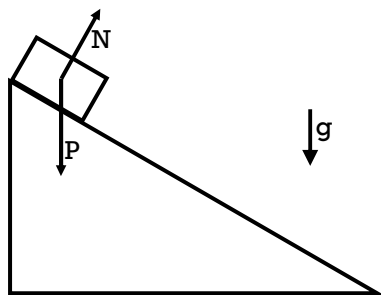


Figura 1

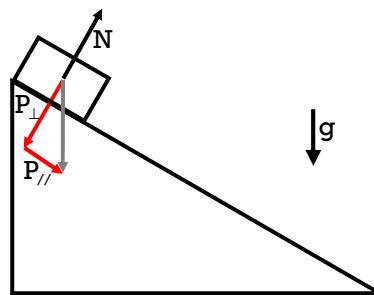
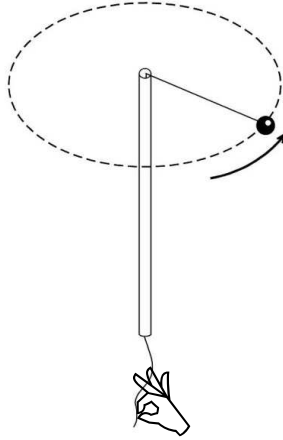


Figura 2

En la dirección perpendicular al plano las fuerzas N y P_{\perp} se equilibran, mientras que en la dirección paralela al plano solo actúa $P_{//}$ sobre el cuerpo. Esta fuerza, al ser una componente del peso, al igual que este también tiene magnitud constante, por lo que, de acuerdo al segundo principio de Newton ($F_{\text{neta}} = m a$), la aceleración del cuerpo también será constante, siendo la opción A) la que responde de forma correcta el ítem.

PREGUNTA 15 (Módulo Electivo)

La figura muestra una bolita que está dando vueltas, unida a un hilo que pasa por el interior de un tubo. Si se tira hacia abajo el hilo, disminuirá el radio de la trayectoria que describe la bolita.



Entonces, se deberá observar que la rapidez de la bolita

- A) aumentará, por conservación de la energía.
- B) disminuirá, por conservación de la energía.
- C) aumentará, por conservación del momento angular.
- D) disminuirá, por conservación del momento angular.
- E) no cambiará, por conservación de la energía y del momento angular.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje temático / Área temática: Fuerza y movimiento / Mecánica

Nivel: III Medio

Objetivo Fundamental: Explicar el movimiento circular uniforme y la rotación de los cuerpos rígidos a partir de las leyes y las relaciones matemáticas elementales que los describen.

Contenido Mínimo Obligatorio: Aplicación cuantitativa de la ley de conservación del momento angular para describir y explicar la rotación de los cuerpos rígidos en situaciones cotidianas.

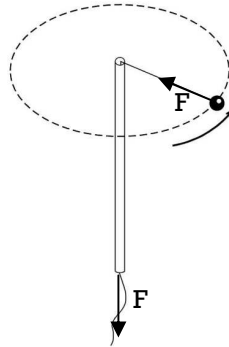
Habilidad: Comprensión

Clave: C

COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante comprenda las condiciones en que se conserva el momento angular y, a partir de este principio, determine lo que ocurrirá en una situación dada.

En este caso, cuando se tira hacia abajo el hilo, se ejerce una fuerza sobre la bolita en la dirección del hilo, como se muestra en la figura siguiente:



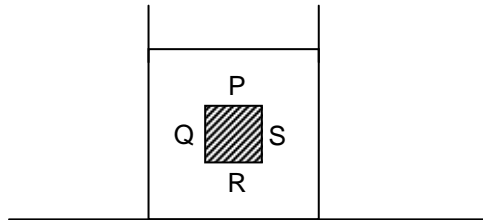
Al analizar la situación, se observa que la fuerza aplicada y el vector posición de la partícula respecto al centro de giro están sobre la misma línea, la del radio de la trayectoria de la bolita, por lo que sobre esta no se ejerce un torque externo. Esto implica, de acuerdo al principio de conservación del momento angular, que el valor de este se mantiene constante.

El momento angular (L) de la bolita puede calcularse como el producto $L = m r v$, donde m es la masa de la bolita, r su radio de giro y v su rapidez lineal. Como al tirar la cuerda se reduce el radio de giro, por conservación del momento angular debe aumentar la rapidez de la bolita. En consecuencia, la opción C) es la respuesta correcta del ítem.

Entre el resto de las opciones, la que fue más elegida por los postulantes fue A), lo que sugiere que estos postulantes no consideraron que la fuerza externa F realiza trabajo en la situación descrita, lo que implica que la energía del sistema no se conserva.

PREGUNTA 16 (Módulo Electivo)

Se tiene un cubo sumergido en agua, como muestra la figura.



¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- A) Las presiones en las caras P y R tienen la misma magnitud.
- B) La presión del agua actúa solo sobre las caras P y R.
- C) La suma de las fuerzas que actúan sobre las caras P, Q, R y S es igual a cero.
- D) Las presiones sobre las caras P y R se anulan entre sí.
- E) La magnitud de la fuerza total ejercida por el agua sobre la cara Q es igual a la magnitud de la que actúa sobre la cara S.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje temático / Área temática: Fuerza y movimiento / Mecánica

Nivel: III Medio

Objetivo Fundamental: Entender los conceptos y leyes físicas fundamentales que describen el comportamiento de los fluidos, tanto en reposo como en movimiento, para explicar fenómenos naturales y el funcionamiento de algunos aparatos tecnológicos.

Contenido Mínimo Obligatorio: Identificación de las propiedades básicas de un fluido y aplicación de la ecuación fundamental de la hidrostática en el aire y en distintos líquidos.

Habilidad: Comprensión

Clave: E

COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe comprender las características básicas de la presión en fluidos, en particular su dependencia de la profundidad.

En este caso, cada una de las caras del cubo es sometida a fuerzas que provienen de la presión que ejerce el agua sobre ellas. Dado que la presión a la que está sometido un objeto sumergido en un fluido cualquiera corresponde a la que ejerce la columna del fluido sobre él, se tiene que la presión depende directamente de la altura de tal columna. Como la cara P se encuentra más cerca de la superficie, la altura de la columna de agua sobre ella es menor que la asociada a la cara R, por lo que la presión en P es menor que la presión en R. Por lo tanto, la opción A) es incorrecta.

Además, es importante considerar que la presión se ejerce en cada punto del fluido, por lo que actúa en todas las caras del cubo. La opción B) es, por lo tanto, también incorrecta.

Por otra parte, dado que la presión se define como $P = \frac{F}{A}$, donde F es la fuerza perpendicular que se ejerce en una cierta área A, entonces las fuerzas que se ejercen en cada sección de la cara P son iguales entre sí y menores a las ejercidas sobre cada sección de la cara R. Las caras Q y S, por otro lado, soportan presiones variables, pues estas van aumentando con la profundidad. De forma consecuente, la magnitud de la fuerza en cada punto depende de la profundidad a la que se encuentre. Esto se representa en la figura 1.



Figura 1

Figura 2

Las fuerzas que el fluido ejerce en cada sección tienen una resultante, la fuerza neta, que corresponde a la suma de estas fuerzas sobre cada cara, las que se representan en la figura 2.

En el caso de las caras Q y S, las fuerzas netas sobre cada una de ellas son de igual magnitud, pues ambas caras están sumergidas de forma equivalente. La opción E) es, por lo tanto, correcta.

Del resto de las opciones, la opción C) fue elegida por una cantidad considerable de postulantes. Esto sugiere que ellos pensaron que la fuerza en la cara superior tenía la misma magnitud que la fuerza en la cara inferior, por lo que puede concluirse que ya sea la relación entre la presión y la profundidad no es comprendida por ellos, o bien, que no relacionan la diferencia de presión con las fuerzas que el fluido ejerce sobre las caras del cubo.

PREGUNTA 17 (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 $v = \frac{d}{t}$,

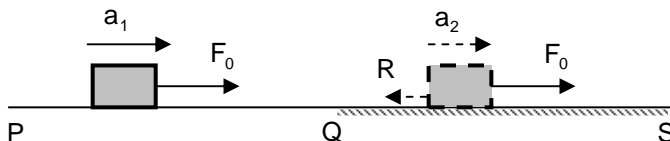
se obtiene que la rapidez media del objeto es $v = \frac{240}{5} \frac{\text{km}}{\text{h}} = 48 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

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 18 (Módulo Electivo)

Un cuerpo se mueve entre los puntos P y S de un plano horizontal. El tramo \overline{PQ} es liso (sin roce) y el tramo \overline{QS} es áspero (con roce). Durante todo el trayecto de P a S actúa una fuerza horizontal de magnitud constante F_0 , como representa la figura.



Si a_1 y a_2 son las magnitudes de las aceleraciones del cuerpo en los tramos \overline{PQ} y \overline{QS} , respectivamente, y R es la magnitud de la fuerza de roce en \overline{QS} , ¿cuál de las siguientes expresiones es igual a R?

- A) $\frac{a_1 - a_2}{a_1} F_0$
- B) $\frac{a_1 - a_2}{a_2} F_0$
- C) $\frac{a_1 + a_2}{a_1} F_0$
- D) $\frac{a_1 + a_2}{a_2} F_0$
- E) $\frac{a_2}{a_1} F_0$

{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: Aplicación

Clave: A

COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe plantear la segunda ley de Newton para dos condiciones distintas en el movimiento de un cuerpo.

En este caso, se debe estudiar el movimiento horizontal de un cuerpo entre dos puntos dados, sobre el cual inicialmente actúa solamente una fuerza horizontal de magnitud constante, y que en cierto momento entra a una superficie rugosa, donde comienza a actuar una fuerza de roce.

En la primera parte de su recorrido, es decir en el tramo \overline{PQ} , sobre el cuerpo actúa la fuerza horizontal de magnitud F_0 , por lo que tiene una aceleración de magnitud a_1 , que cumple con la relación planteada en la segunda ley de Newton:

$$F_0 = m a_1 \quad (1)$$

Luego, el cuerpo entra al tramo áspero \overline{QS} , por lo que además de la fuerza de magnitud F_0 , actúa una fuerza de roce de magnitud R . En este tramo el cuerpo adquiere una aceleración de magnitud a_2 , la que está asociada a la suma vectorial de F_0 y R , por lo que la segunda ley de Newton se plantea de la siguiente forma:

$$F_0 - R = m a_2 \quad (2)$$

Dado que la masa no cambia, puede reordenarse la ecuación (1) de la forma $m = \frac{F_0}{a_1}$, y reemplazarla en (2):

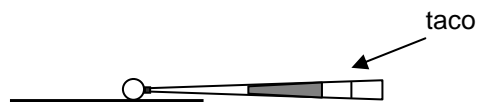
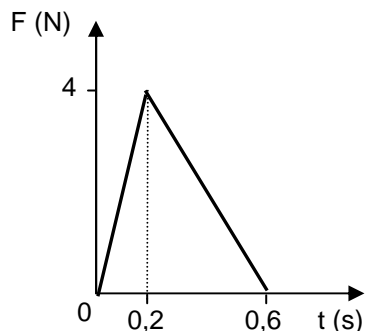
$$F_0 - R = \frac{F_0}{a_1} a_2$$

$$\text{Despejando } R, \text{ se tiene: } R = F_0 - \frac{F_0}{a_1} a_2 = F_0 \left(1 - \frac{a_2}{a_1} \right) = \left(\frac{a_1 - a_2}{a_1} \right) F_0$$

Por lo tanto, la opción correcta es A).

PREGUNTA 19 (Módulo Electivo)

En un juego de *pool*, el taco golpea una bola de 200 g de masa que se encuentra en reposo. La fuerza F ejercida por el taco es variable, lo que queda representado en el siguiente gráfico de fuerza (F) en función del tiempo (t).



Si se desprecian otras fuerzas externas sobre la bola, ¿qué rapidez adquiere esta después de ser golpeada?

- A) $12,0 \frac{m}{s}$
- B) $6,0 \frac{m}{s}$
- C) $4,0 \frac{m}{s}$
- D) $2,4 \frac{m}{s}$
- E) $1,2 \frac{m}{s}$

{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 la ley de conservación del momentum lineal para explicar diversos fenómenos.

Habilidad: Aplicación

Clave: B

COMENTARIO

Este ítem mide la habilidad de aplicar la relación entre fuerza y variación del momento lineal, a partir de una situación donde se ejerce una fuerza variable sobre un cuerpo.

En la situación descrita, un taco de *pool* ejerce una fuerza de magnitud variable sobre una bola durante un cierto intervalo de tiempo y, como resultado de esta interacción, la bola cambia su momento lineal. Si la fuerza que actúa sobre la bola fuera constante, entonces el cambio de momento

lineal (Δp) podría determinarse como $\Delta p = F \cdot \Delta t$, donde F es la fuerza aplicada y Δt es el intervalo de tiempo durante el cual actúa. Pero en este caso, al no ser constante la fuerza aplicada, la forma en que se puede determinar Δp es mediante el cálculo del área bajo la curva del gráfico de fuerza en función del tiempo.

Una vez determinada la variación del momento lineal, puede calcularse la rapidez adquirida por la bola luego del impacto, considerando que el momento lineal p de un cuerpo corresponde al producto de la masa de dicho cuerpo y su velocidad ($p=mv$).

De acuerdo al gráfico presentado en el ítem, Δp corresponde al área de un triángulo de base 0,6 s y altura 4 N, por lo que, dado que el área de un triángulo se calcula mediante la expresión $A(\text{triángulo}) = \frac{\text{base} \cdot \text{altura}}{2}$, la variación del momento lineal puede ser calculada como:

$$\Delta p = \frac{0,6 \text{ s} \cdot 4 \text{ N}}{2}, \text{ es decir, } 1,2 \text{ Ns}.$$

Por definición, la variación de una cantidad corresponde a la diferencia entre su valor final y el inicial, por lo que $\Delta p = p_{\text{final}} - p_{\text{inicial}}$. Dado que inicialmente la bola estaba en reposo, su momento lineal inicial era nulo, por lo que el valor obtenido para la variación del momento lineal equivale directamente al momento lineal de la bola luego del golpe. Se tiene entonces que:

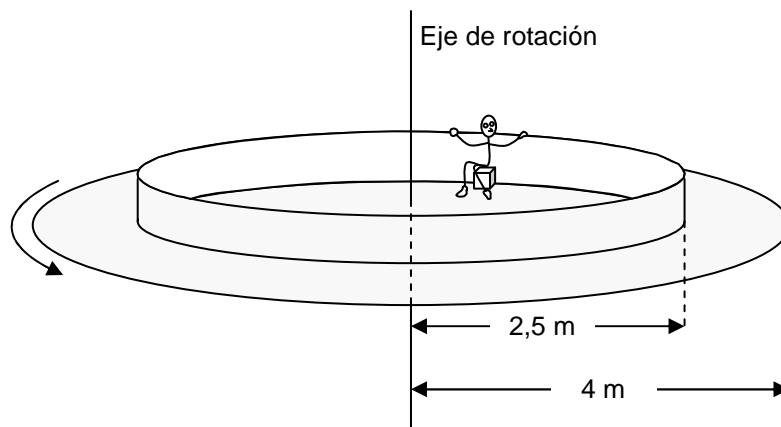
$p_{\text{final}} = 1,2 \text{ Ns} = mv$, expresión que permite calcular la rapidez de la bola, al ser conocida su masa. Reemplazando este valor y despejando, se tiene:

$$v = \frac{p_{\text{final}}}{m} = \frac{1,2 \text{ m}}{0,2 \text{ s}} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

por lo que la opción que responde correctamente el ítem es B). Entre el resto de las opciones, la que fue más elegida por los postulantes fue C), lo que sugiere que estos pensaron que se trataba de un dato extraíble directamente del gráfico.

PREGUNTA 20 (Módulo Electivo)

La figura representa a un juego de parque de diversiones que consta de un disco de 4 m de radio que gira con cierta rapidez angular, en torno a un eje perpendicular al disco y que pasa por su centro. Una persona sentada a 2,5 m del centro del disco experimenta una aceleración centrípeta de magnitud equivalente a la aceleración de gravedad en la superficie de la Tierra, $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



¿Cuál es la rapidez lineal de la persona?

- A) $\sqrt{15} \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- B) $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- C) $\sqrt{40} \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- D) $25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E) $40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje temático / Área temática: Fuerza y movimiento / Mecánica

Nivel: III Medio

Objetivo Fundamental: Explicar el movimiento circular uniforme y la rotación de los cuerpos rígidos a partir de las leyes y las relaciones matemáticas elementales que los describen.

Contenido Mínimo Obligatorio: Descripción cuantitativa del movimiento circunferencial uniforme en términos de sus magnitudes características.

Habilidad: Aplicación

Clave: B

COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe aplicar la relación entre la aceleración centrípeta y la rapidez lineal de una persona que describe un movimiento circular uniforme.

La expresión para la aceleración centrípeta es $a_c = \frac{v^2}{r}$, donde v es la rapidez lineal del cuerpo en movimiento circular y r es su radio de giro. Del enunciado se sabe que la magnitud de la aceleración centrípeta experimentada por la persona es $10 \frac{m}{s^2}$ y que la distancia a la que esta se encuentra del centro, es decir, su radio de giro, es 2,5 m.

Despejando la rapidez en la expresión para la aceleración centrípeta y reemplazando los datos conocidos, se tiene que

$$v = \sqrt{a_c \cdot r}$$

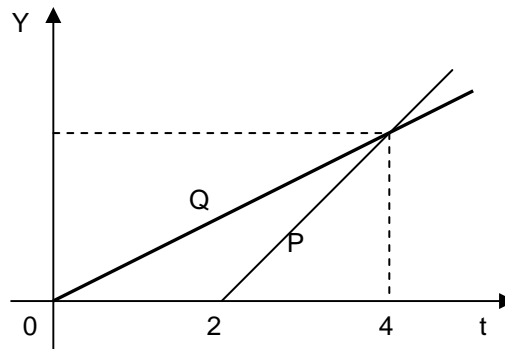
$$v = \sqrt{10 \cdot 2,5} \frac{m}{s} = \sqrt{25} \frac{m}{s}$$

$$v = 5 \frac{m}{s}$$

Por lo tanto, la opción B) es la que responde correctamente al ítem. La opción D) fue seleccionada por una cantidad importante de postulantes, lo que sugiere que estos olvidaron que la rapidez lineal está elevada al cuadrado en la expresión estudiada.

PREGUNTA 21 (Módulo Electivo)

Un estudiante olvidó ponerle el nombre adecuado al eje Y del siguiente gráfico:



En el gráfico se representa el movimiento de los móviles P y Q, en función del tiempo t. Al respecto, la conclusión correcta es que si Y representa la

- A) posición, entonces en $t = 4$, la posición de P es igual a la de Q.
- B) posición, entonces la rapidez de Q es el doble de la de P.
- C) posición, entonces en $t = 4$ ambos móviles tienen la misma rapidez.
- D) rapidez, entonces desde $t = 0$ hasta $t = 4$ el móvil P ha recorrido el doble de la distancia que el móvil Q.
- E) rapidez, entonces la aceleración de Q es el doble de la de P.

{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: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: A

COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante analice el gráfico del enunciado y evalúe cada una de las opciones, tanto en el caso que se trate de un gráfico de posición en función del tiempo, como en el caso de que se trate de un gráfico de rapidez en función del tiempo.

En el caso de que se trate de un gráfico de posición en función del tiempo, es posible afirmar que el cuerpo P partió dos segundos más tarde que Q, y en el instante $t = 4$ lo alcanzó. A partir de esto, y dado que partieron del mismo punto, se puede concluir que la rapidez de P es el doble de la de Q, pues se demoró la mitad del tiempo de Q en alcanzar el mismo punto. Por lo tanto, las opciones B) y C) son erróneas.

En el caso de que el gráfico sea de rapidez en función del tiempo, se puede afirmar que ambos cuerpos alcanzaron la misma rapidez en el instante $t = 4$, y que P comenzó a acelerar en el instante $t = 2$ s, por lo que la aceleración desarrollada por P debe ser el doble de la de Q y, por consiguiente, la opción E) es errónea.

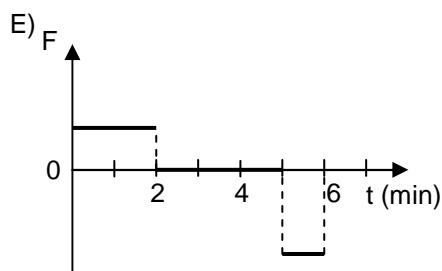
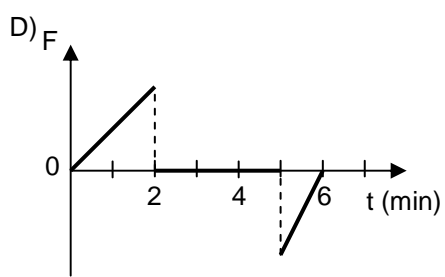
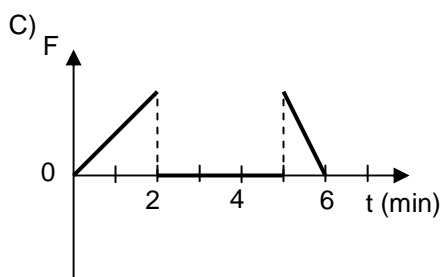
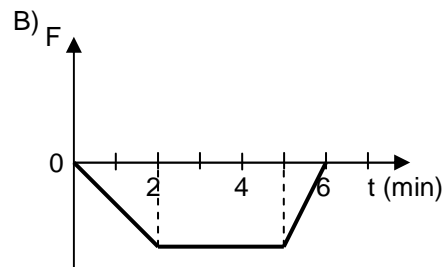
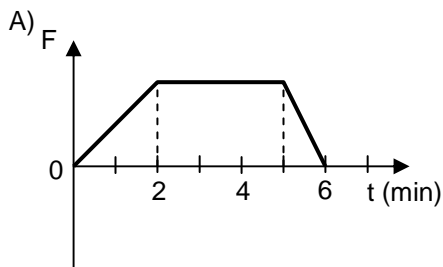
Por otro lado, la distancia recorrida, que en este caso corresponde al área bajo la recta, es mayor para el cuerpo Q que para el cuerpo P, siendo errónea la opción D).

De las opciones, la única que presenta una conclusión correcta es A), por lo que esta opción es la que responde correctamente el ítem.

Entre el resto de las opciones, D) fue elegida por un número alto de postulantes. Para ellos la relación entre área bajo la curva y distancia recorrida no era conocida, y probablemente asociaron la mayor distancia recorrida al cuerpo que había desarrollado la mayor aceleración.

PREGUNTA 22 (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 23 (Módulo Electivo)

Una regla homogénea de 1 m de longitud se balancea apoyada sobre la marca de los 50 cm. Si se posa una masa de 200 g sobre el centímetro 30, ¿dónde se deberían ubicar dos masas de 100 g cada una, para equilibrar la regla?

- I) Sobre el centímetro 60 y 80, respectivamente
- II) Ambas sobre el centímetro 70
- III) Sobre el centímetro 55 y 85, respectivamente

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: Fuerza y movimiento / Mecánica

Nivel: III Medio

Objetivo Fundamental: Explicar el movimiento circular uniforme y la rotación de los cuerpos rígidos a partir de las leyes y las relaciones matemáticas elementales que los describen.

Contenido Mínimo Obligatorio: Aplicación elemental de la relación entre torque y rotación para explicar el giro de ruedas, la apertura y el cierre de puertas, entre otros.

Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: E

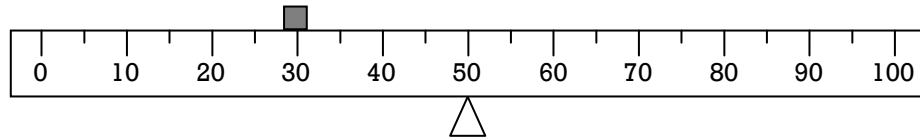
COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe analizar tres situaciones en las que han de cumplirse las condiciones de equilibrio rotacional de un cuerpo.

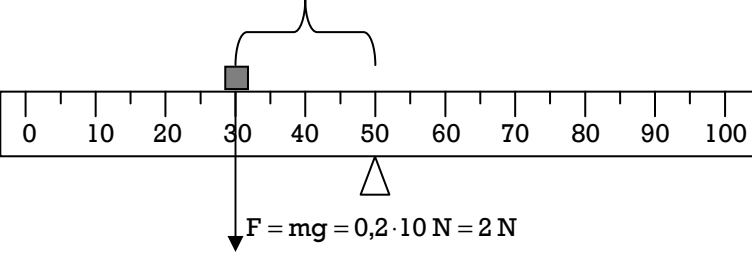
Para que un cuerpo se encuentre en equilibrio deben cumplirse dos condiciones:

- Que la suma de fuerzas actuando sobre el cuerpo sea nula.
- Que la suma de torques actuando sobre el cuerpo sea nula.

En el caso presentado en el ítem, hay una regla en equilibrio y sobre ella se pone una masa de 200 gramos como muestra la figura:

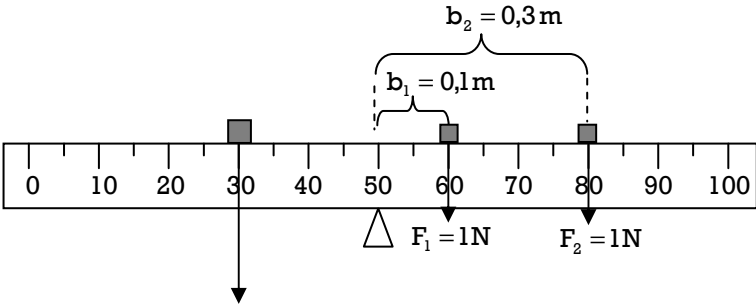
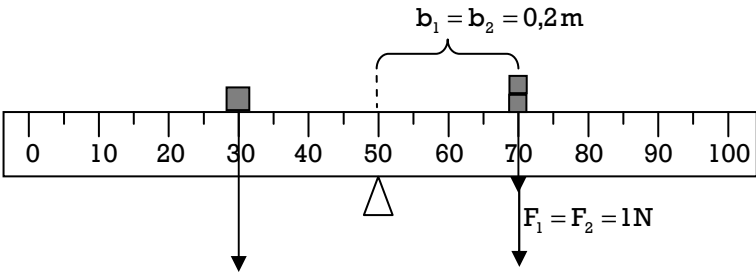
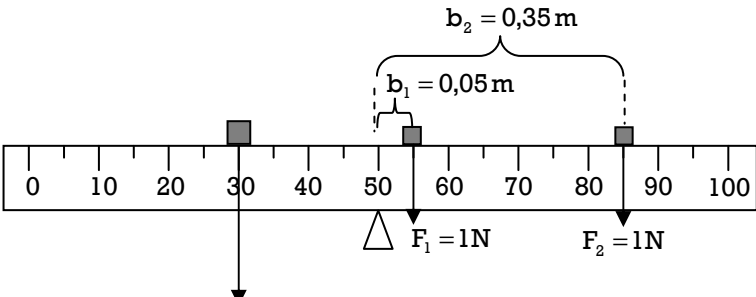


La magnitud τ del torque ejercido por la masa de 200 gramos se determina como el producto entre la magnitud de la fuerza que esta ejerce sobre la regla y el brazo de dicha fuerza respecto a algún punto arbitrario que, por simplicidad, se escoge en la marca de los 50 cm, tal como se muestra a continuación:

<p>Brazo de la fuerza (b) = 0,2 m</p>  <p>$F = mg = 0,2 \cdot 10 \text{ N} = 2 \text{ N}$</p> <p>La fuerza ejercida por la masa de 200 gramos sobre la regla es equivalente a su peso, es decir, 2 N</p>	<p>La magnitud del torque es, por lo tanto:</p> $\tau = F \cdot b = 2 \cdot 0,2 \text{ Nm} = 0,4 \text{ Nm}$ <p>El sentido del torque es antihorario, es decir, tiende a hacer rotar a la regla en contra de los punteros del reloj.</p>
--	--

Para poder equilibrar la regla es necesario ejercer un torque de igual magnitud, 0,4 Nm, en sentido horario, lo que se logra, por ejemplo, poniendo masas en lugares específicos entre la marca de los 50 cm y de los 100 cm.

A continuación se hace el análisis de los casos presentados, de modo de establecer si la regla queda en equilibrio:

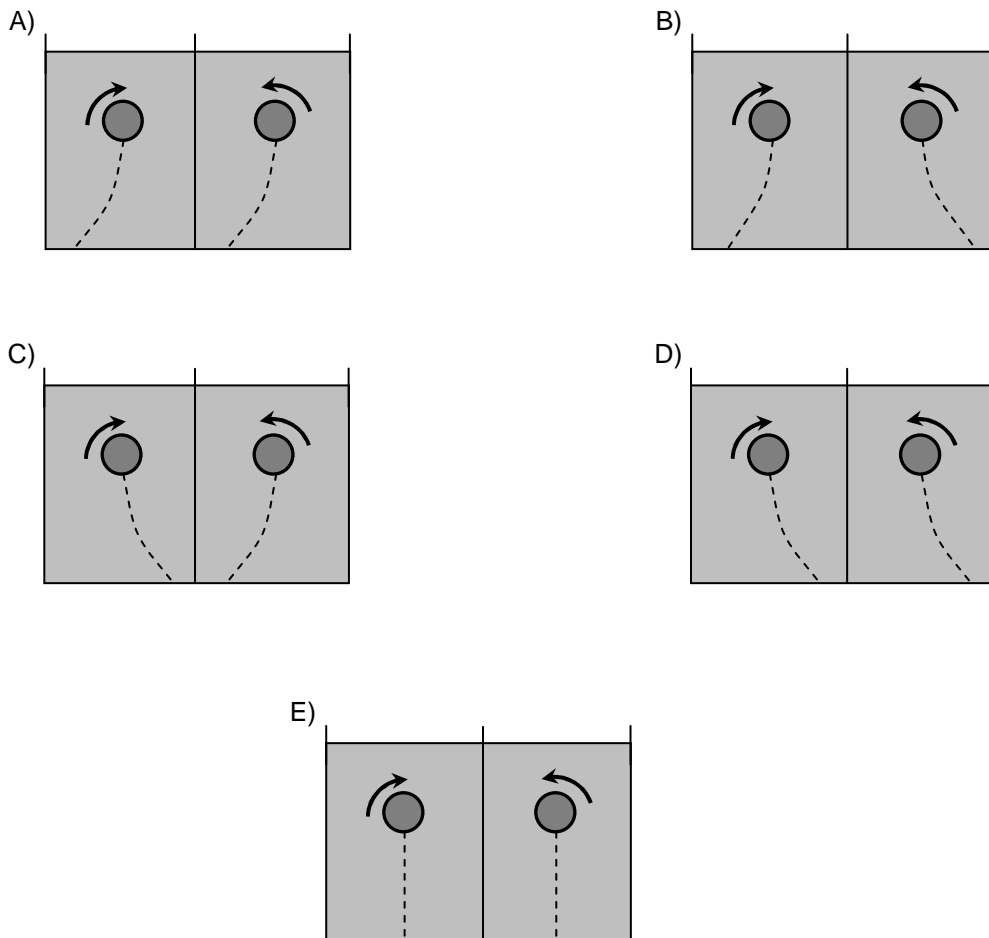
<p>I) Dos masas de 100 gramos sobre el centímetro 60 y 80 cada una.</p>  <p>La fuerza ejercida por cada masa sobre la regla es equivalente al peso de cada una, es decir, 1 N.</p>	<p>La magnitud τ_1 del torque ejercido por ambas masas es</p> $\tau_1 = F_1 \cdot b_1 + F_2 \cdot b_2$ $\tau_1 = 1 \cdot 0,1 \text{Nm} + 1 \cdot 0,3 \text{Nm}$ $\tau_1 = 0,4 \text{Nm}$ <p>El sentido del torque es horario, por lo que la regla queda en equilibrio.</p>
<p>II) Dos masas de 100 gramos, ambas sobre el centímetro 70</p> 	<p>Como ambas masas son iguales y están en la misma posición, entonces la magnitud τ_2 del torque ejercido por ambas masas es</p> $\tau_2 = 2 \cdot F_1 \cdot b_1$ $\tau_2 = 2 \cdot 1 \cdot 0,2 \text{Nm}$ $\tau_2 = 0,4 \text{Nm}$ <p>El sentido del torque es horario, por lo que la regla queda en equilibrio.</p>
<p>III) Dos masas de 100 gramos sobre el centímetro 55 y 85 cada una.</p> 	<p>La magnitud τ_3 del torque ejercido por ambas masas es</p> $\tau_3 = F_1 \cdot b_1 + F_2 \cdot b_2$ $\tau_3 = 1 \cdot 0,05 \text{Nm} + 1 \cdot 0,35 \text{Nm}$ $\tau_3 = 0,4 \text{Nm}$ <p>El sentido del torque es horario, por lo que la regla queda en equilibrio.</p>

Por lo tanto, en los tres casos la regla queda equilibrada. En el análisis anterior solo se ha considerado que el torque neto deba ser nulo. La suma de las fuerzas también debe ser nula, pero eso se satisface gracias a que el punto de apoyo de la regla ejerce la fuerza vertical hacia arriba necesaria para equilibrar las fuerzas que las masas ejercen sobre la regla.

La opción B) fue altamente elegida por los postulantes, la que corresponde al caso II), el que contempla la situación más simple de analizar, dos masas iguales a igual distancia del punto de apoyo.

PREGUNTA 24 (Módulo Electivo)

Dos esferas descienden rotando dentro de un fluido hacia el fondo de un recipiente que tiene una pared divisoria, como se indica en las figuras. ¿En cuál de ellas las líneas punteadas representan correctamente las trayectorias de las esferas?



{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje temático / Área temática: Fuerza y movimiento / Mecánica

Nivel: III Medio

Objetivo Fundamental: Entender los conceptos y leyes físicas fundamentales que describen el comportamiento de los fluidos, tanto en reposo como en movimiento, para explicar fenómenos naturales y el funcionamiento de algunos aparatos tecnológicos.

Contenido Mínimo Obligatorio: Aplicación cualitativa de la ley de Bernoulli para explicar fenómenos como el efecto estabilizador de los alerones en autos de carrera o el funcionamiento de los atomizadores, entre otros.

Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: B

COMENTARIO

La correcta resolución de este ítem requiere del postulante una adecuada comprensión del principio de Bernoulli y su aplicación en el análisis de una situación en la que una esfera cae rotando en un fluido.

En primer lugar hay que tener claro que cuando un fluido se mueve y cambia su rapidez o su altura, la presión del mismo también puede cambiar. La relación que describe el valor de la presión de un fluido en movimiento corresponde a la ecuación de Bernoulli, que generalmente se escribe como

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{cte}$$

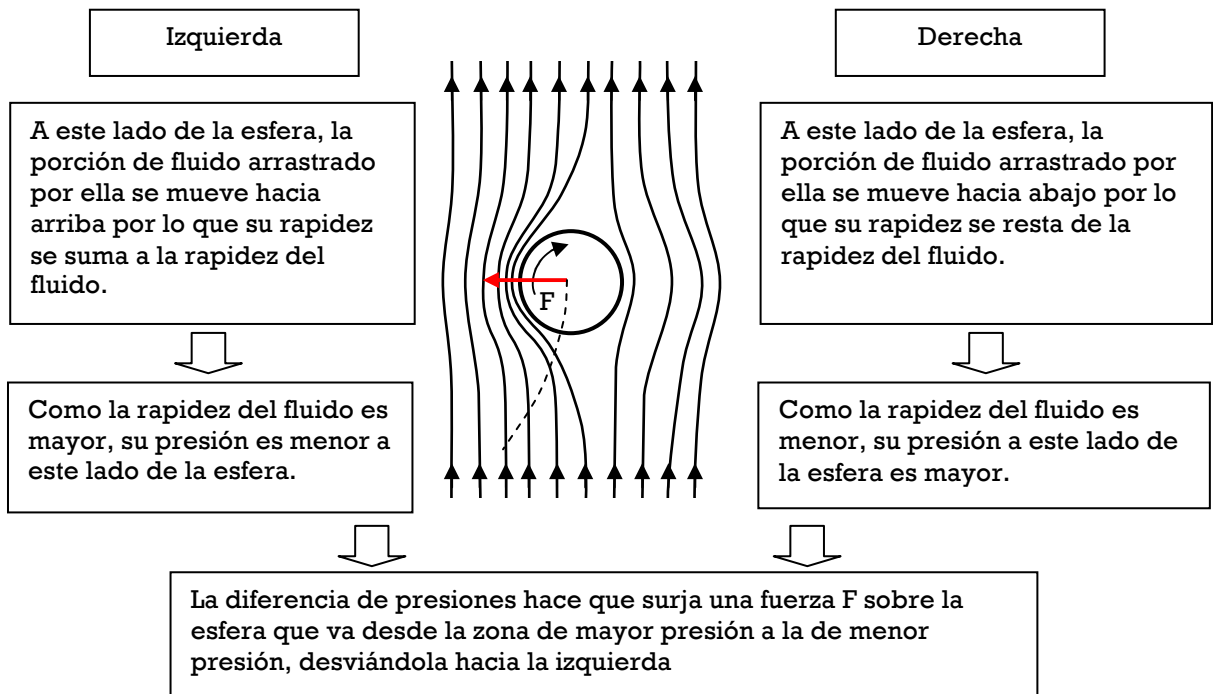
En esta ecuación P es la presión del fluido, ρ es su densidad, v es la rapidez con la que se mueve y h es su elevación respecto a algún punto de referencia. Si dos puntos del fluido se encuentran a la misma altura, entonces, para dichos puntos, la ecuación de Bernoulli se reduce a

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{cte}$$

De este caso particular se puede establecer que si la rapidez del fluido aumenta, su presión disminuye y, por el contrario, si la rapidez del fluido disminuye, su presión aumenta, lo que se conoce como principio de Bernoulli.

En segundo lugar hay que considerar la situación planteada en el ítem: dos esferas rotando en sentido contrario que caen a través de un fluido. En términos de análisis y por simplicidad, se trabajará con una sola esfera en rotación y se la considerará como marco de referencia, es decir, se considerará que esta rota sin desplazarse y que es el fluido el que se mueve hacia arriba.

En tercer lugar se debe advertir que la esfera, al rotar, arrastra sobre sí una lámina o película de fluido por lo que dicho fluido no tendrá la misma rapidez a ambos lados de la esfera, tal como se muestra en la siguiente imagen:



Un análisis similar permite concluir que si la esfera rota hacia el otro lado, en sentido antihorario, se desviará de su trayectoria hacia la derecha.

A partir de lo anterior se concluye que la respuesta correcta del ítem es la opción B).

La opción C) también fue altamente escogida por los postulantes, lo que evidencia un análisis incompleto de la situación. Se puede pensar que estos postulantes reconocen que las esferas deben desviarse en sentidos contrarios, pero no tienen clara la razón de ello.

PREGUNTA 25 (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

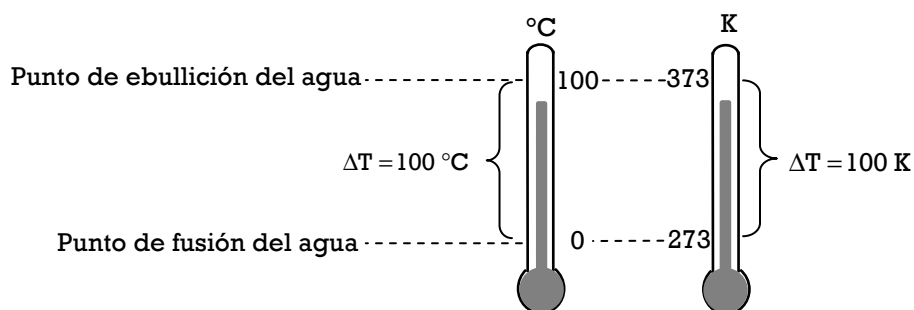
Este ítem requiere que el postulante reconozca la relación entre las escalas de temperatura Kelvin y Celsius.

La escala Celsius fue creada tomando como puntos de referencia las temperaturas de fusión y de ebullición del agua. Se le asignó 0 °C a la temperatura de fusión y 100 °C a la de ebullición, y se dividió el intervalo en cien partes iguales, cada una de ellas correspondiente a 1 °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 K es considerada la mínima temperatura posible, e implica ausencia de movimientos moleculares.

La equivalencia entre una temperatura en kelvin, T(K), y una temperatura en grados celsius, T(°C), está dada por la relación

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

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 °C en la temperatura de un cuerpo corresponde, por lo tanto, también a una variación de 20 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 °C.

PREGUNTA 26 (Módulo Común)

Para un gramo de agua que se encuentra en un recipiente cerrado a 1 atm y a una temperatura inicial de 4 °C, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- A) Si su temperatura aumenta en 1 °C, entonces aumenta su volumen.
- B) Si su temperatura aumenta en 1 °C, entonces aumenta su densidad.
- C) Si su temperatura disminuye en 1 °C, entonces disminuye su masa.
- D) Si su temperatura disminuye en 1 °C, entonces disminuye su volumen.
- E) Si su temperatura disminuye en 1 °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

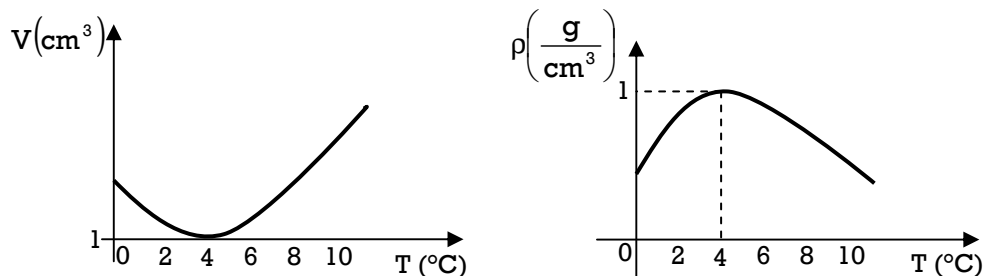
Clave: A

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 (ρ) 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 27 (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 28 (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) $5 \frac{m}{s}$
- B) $10 \frac{m}{s}$
- C) $10\sqrt{5} \frac{m}{s}$
- D) $20 \frac{m}{s}$
- E) $30 \frac{m}{s}$

{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

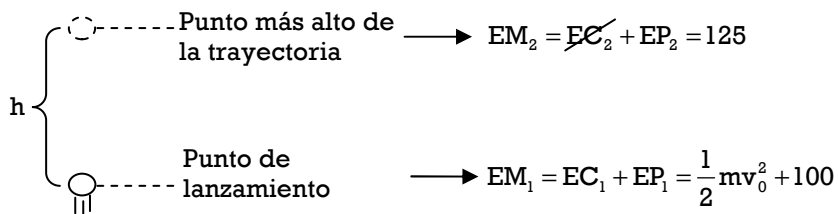
Para responder correctamente este ítem, el postulante debe aplicar la ley de conservación de la energía mecánica para un objeto que es lanzado verticalmente.

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:



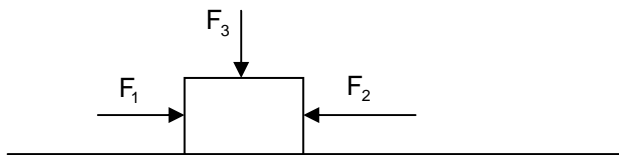
Luego, por conservación de la energía mecánica, se cumple que:

$$\begin{aligned}EM_1 &= EM_2 \\ \frac{1}{2}mv_0^2 + 100 &= 125 \\ \frac{1}{2}mv_0^2 &= 25 \\ v_0 &= \sqrt{\frac{2 \cdot 25}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 25}{0,5}} \frac{m}{s} \\ v_0 &= 10 \frac{m}{s}\end{aligned}$$

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 29 (Módulo Electivo)

La figura muestra un cuerpo que se desplaza horizontalmente y tres fuerzas constantes que actúan sobre él. La fuerza vertical F_3 tiene magnitud 30 N y las únicas dos fuerzas horizontales, F_1 y F_2 , tienen magnitudes 40 N y 50 N, respectivamente.



Si el cuerpo se desplaza 10 m en el sentido de F_2 , ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- A) El trabajo neto es 1200 J.
- B) El trabajo neto es 500 J.
- C) El trabajo realizado por F_3 es 300 J.
- D) El trabajo realizado por F_2 es 500 J.
- E) El trabajo realizado por F_1 es 400 J.

{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 las nociones cuantitativas de trabajo, energía y potencia mecánica para describir actividades de la vida cotidiana.

Habilidad: Aplicación

Clave: D

COMENTARIO

Este ítem mide la aplicación del concepto de trabajo mecánico a partir de las fuerzas aplicadas sobre un objeto que se desplaza horizontalmente.

El trabajo mecánico (W) realizado por una fuerza constante corresponde al producto entre la componente de la fuerza que es paralela al desplazamiento ($F_{//}$) y la magnitud del desplazamiento (d), $W = F_{//} \cdot d$.

El trabajo mecánico es positivo si el desplazamiento y la componente de la fuerza paralela a él tienen el mismo sentido; es negativo si el sentido del desplazamiento es opuesto al de la componente de la fuerza paralela a este; y es nulo si no hay desplazamiento o la fuerza es perpendicular a él.

En el problema se indica la acción de tres fuerzas sobre un cuerpo, F_1 , F_2 y F_3 . Además se señala la magnitud y sentido del desplazamiento (el mismo de F_2), por lo que el trabajo realizado por:

- F_1 es negativo, al actuar en la misma dirección pero en sentido contrario al del desplazamiento: $F_1 \cdot d = -40 \cdot 10 \text{ J} = -400 \text{ J}$
- F_2 es positivo, al actuar en la misma dirección y sentido que el desplazamiento: $F_2 \cdot d = 50 \cdot 10 \text{ J} = 500 \text{ J}$
- F_3 es nulo, al actuar perpendicularmente al desplazamiento.

De lo anterior se concluye que la opción D) es la respuesta correcta al ítem.

Con respecto al trabajo neto, este puede determinarse de dos formas: determinando la fuerza neta que actúa sobre el objeto y calculando luego el trabajo que esta hace; o sumando los trabajos efectuados por cada fuerza que actúa sobre el objeto. La fuerza neta sobre el objeto es la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre él. Para el cuerpo presentado en el ítem, hay un equilibrio de fuerzas en la dirección vertical ya que no hay aceleración en esa dirección, por lo que la fuerza neta corresponde a la suma de las fuerzas horizontales, $F_{\text{neta}} = F_1 + F_2 = -40\text{N} + 50\text{N} = 10\text{N}$, en el sentido de F_2 . El trabajo efectuado por la fuerza neta es, por lo tanto, $F_{\text{neta}} \cdot d = 10 \cdot 10 \text{ J} = 100 \text{ J}$. Es fácil notar que sumando los trabajos realizados por cada una de las fuerzas actuando sobre el objeto se obtiene el mismo resultado.

La opción A) concentra una proporción importante de respuestas. Los postulantes que escogieron esta opción seguramente saben que el trabajo neto corresponde a la fuerza neta por el desplazamiento, pero probablemente olvidan que la suma de fuerzas es vectorial y no se dan cuenta de que en la dirección vertical hay otras fuerzas actuando que están en equilibrio con F_3 .

PREGUNTA 30 (Módulo Electivo)

A nivel del mar, se define una escala de temperaturas M, en la cual la temperatura de fusión del agua es 50°M y la de ebullición del agua es 200°M . Sabiendo que la temperatura de fusión del galio es aproximadamente 30°C , ¿a qué temperatura se funde el galio, en la escala M?

- A) 130°M
- B) 95°M
- C) 80°M
- D) 60°M
- E) 45°M

{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: Aplicación

Clave: B

COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante determine, para una temperatura comunicada en grados celsius, la temperatura equivalente en una escala definida M.

Para realizar esto, primero se debe encontrar la relación entre las dos escalas termométricas y, una vez establecida, evaluar en esta la temperatura en grados celsius para la cual se desea encontrar la equivalente en grados M.

La relación entre las temperaturas se puede determinar gráficamente, considerando que las escalas son lineales. Para ello, se grafican las dos temperaturas para las que se conoce la equivalencia, siendo la primera la correspondiente a la fusión del agua ($50^\circ\text{M} = 0^\circ\text{C}$) y la segunda a su punto de ebullición ($200^\circ\text{M} = 100^\circ\text{C}$), lo que se representa en la figura 1. Luego se traza la recta que une ambos puntos, y se determina la pendiente respectiva, m (figura 2).

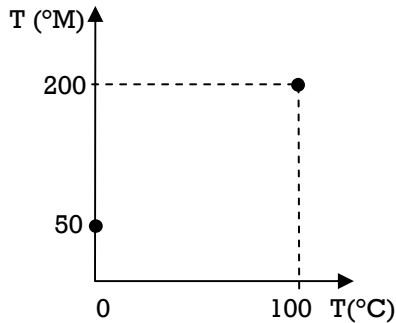


Figura 1

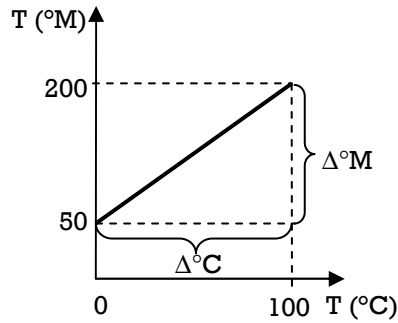


Figura 2

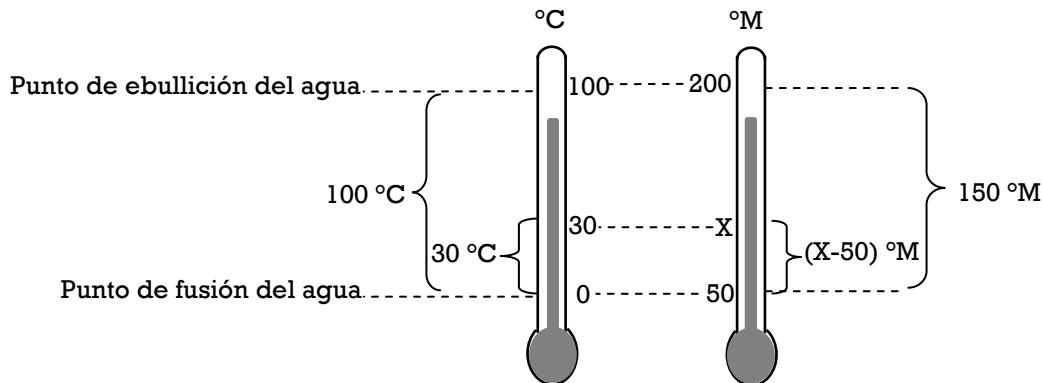
$$m = \frac{\Delta T(^{\circ}M)}{\Delta T(^{\circ}C)} = \frac{150}{100}$$

$$\boxed{m = 1,5}$$

La ecuación de la recta tiene la forma: $T(^{\circ}M) = m \cdot T(^{\circ}C) + n$, donde m es la pendiente y n es el intercepto, es decir, la ordenada para la cual $T(^{\circ}C) = 0$. Reemplazando entonces los valores de m y n , se obtiene $T(^{\circ}M) = 1,5 \cdot T(^{\circ}C) + 50$, la que corresponde a la relación buscada.

Finalmente, se reemplaza en la ecuación la temperatura para la cual se busca la equivalencia, $30^{\circ}C$: $T(^{\circ}M) = 1,5 \cdot 30 + 50$, resultando que $T(^{\circ}M) = 95$. La opción que responde correctamente al ítem es, por lo tanto, B).

Otra forma de resolver el ítem es estableciendo proporciones entre las temperaturas. Para ello es útil un esquema como el siguiente:



Considerando que X es la temperatura en la escala M equivalente a $30^{\circ}C$, se puede notar que así como 100 divisiones en la escala Celsius corresponden a 150 divisiones en la escala M , 30 divisiones en la escala Celsius corresponden a $(X-50)$ divisiones en la escala M . Estableciendo la proporción respectiva, se tiene que:

$$\frac{100}{150} = \frac{30}{X-50} \rightarrow \frac{1}{15} = \frac{3}{X-50}$$

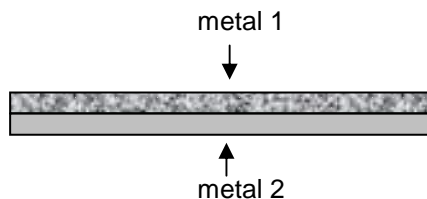
$$X - 50 = 45$$

$$X = 95$$

Se obtiene entonces el mismo resultado anterior, es decir, una temperatura de $30^{\circ}C$ es equivalente a una temperatura de $95^{\circ}M$. Entre el resto de las opciones posibles, la opción más elegida fue D), $60^{\circ}M$, lo que sugiere que estos postulantes concluyeron que dado que $100^{\circ}C$ equivalen a $200^{\circ}M$, el valor en grados M debía ser siempre el doble del valor en grados Celsius, sin considerar la equivalencia para los $0^{\circ}C$.

PREGUNTA 31 (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.

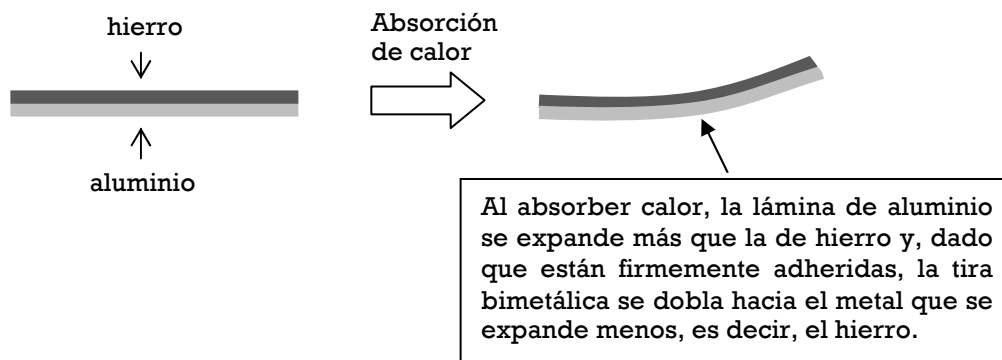
Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

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:

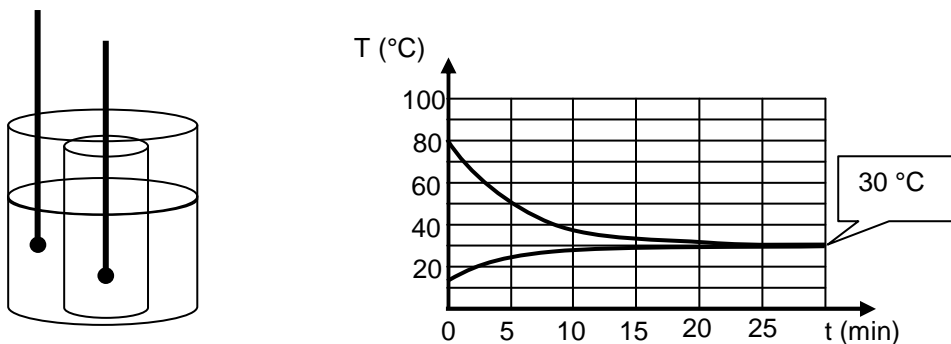


El material que se expande más, será el que se contrae más al disminuir su temperatura. En este último caso la tira se curva en el sentido opuesto al enfriarse.

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 32 (Módulo Electivo)

Dos frascos de vidrio se instalan como muestra la figura: el más pequeño dentro del más grande. En el frasco pequeño se vacían 1000 g de agua caliente, inicialmente a 80 °C, y en el frasco grande se vacían 2000 g de agua fría, inicialmente a 15 °C. Mediante termómetros idénticos se mide la temperatura del agua en ambos frascos. El siguiente gráfico muestra las temperaturas del agua en ambos frascos, en función del tiempo.



Considerando que el calor específico del agua es $1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$, ¿cuánta energía, aproximadamente, se traspasó del agua al ambiente, durante la media hora registrada en el gráfico?

- A) 20000 cal
- B) 30000 cal
- C) 50000 cal
- D) 80000 cal
- E) 195000 cal

{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: Interpretación cualitativa de la relación entre temperatura y calor en términos del modelo cinético de la materia.

Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: A

COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante analice una situación de transferencia de energía, y en función de la ley de la conservación de la energía, determine cuánta energía del sistema fue traspasada al ambiente.

Al ponerse dos cuerpos en contacto térmico, se establece una transferencia de energía térmica, también llamada calor, desde el cuerpo a mayor temperatura hacia el cuerpo que está a menor temperatura, hasta que ambos cuerpos alcancen el equilibrio térmico. Se tiene además que, en una situación ideal, aislada del ambiente, se esperaría que todo el calor cedido por el cuerpo a mayor temperatura, fuese absorbido íntegramente por el otro cuerpo.

En la situación planteada se hace evidente que la transferencia de calor ocurre desde el agua contenida en el frasco pequeño hacia la del frasco grande, lo que además puede observarse en el gráfico, pero no se explicita que el sistema esté aislado, por lo que es esperable que parte del calor emitido por el agua del frasco pequeño, sea transferido al ambiente.

Para determinar la cantidad de calor traspasado al ambiente, se debe determinar el calor cedido por el agua del frasco pequeño y el calor absorbido por el agua del frasco grande. La diferencia entre estos valores será el calor cedido al ambiente.

El calor cedido por el agua del frasco pequeño se calcula a través de la ecuación: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, donde Q es el calor cedido, m es la masa de agua contenida en el frasco, c es el calor específico del agua y ΔT es la diferencia entre la temperatura final y la inicial del agua.

En el caso del frasco pequeño, el agua tenía inicialmente una temperatura de 80 °C y al transferir energía, alcanza una temperatura de 30 °C. Se tiene entonces que el calor cedido por esta es:

$$Q_{\text{Cedido}} = 1000 \text{ g} \cdot 1 \left(\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{C}} \right) \cdot (50^\circ\text{C}) = 50000 \text{ cal}$$

De la misma forma, el calor absorbido por el agua contenida en el frasco grande, que aumenta su temperatura desde 15 °C hasta 30 °C, es: $Q_{\text{Agua}} = 2000 \text{ g} \cdot 1 \left(\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{C}} \right) \cdot (15^\circ\text{C}) = 30000 \text{ cal}$.

De las 50000 calorías cedidas por el agua del frasco pequeño, solo 30000 calorías fueron absorbidas por el agua del frasco grande, lo que implica que el resto de la energía fue absorbida por el ambiente (Q_{Ambiente}).

Realizando la diferencia: $Q_{\text{Cedido}} - Q_{\text{Agua}} = Q_{\text{Ambiente}}$, se tiene que $Q_{\text{Ambiente}} = 20000$ calorías. La opción que responde correctamente el ítem es, por lo tanto, A). Del resto de las opciones, la que fue seleccionada por la mayor cantidad de postulantes es B), lo que sugiere que estos postulantes solo consideraron el cálculo del calor absorbido por el agua contenida en el frasco grande.

PREGUNTA 33 (Módulo Electivo)

Dos cuerpos idénticos S y T caen a partir de una altura H, en ausencia de roce. Sus velocidades iniciales tienen magnitudes v_s y cero, respectivamente. Al llegar al suelo, el cuerpo S tiene el doble de la energía mecánica que T. ¿Cuál de las siguientes opciones es consistente con la información anterior?

- A) La energía potencial gravitatoria de S al llegar al suelo es mayor que la de T.
- B) La energía potencial gravitatoria inicial de S es mayor que la de T.
- C) La energía mecánica inicial de S es igual a la energía mecánica final de T.
- D) La energía potencial gravitatoria inicial de T es igual a la energía cinética inicial de S.
- E) La energía cinética inicial de T es igual a la energía mecánica inicial de 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: Análisis, síntesis y evaluación

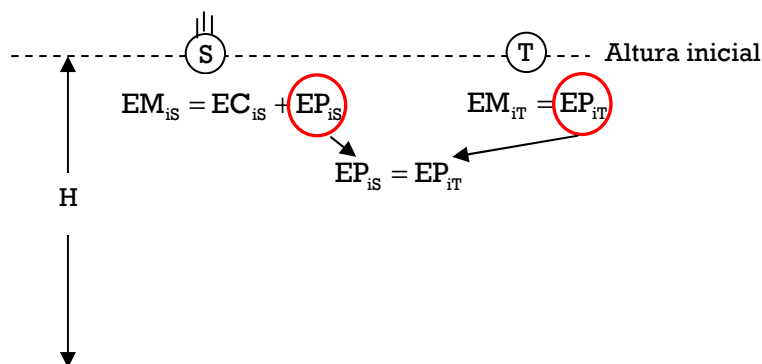
Clave: D

COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe analizar la ley de conservación de la energía mecánica, para una situación en la cual dos objetos idénticos caen con velocidades iniciales distintas a partir de una misma altura.

La energía mecánica de un objeto (EM) está dada por la suma de su energía cinética (EC), y de su energía potencial gravitatoria (EP). La energía cinética depende, a su vez, de la masa del objeto (m) y de la rapidez del mismo (v) y la energía potencial depende de la masa (m) y de la posición del objeto respecto a la Tierra, es decir su altura h respecto a algún punto de referencia.

Inicialmente, el objeto S tiene una energía cinética distinta de cero, ya que empieza a caer con una rapidez v_s y tiene una energía potencial gravitatoria dada por su posición. Por su parte, el objeto T solo tiene energía potencial gravitatoria al iniciar su movimiento. Dado que la altura inicial de ambos objetos, S y T, es la misma y que sus masas son iguales, entonces sus respectivas energías potenciales gravitatorias también son iguales. Lo anterior queda representado en la siguiente figura:



Se señala que, al llegar al suelo, el objeto S tiene el doble de energía mecánica que el objeto T. Dado que no se consideran efectos del roce, se puede afirmar que en cualquier punto de la trayectoria de los objetos la energía mecánica de S es el doble de la del objeto T, en particular cuando empiezan a caer.

$$EM_{iS} = 2 EM_{iT}$$

$$EC_{iS} + EP_{iS} = 2EP_{iT}$$

Tal como se señalaba anteriormente, la energía potencial gravitatoria inicial del objeto S es igual a la energía potencial gravitatoria inicial de T, por lo que puede escribirse

$$EC_{iS} + EP_{iT} = 2EP_{iT}$$

$$EC_{iS} = EP_{iT}$$

Es decir, la energía cinética inicial de S es igual a la energía potencial gravitatoria inicial de T, por lo que la opción D) es correcta.

Las opciones B) y C) fueron seleccionadas por un porcentaje importante de postulantes. Quienes responden la opción B) probablemente asocian la rapidez inicial con la energía potencial la cual, como se señaló anteriormente, no tiene relación con esta energía. Por su parte, quienes responden la opción C) no notan que en todos los puntos de la trayectoria la energía de S es el doble de la de T.

PREGUNTA 34 (Módulo Electivo)

¿Cuál de las siguientes opciones ordena correctamente las capas de la atmósfera por las que pasa un transbordador espacial en su retorno a la superficie de la Tierra?

- A) Troposfera – estratosfera – mesosfera – termosfera
- B) Estratosfera – termosfera – mesosfera – troposfera
- C) Mesosfera – termosfera – estratosfera – troposfera
- D) Estratosfera – troposfera – mesosfera – termosfera
- E) Termosfera – mesosfera – estratosfera – troposfera

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

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

Nivel: III Medio

Objetivo Fundamental: Comprender los efectos nocivos que la acción humana puede provocar sobre la atmósfera, litosfera e hidrosfera y la necesidad de emplear eficientemente los recursos energéticos para atenuar dichos efectos.

Contenido Mínimo Obligatorio: Reconocimiento de los mecanismos físico – químicos que permiten explicar fenómenos que afectan la atmósfera, la litosfera y la hidrosfera (calentamiento global, reducción de la capa de ozono, aumento del nivel de los mares, etc.) y de la responsabilidad humana en el origen de dichos fenómenos.

Habilidad: Reconocimiento

Clave: E

COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe reconocer los nombres de las distintas capas de la atmósfera y ordenarlas, desde la más lejana hasta la más cercana a la superficie de la Tierra.

Las capas de la atmósfera son cinco: la primera es la troposfera, que se encuentra en la parte más baja y cercana a la superficie de la Tierra, donde ocurren los fenómenos meteorológicos, y que se extiende hasta una altura aproximada de 12 km. A continuación viene la estratosfera, que se extiende

desde los 12 km hasta una altura de alrededor de 50 km. En esta capa es donde se encuentra la mayor concentración de ozono atmosférico, el que interactúa con la radiación ultravioleta proveniente del Sol, protegiendo a la Tierra de ella. Sobre la estratosfera se ubica la mesosfera, que corresponde a la capa que va desde los 50 km de altitud hasta aproximadamente los 82 km de altitud y que se destaca por presentar las temperaturas más bajas de la atmósfera. Sobre ella se encuentra la termosfera, que se extiende hasta los 690 km de altitud. En esta capa ocurre el fenómeno conocido como aurora, que es la manifestación de la interacción entre las partículas de esta capa con el viento solar. Por último, la exosfera, que se extiende hasta los 10.000 km, es la capa intermediaria entre la atmósfera y el espacio exterior, por lo que su densidad es mucho más baja que la del resto de las capas atmosféricas.

Por lo tanto, en el caso del retorno de un transbordador espacial, las capas son atravesadas desde la más externa a la más interna, es decir, el orden correcto es: termosfera, mesosfera, estratosfera y troposfera, siendo la opción correcta E).

PREGUNTA 35 (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.

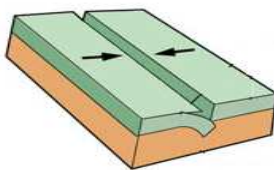


Figura 1
Borde convergente

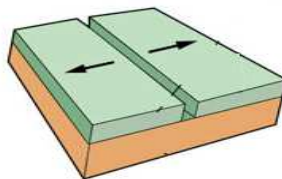


Figura 2
Borde divergente

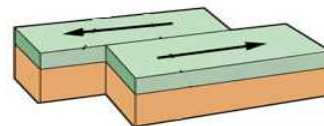


Figura 3
Borde transformante

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 36 (Módulo Electivo)

Si se percibe un terremoto costero, tal que cuesta mantenerse en pie, lo más probable es que ocurra un tsunami. Se afirma correctamente que la causa directa de este posible tsunami sería

- A) la corta distancia al epicentro del terremoto.
- B) la gran intensidad del terremoto.
- C) la propagación de ondas longitudinales del terremoto en el mar.
- D) la superposición de las ondas marinas con las ondas generadas por el terremoto.
- E) el desplazamiento vertical del fondo marino debido al terremoto.

{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: E

COMENTARIO

Este ítem mide el conocimiento de los postulantes sobre la forma en que se produce un tsunami.

Al ocurrir un terremoto cercano a la costa, puede ocurrir el levantamiento de una porción del fondo marino lo que, a su vez, genera el levantamiento de la columna de agua que está directamente sobre él. La perturbación producida se propaga en todas direcciones, tal como ocurre al lanzar una piedra a un charco de agua, pero transmitiendo una energía mucho mayor. A este fenómeno se le llama tsunami, por lo que la opción que responde correctamente el ítem es E).

Entre el resto de las opciones, C) fue elegida por una cantidad importante de postulantes. Esto sugiere que el fenómeno del tsunami no es comprendido por ellos y solamente lo asocian a la propagación de ondas y no al fenómeno generador de tales ondas. Lo mismo ocurre con los que seleccionaron la opción D), quienes además piensan que las ondas de un tsunami actúan a través de una superposición con las ondas marinas. Por otro lado, quienes eligen las opciones A) o B) solo asocian el tsunami a las características de un terremoto, las que por sí solas no permiten asegurar la ocurrencia de un tsunami.

PREGUNTA 37 (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

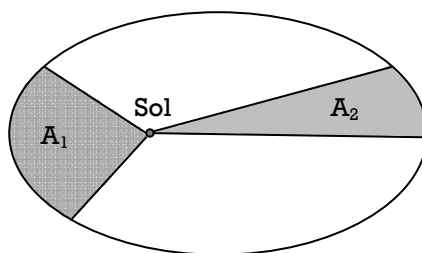
Para responder correctamente el ítem, el postulante debe comprender lo propuesto por Kepler al postular su modelo para el movimiento planetario.

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 rapidez 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 38 (Módulo Electivo)

En el interior del Sol se producen reacciones termonucleares en las cuales se libera energía, en forma de radiación. Esto se debe a

- A) que se produce calor por la fusión de los núcleos de hidrógeno con los de helio.
- B) la fusión nuclear de electrones y protones, que produce una variación de sus masas.
- C) la interacción entre los núcleos de helio fusionados.
- D) la variación de la masa ocurrida en la fusión nuclear de núcleos de hidrógeno.
- E) la reacción en cadena producida por neutrones.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

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

Nivel: IV Medio

Objetivo Fundamental: Reconocer los mecanismos que permiten a las estrellas generar luz y sintetizar elementos.

Contenido Mínimo Obligatorio: Explicación cualitativa –desde el punto de vista de la física nuclear– de cómo a partir del hidrógeno presente en las estrellas se producen otros elementos y la energía que las hace brillar.

Habilidad: Comprensión

Clave: D

COMENTARIO

Este ítem mide el nivel de comprensión del postulante del proceso de fusión, y de su relación con la energía emitida por el Sol.

El Sol está compuesto principalmente por átomos de hidrógeno, los que dadas las altas temperaturas alcanzadas en el centro del Sol, logran tener rapidezces lo suficientemente altas como para que sus núcleos logren fusionarse con otros. Es en un proceso conocido como el ciclo protón-protón, que los núcleos aumentan su número de nucleones, y al cabo de tres eventos de fusión independientes, logran constituir una partícula alfa, es decir, un núcleo de helio.

Sin embargo, se observa que la masa de núcleos interactuantes no se conserva en el proceso de fusión, pues la masa total de los cuatro protones que experimentan fusión, es mayor que la masa del núcleo de helio resultante.

Designando por u la unidad de masa atómica ($1 u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$), la relación entre las masas interactuantes y la masa resultante es:

Masa de cuatro protones (masa interactuante): 4,029106 u

Masa de un núcleo de Helio (masa resultante): 4,002603 u

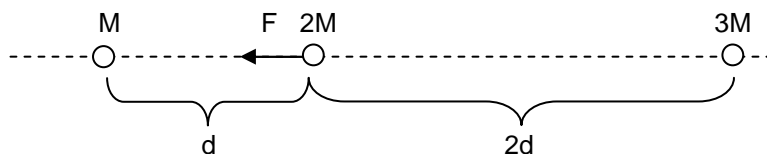
Diferencia de masa: 0,026503 u

Esta masa es liberada en forma de energía, cuyo valor se obtiene a partir de la relación entre masa y energía ($E = mc^2$), resultando 24,69 MeV por cada núcleo de helio producido. De forma conjunta, ocurren reacciones de aniquilación entre partículas elementales, lo que incrementa este valor hasta 26,73 MeV. Esta energía se emite en forma de radiación al espacio exterior. Se estima que en el interior del Sol ocurren $9,29 \cdot 10^{37}$ eventos de fusión en cada segundo, lo que lo convierte en la gran fuente de energía que sustenta la vida en la Tierra.

La opción que responde correctamente el ítem es, por lo tanto, D). Entre el resto de las opciones, la que tuvo mayor frecuencia de selección fue A), lo que sugiere que el proceso de fusión no es comprendido por estos postulantes, ya que estos asumen que la fusión puede ocurrir entre átomos de hidrogeno y helio de forma natural.

PREGUNTA 39 (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

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

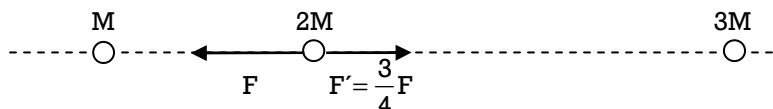
Por su parte, la magnitud de la fuerza F' que experimenta $2M$ debido a la interacción con $3M$, es posible expresarla como

$$F' = G \frac{2M \cdot 3M}{(2d)^2} = G \frac{6M^2}{4d^2} = \frac{3}{2} \frac{GM^2}{d^2}$$

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 40 (Módulo Electivo)

¿Cuál de los siguientes dispositivos eléctricos funciona solo con corriente alterna?

- A) Una ampollita
- B) Una resistencia
- C) Un transformador de voltaje
- D) Un fusible
- E) Un interruptor

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje temático / Área temática: Fuerza y movimiento / Electricidad y magnetismo

Nivel: IV Medio

Objetivo Fundamental: Comprender leyes y conceptos básicos de la electricidad y el magnetismo, la relación que existe entre ambos, y su rol en fenómenos de la vida diaria y el funcionamiento de diversos dispositivos tecnológicos.

Contenido Mínimo Obligatorio: Descripción de la corriente como un flujo de cargas eléctricas, distinguiendo entre corriente continua y alterna.

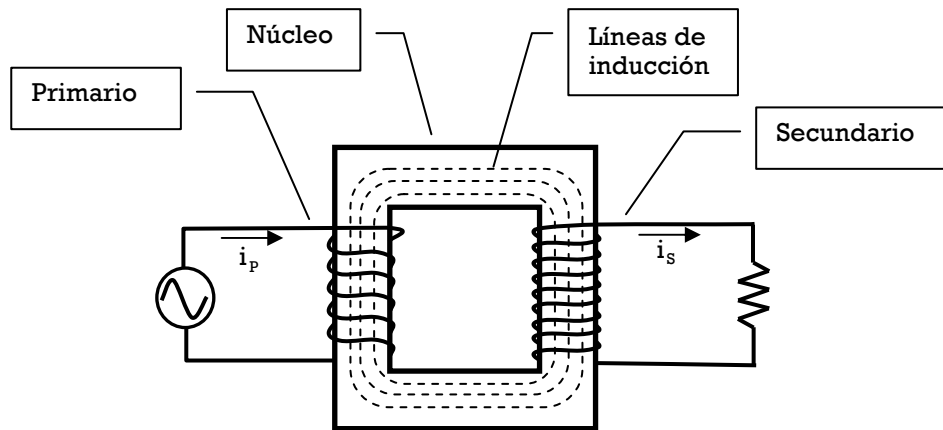
Habilidad: Reconocimiento

Clave: C

COMENTARIO

Tal como se señala en su enunciado, este ítem requiere que el postulante reconozca, dentro de un conjunto de dispositivos eléctricos, aquel que solamente puede funcionar con corriente alterna.

Dicho dispositivo corresponde al transformador de voltaje, cuya estructura se representa en la siguiente imagen:



El paso de la corriente alterna por la bobina del primario hace que se genere un campo magnético variable en el interior de la bobina, representado por las líneas de inducción. Como las líneas de inducción pasan por la bobina del secundario, un flujo magnético variable atravesará sus espiras induciendo, de acuerdo con las leyes de Faraday y Lenz, una diferencia de potencial variable en el secundario. El valor efectivo de dicha diferencia de potencial depende de la relación entre las espiras del secundario y las del primario.

El transformador no funciona con una corriente continua de valor constante, como la que proporciona una pila o una batería, pues esta no genera, salvo al conectar o desconectar la fuente, una variación en el flujo magnético en el transformador y, por lo mismo, no se induce una diferencia de potencial en el secundario.

Cada uno de los dispositivos mencionados en las otras opciones está presente tanto en circuitos de corriente alterna, por ejemplo, el circuito eléctrico domiciliario, como en circuitos de corriente continua, como los de un juguete a pilas o los de un automóvil.

Por lo tanto, la respuesta correcta del ítem es la opción C). Del resto de las opciones, ninguna de ellas concentra una proporción importante de respuestas.

PREGUNTA 41 (Módulo Electivo)

En un dispositivo que cumple la ley de Ohm,

- I) para un voltaje fijo, mientras mayor sea su resistencia, mayor será la intensidad de la corriente eléctrica que circula por él.
- II) para mantener una intensidad de corriente eléctrica fija, hay que mantener fijo el voltaje.
- III) el cociente entre el voltaje y la intensidad de corriente eléctrica viene determinado por las características de su conductor.

Es (son) correcta(s)

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

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje temático / Área temática: Fuerza y movimiento / Electricidad y magnetismo

Nivel: IV Medio

Objetivo Fundamental: Comprender leyes y conceptos básicos de la electricidad y el magnetismo, la relación que existe entre ambos, y su rol en fenómenos de la vida diaria y el funcionamiento de diversos dispositivos tecnológicos.

Contenido Mínimo Obligatorio: Verificación experimental y representación gráfica de la ley de Ohm y aplicación elemental de la relación entre corriente, potencia y voltaje en el cálculo de consumo doméstico de energía eléctrica.

Habilidad: Comprensión

Clave: D

COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe comprender la ley de Ohm y, a partir de ella, establecer la veracidad de tres afirmaciones respecto de un dispositivo que la cumple.

La ley de Ohm establece que aplicando una diferencia de potencial V entre los extremos de un conductor, circulará por este una corriente eléctrica que es directamente proporcional a tal diferencia de potencial. La constante de proporcionalidad es llamada resistencia eléctrica, la que depende de las características del conductor, tales como largo, ancho y material del que está fabricado.

La expresión, tiene entonces, la forma:

$$V = I \cdot R,$$

donde V es el voltaje aplicado entre los extremos del conductor, I es la intensidad de la corriente eléctrica establecida en él, y R es la resistencia eléctrica del conductor.

De la ecuación se establece una proporcionalidad inversa entre I y R , ante un voltaje aplicado entre los extremos de un conductor, por lo que si se pudiera variar la resistencia de un conductor, a mayor valor de esta, menor sería la intensidad de la corriente por dicho conductor. La afirmación I) es, por lo tanto, incorrecta.

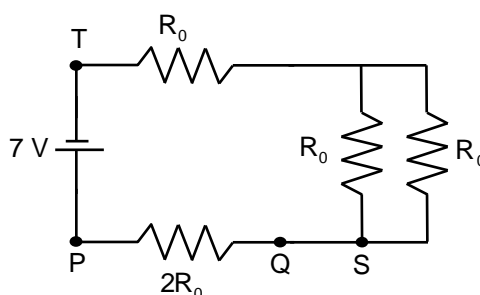
La afirmación II) es correcta, pues al mantener fijo el voltaje, y dado que la resistencia es constante, el cociente $\frac{V}{R}$ también lo es, correspondiendo a la intensidad de la corriente eléctrica.

Por último, como se mencionó inicialmente, la resistencia de un dispositivo depende de las características de este y, dado que la resistencia es igual al cociente entre el voltaje y la intensidad de corriente, $\frac{V}{I} = R$, la afirmación III) es correcta.

La opción que responde correctamente al ítem, es por lo tanto D). Entre el resto de las opciones, la que fue elegida por la mayor cantidad de postulantes, fue la opción C), lo que sugiere que estos postulantes no comprenden el comportamiento de los dispositivos que cumplen con la ley de Ohm.

PREGUNTA 42 (Módulo Electivo)

El circuito representado en la figura consta de una batería de 7 V y cuatro resistencias, cuyas magnitudes y formas de conexión se encuentran indicados en ella.



Si la diferencia de potencial entre los puntos Q y P es 4 V, ¿cuál es la diferencia de potencial entre los puntos T y S?

- A) 1 V
- B) 2 V
- C) 3 V
- D) 4 V
- E) 11 V

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje temático / Área temática: Fuerza y movimiento / Electricidad y magnetismo

Nivel: IV Medio

Objetivo Fundamental: Comprender leyes y conceptos básicos de la electricidad y el magnetismo, la relación que existe entre ambos, y su rol en fenómenos de la vida diaria y el funcionamiento de diversos dispositivos tecnológicos.

Contenido Mínimo Obligatorio: Verificación experimental y representación gráfica de la ley de Ohm y aplicación elemental de la relación entre corriente, potencia y voltaje en el cálculo de consumo doméstico de energía eléctrica.

Habilidad: Comprensión

Clave: C

COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante comprenda lo que ocurre con el voltaje o diferencia de potencial en los distintos elementos que forman un circuito eléctrico.

Por conservación de la energía, la diferencia de potencial entre los extremos de una batería es igual a la suma de las caídas de potencial en las resistencias conectadas en serie a esta.

Si bien en el circuito presentado en el ítem existen dos resistencias conectadas en paralelo, puede suponerse que estas corresponden a un solo elemento de circuito, conectado en serie a las otras dos resistencias, como se representa en la figura 1:

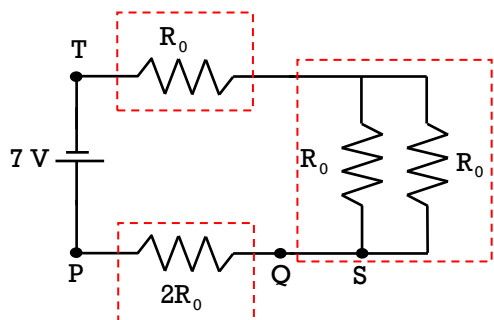


Figura 1

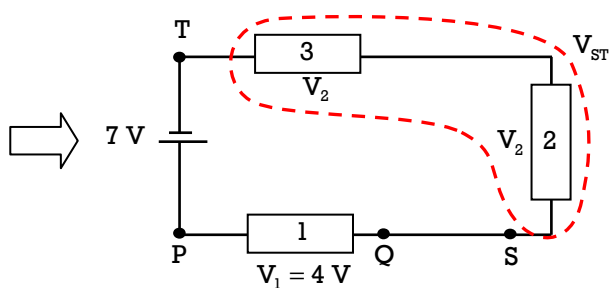


Figura 2

Así, de acuerdo a la figura 2, la diferencia de potencial en la batería (V_{PT}) es igual a

$$V_{PT} = V_1 + V_2 + V_3$$

Por su parte, la diferencia de potencial entre S y T (V_{ST}), corresponde a la suma de las diferencias de potencial en los elementos 2 y 3 del circuito ($V_{ST} = V_2 + V_3$), por lo que

$$V_{PT} = V_1 + V_{ST}$$

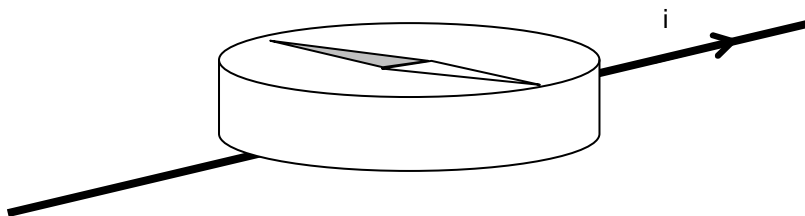
$$7V = 4V + V_{ST}$$

$$V_{ST} = 3V$$

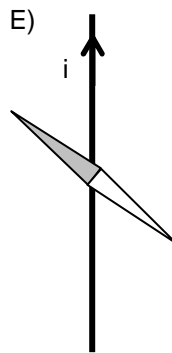
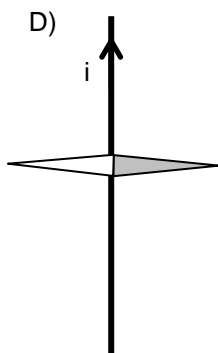
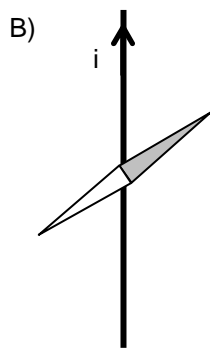
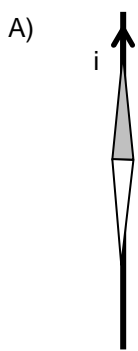
Por lo tanto, la opción C) es la que da correcta respuesta al ítem. Del resto de las opciones, D) concentra un mayor número de preferencias. Quienes responden esta opción, probablemente suponen que entre S y T hay dos resistencias de valor R_0 conectadas en serie, por lo que piensan que la diferencia de potencial entre ellas debe ser igual a la diferencia de potencial en la resistencia de valor $2R_0$.

PREGUNTA 43 (Módulo Electivo)

Sobre un alambre recto muy largo que conduce una corriente eléctrica i , en el sentido que indica la flecha de la figura, se instala una brújula cuyo polo norte es gris.



Despreciando los efectos del campo magnético terrestre, la figura que mejor representa la posición que adoptará la aguja de la brújula, en relación con la dirección de la corriente eléctrica i , es



{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje temático / Área temática: Fuerza y movimiento / Electricidad y magnetismo

Nivel: IV Medio

Objetivo Fundamental: Comprender leyes y conceptos básicos de la electricidad y el magnetismo, la relación que existe entre ambos, y su rol en fenómenos de la vida diaria y el funcionamiento de diversos dispositivos tecnológicos.

Contenido Mínimo Obligatorio: Identificación de la relación cualitativa entre corriente eléctrica y magnetismo.

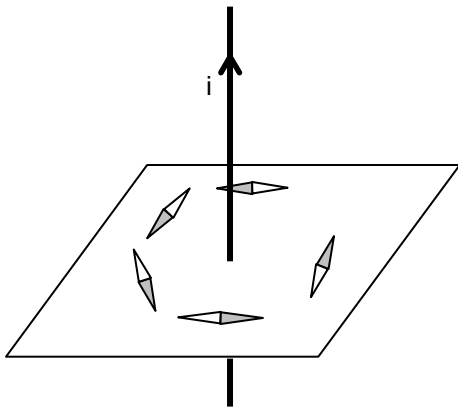
Habilidad: Aplicación

Clave: D

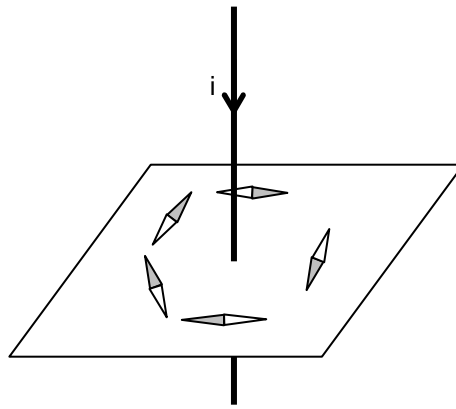
COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante determine la dirección del campo magnético generado alrededor de alambre por el que pasa una corriente eléctrica continua y, en función de ello, describa el comportamiento de la aguja de una brújula que se pone sobre el alambre.

El año 1820, el científico danés Hans Christian Oersted, se dio cuenta de que al establecerse una corriente eléctrica en un conductor, la aguja de una brújula ubicada cerca de él se desviaba, lo que implicaba la generación de un campo magnético alrededor del conductor producto de tal corriente. Posteriormente, Oersted determinó que el sentido de la desviación de la aguja de la brújula dependía no solo de la ubicación de esta respecto del conductor, sino que también del sentido de la corriente, cumpliendo en todos los casos con orientarse de forma perpendicular al paso de esta. Estas observaciones se resumen en las siguientes figuras, correspondientes a brújulas ubicadas sobre un plano dispuesto perpendicularmente al alambre conductor.



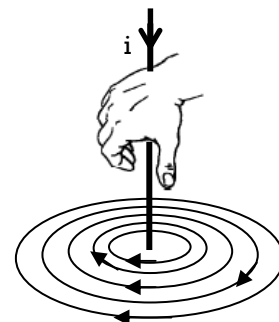
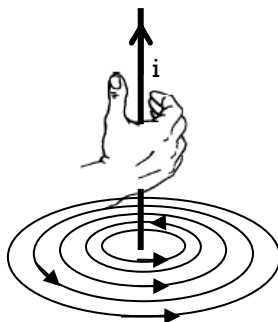
Caso 1: corriente eléctrica hacia arriba



Caso 2: corriente eléctrica hacia abajo

A partir de la observación trascendental hecha por Oersted, conocida actualmente como efecto Oersted, y de los trabajos de otros científicos, se generaron modelos descriptivos de la relación entre corriente eléctrica y magnetismo. Uno de estos modelos introduce el concepto de campo y de líneas de campo, y permite explicar la orientación de las agujas de las brújulas en torno a un alambre que conduce corriente eléctrica: alrededor del alambre se genera un campo magnético, cuya orientación en un punto determinado está dada por la tangente a la línea de campo que pasa por ese punto. El polo Norte de la aguja de la brújula se orienta entonces de acuerdo a la dirección de la línea de campo correspondiente.

Para determinar en qué sentido se genera el campo magnético, se utiliza la regla de la mano derecha: se doblan los dedos de la mano, manteniendo derecho el pulgar. El pulgar se ubica de forma que apunte en el sentido de la corriente eléctrica y los dedos restantes de la mano indican la dirección de las líneas del campo magnético. Se tiene entonces, para los casos introducidos:

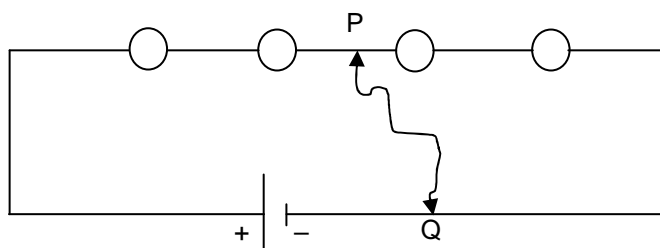


En el caso presentado en el ítem, el sentido de la corriente es la del caso 1, por lo que la orientación de la aguja de la brújula es la correspondiente a la opción D), siendo esta la opción que responde correctamente el ítem.

Entre el resto de las opciones, la que tuvo la mayor frecuencia de selección, fue la opción A), lo que implica que los postulantes no conocen los modelos descriptivos asociados a la interacción entre electricidad y magnetismo introducidos, ni el efecto Oersted descrito anteriormente.

PREGUNTA 44 (Módulo Electivo)

El esquema representa un circuito compuesto por cuatro ampolletas y una batería.



Si se conecta un alambre entre los puntos P y Q, se afirma correctamente que

- A) la potencia entregada por la batería no cambia.
- B) la potencia entregada por la batería disminuye.
- C) la potencia entregada por la batería aumenta al doble.
- D) la potencia disipada por el circuito disminuye a la mitad.
- E) la potencia disipada por el circuito aumenta.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje temático / Área temática: Fuerza y movimiento / Electricidad y magnetismo

Nivel: IV Medio

Objetivo Fundamental: Comprender leyes y conceptos básicos de la electricidad y el magnetismo, la relación que existe entre ambos, y su rol en fenómenos de la vida diaria y el funcionamiento de diversos dispositivos tecnológicos.

Contenido Mínimo Obligatorio: Verificación experimental y representación gráfica de la ley de Ohm y aplicación elemental de la relación entre corriente, potencia y voltaje en el cálculo de consumo doméstico de energía eléctrica.

Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: E

COMENTARIO

Este ítem requiere que el postulante analice lo que ocurre con la potencia eléctrica en un circuito eléctrico al producirse un cortocircuito entre dos puntos de él.

La potencia eléctrica (P) de un circuito se puede calcular como el producto entre la intensidad de la corriente (i) en el circuito y la diferencia de potencial (V) entre los extremos de la batería, $P = i \cdot V$. Si, además, se considera la resistencia eléctrica equivalente R_{eq} del circuito y se utiliza la ley de Ohm, $V = i \cdot R$, la potencia puede reescribirse como:

$$P = i \cdot V = \frac{V}{R_{eq}} \cdot V = \frac{V^2}{R_{eq}}$$

Antes de producirse el cortocircuito entre P y Q, es decir, la conexión entre esos puntos mediante un alambre de resistencia despreciable, cuatro ampolletas están conectadas en serie a una batería. Dado que no se señalan características de las ampolletas, se considera que cada una de ellas tiene una resistencia eléctrica distinta, como se indica en la figura 1:

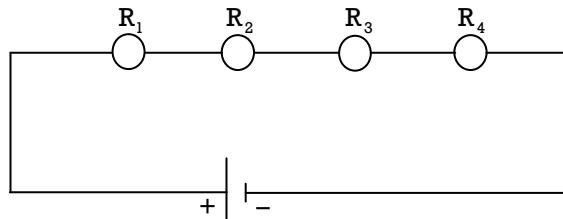


Figura 1

Como las ampolletas están conectadas en serie, entonces la resistencia equivalente del circuito corresponde a la suma de las resistencias de las ampolletas, por lo que la potencia del circuito, antes de producirse el cortocircuito, es:

$$P_A = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

Esta potencia corresponde tanto a la entregada por la batería como a la disipada por el circuito.

Al producirse el cortocircuito entre los puntos P y Q, la corriente eléctrica que es entregada por la batería en esta nueva configuración, circulará por las ampolletas de resistencias R_1 y R_2 , pero al llegar al punto P solo seguirá circulando hacia Q, que corresponde a la rama del circuito que no opone resistencia al paso de la corriente, y no circulará hacia la rama donde están las ampolletas de resistencias R_3 y R_4 , como se representa en la figura 2. Debido a esto, el circuito eléctrico luego del cortocircuito será equivalente al mostrado en la figura 3, para el cual se debe calcular la potencia eléctrica

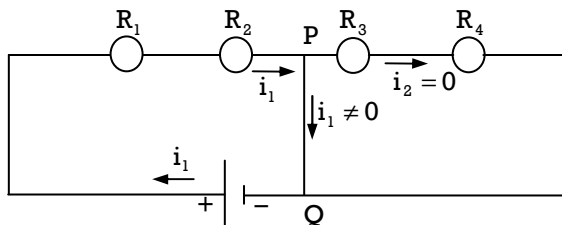


Figura 2

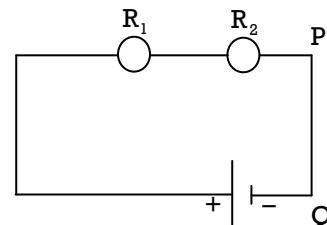
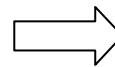


Figura 3

La potencia del circuito, después de producirse el cortocircuito, es

$$P_D = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{R_1 + R_2}$$

Este resultado, tal como en la situación previa al cortocircuito, corresponde tanto a la potencia entregada por la batería como a la potencia disipada por el circuito.

Al comparar ambas potencias, es posible notar que como la resistencia equivalente disminuye al producirse el cortocircuito y el voltaje de la batería sigue siendo el mismo, entonces la potencia entregada por la batería y disipada por el circuito aumenta, siendo la opción E) la respuesta correcta del ítem.

Las opciones A) y C) también fueron altamente escogidas por los postulantes. Quienes responden la opción A) probablemente confunden el concepto de potencia eléctrica con el de diferencia de potencial. Este último, efectivamente, es constante en ambas situaciones. Por su parte, quienes responden la opción C) suponen que las ampolletas son idénticas, lo cual no se señala en el enunciado del ítem.

PREGUNTA 45 (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.

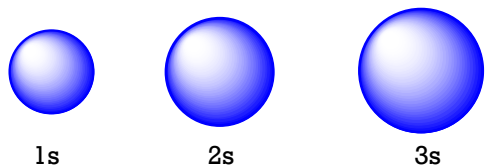
El **número cuántico secundario** o de momento angular o azimutal, simbolizado por l , está relacionado con el tipo de orbital: s (*sharp*: agudo), p (*principal*: principal), d (*diffuse*: difuso) y f (*fundamental*: fundamental). Este número toma valores que van desde 0 hasta $(n - 1)$. En forma general,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

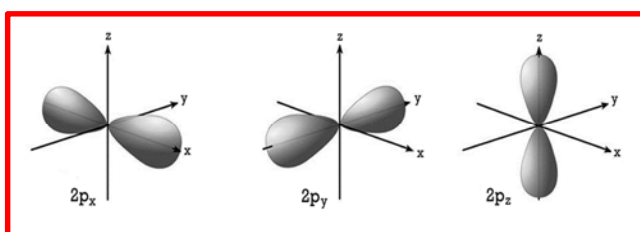
El tercer número cuántico llamado **número cuántico magnético** se simboliza por **m** o m_l , se relaciona con la orientación espacial del orbital, toma valores enteros desde $-l$ hasta $+l$, incluyendo el cero.

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

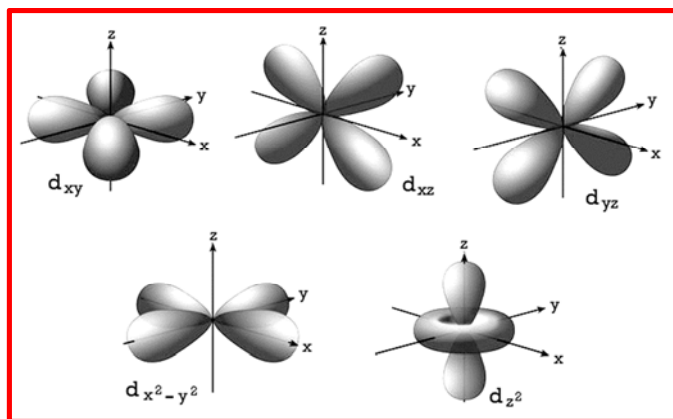
Orbital s: es un orbital que tiene forma esférica y aumenta de tamaño conforme aumenta el nivel de energía (n).



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.



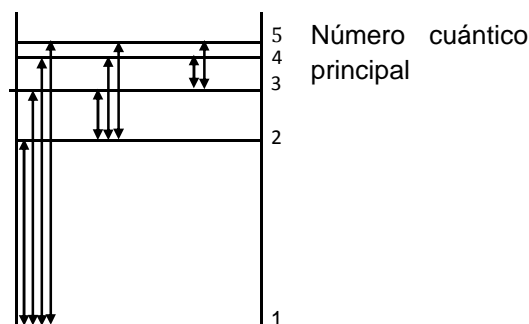
Orbital f: existen siete tipos, cuyas formas son más complejas que la de los orbitales d.

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 46 (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

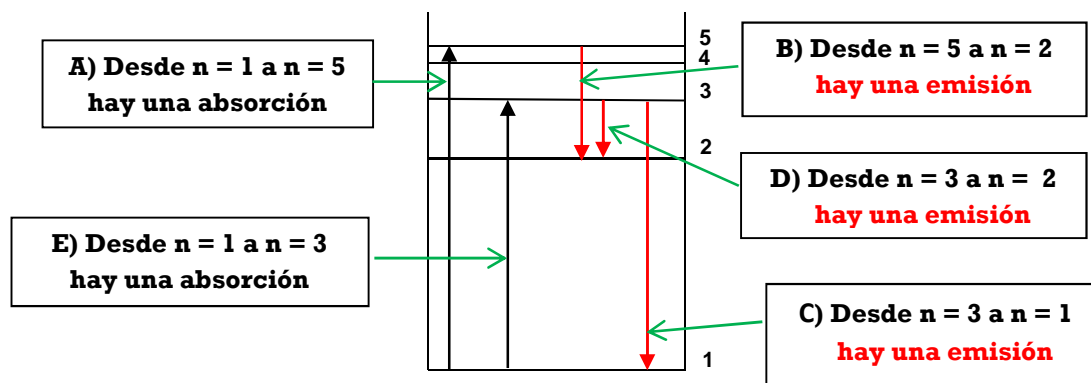
Para responder esta pregunta, se debe recordar el concepto de espectro y comprender la forma en que los electrones se transfieren de un nivel a otro en el átomo, emitiendo o absorbiendo energía, de acuerdo a los postulados del modelo atómico de Bohr.

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 47 (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

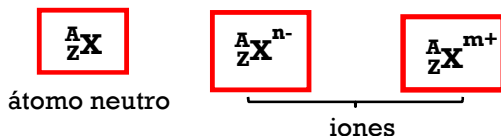
COMENTARIO

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).

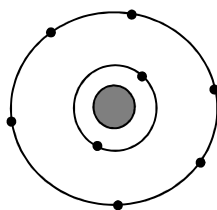
n y m: corresponden a números enteros.

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 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 48 (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.

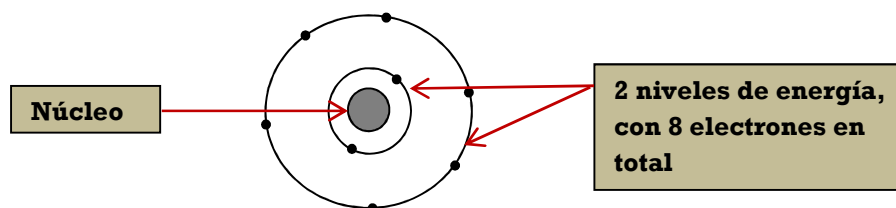
Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: B

COMENTARIO

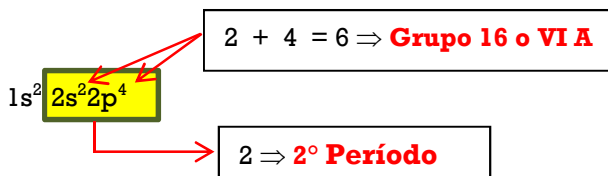
Para responder esta pregunta es necesario que el postulante analice la estructura atómica que representa la figura, la cual está basada en el Modelo atómico de Bohr, que propone la existencia de niveles de energía cuantizados en donde giran los electrones sin perder ni ganar energía. A parte de esto, 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:

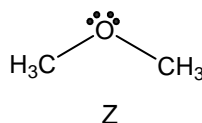
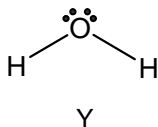
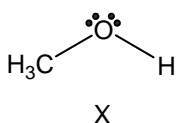


Conociendo su ubicación en el sistema periódico, en el 2º período del grupo 16 o VI A, se puede concluir que es un no metal (opción C), por lo que, con hidrógeno se unirá a través de un enlace covalente (opción E).

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 49 (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

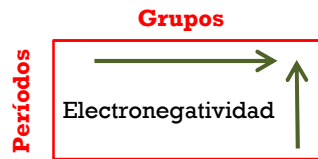
COMENTARIO

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;">X</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 (δ^-) y en el H una densidad de carga positiva (δ^+). 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;">Y</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;">Z</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 50 (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 51 (Módulo Común)

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

- A) Ozono (O₃)
- B) Ácido nítrico (HNO₃)
- C) Ácido ciánico (HOCN)
- D) Nitrometano (CH₃NO₂)
- E) Benceno (C₆H₆)

{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.

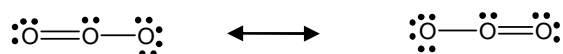
Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: C

COMENTARIO

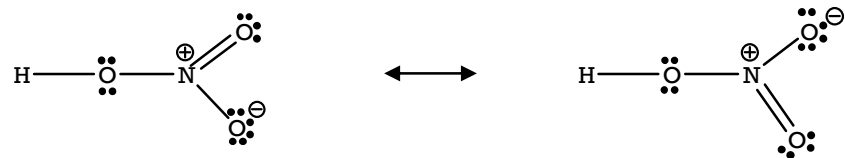
Para responder esta pregunta es necesario analizar el concepto de resonancia en las estructuras de Lewis para cada una de las moléculas de los compuestos de las opciones. La resonancia se produce cuando dos o más estructuras de Lewis son aceptables, siendo la estructura verdadera el híbrido de resonancia 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:

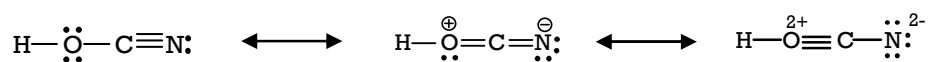


La flecha indica que ambas estructuras moleculares son equivalentes, o sea, que son resonantes.

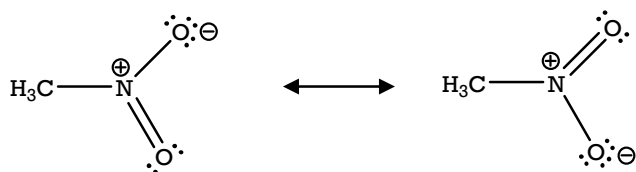
El ácido nítrico, opción B), presenta dos estructuras resonantes:



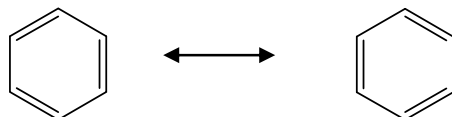
El ácido cianico, opción C), presenta tres estructuras resonantes:



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



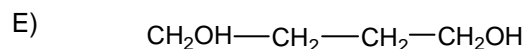
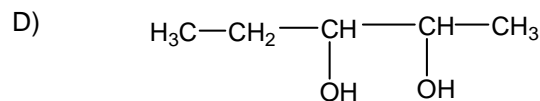
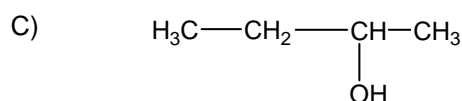
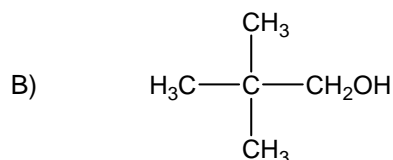
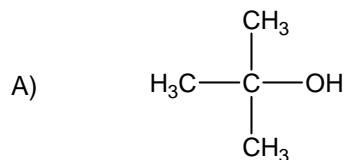
El benceno, opción E), presenta dos estructuras resonantes:



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 52 (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.

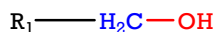
Habilidad: Comprensión

Clave: A

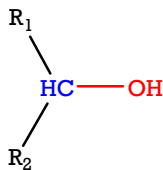
COMENTARIO

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:

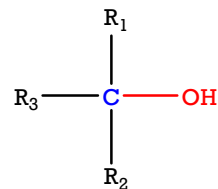
- **Alcohol primario:** el grupo hidroxilo sustituye un hidrógeno (H) de un carbono (C) primario, o sea, un C unido a 2 átomos de H y 1 radical.
- **Alcohol secundario:** el grupo hidroxilo sustituye un hidrógeno (H) de un carbono (C) secundario, o sea, un C unido a 1 átomo de H y 2 radicales.
- **Alcohol 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 53 (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

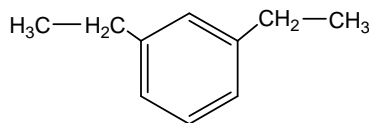
Para responder esta pregunta se debe aplicar los conocimientos de nomenclatura orgánica y sus respectivas estructuras, y además, se debe recordar la fórmula general de los hidrocarburos acíclicos.

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 54 (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

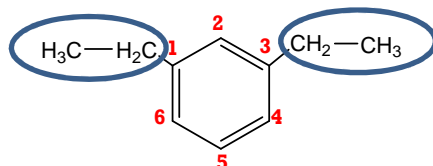
COMENTARIO

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:

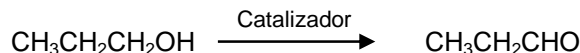


Se debe recordar que es necesario indicar el carbono en el cual está enlazado el sustituyente, en este caso están unidos a los carbonos 1 y 3. En el caso del benceno existen tres isómeros posibles, el 1,2-, el 1,3- y el 1,4-, que se nombran como orto- (o-), meta- (m-) y para- (p-), respectivamente, al 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 55 (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.

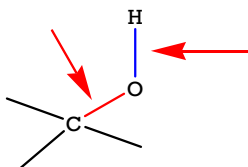
Habilidad: Comprensión

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 52).

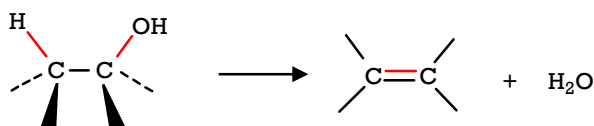
Los alcoholes primarios al oxidarse pueden producir aldehídos o ácidos carboxílicos, dependiendo de las condiciones y del tipo de oxidante utilizado. Para preparar aldehídos, generalmente, se usa clorocromato de piridinio (PCC: $\text{C}_5\text{H}_6\text{NCrO}_3\text{Cl}$). Otros oxidantes más fuertes, 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 ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) en ácido acético acuoso. Los alcoholes terciarios no se oxidan a menos que reaccionen en condiciones más vigorosas.

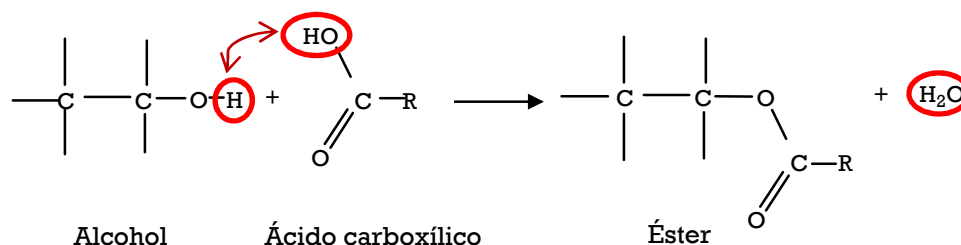
La reacción de oxidación se puede verificar por una disminución de hidrógenos en la molécula de alcohol lo que favorece la formación del compuesto carbonílico.

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 $-\text{CHO}$, 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 56 (Módulo Común)

Un compuesto X reacciona con ácido clorhídrico (HCl) y se forma $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$. 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.

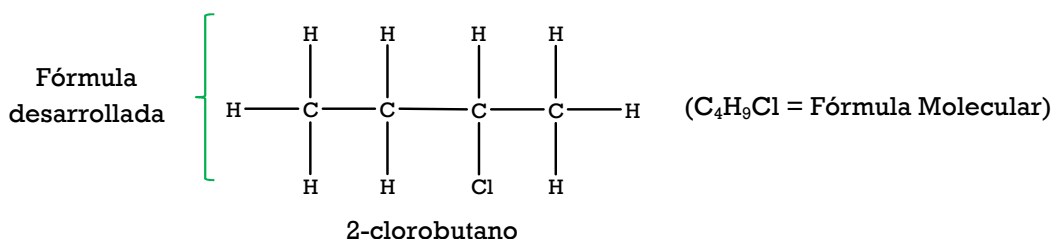
Contenido Mínimo Obligatorio: Representación de diversas moléculas orgánicas con grupos funcionales considerando su estereoquímica e isomería, en los casos que corresponda.

Habilidad: Aplicación

Clave: A

COMENTARIO

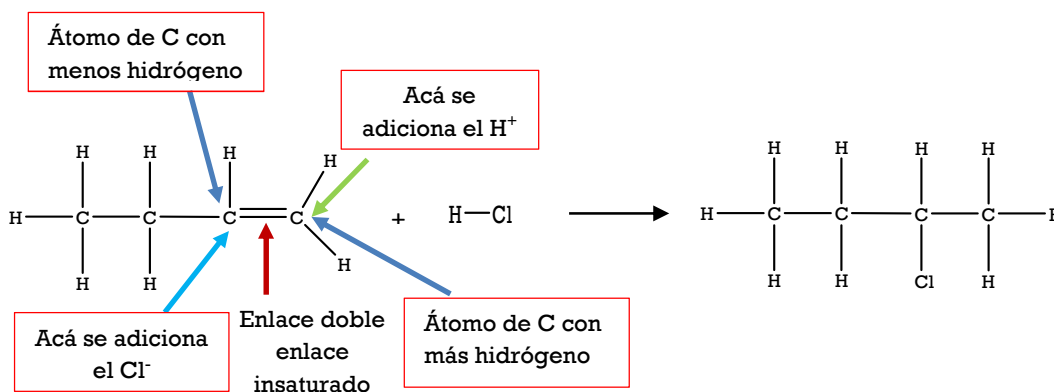
Para responder esta pregunta es necesario reconocer el tipo de compuesto formado y aplicar la(s) reacción(es) orgánica(s) relacionada(s) a él. El compuesto formado presenta la siguiente fórmula molecular y desarrollada:



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 C₄H₉Cl:



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

PREGUNTA 57 (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) KCrO_4
- B) 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

Para K = (0,17 mol de K) / 0,17 = 1 mol de K

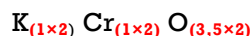
Para Cr = (0,17 mol de Cr) / 0,17 = 1 mol de Cr

Para O = (0,60 mol de O) / 0,17 = 3,5 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:



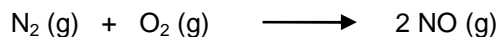
A veces al dividir por el número más pequeño se obtiene como resultado un número decimal, en lugar de un número entero, como es en el caso del átomo de oxígeno. Para eliminar el número decimal, se debe amplificar por un entero pequeño hasta que se obtenga como resultado un número entero en el átomo respectivo.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



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

PREGUNTA 58 (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:

Reactantes		→	Producto	
N₂ (g) + O₂ (g)			2 NO (g)	
Cantidad de sustancia	1 mol de N ₂ + 1 mol de O ₂		2 mol de NO	
Masa	28 g de N ₂ + 32 g de O ₂		60 g de NO	
Masa total	60 g de reactantes		60 g de producto	

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_A , la cual corresponde $6,02 \times 10^{23}$ 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 CO₂, contiene $6,02 \times 10^{23}$ moléculas de CO₂, por lo tanto, aplicando lo anterior a la reacción, se obtiene lo siguiente:

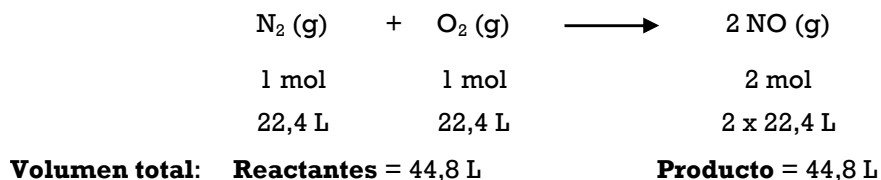
Reactantes	→	Producto
N ₂ (g) + O ₂ (g)		2 NO (g)
1 mol de N ₂ = $6,02 \times 10^{23}$ moléculas		2 mol de NO = $2 \times 6,02 \times 10^{23}$ moléculas
1 mol de O ₂ = $6,02 \times 10^{23}$ moléculas		
Por lo tanto en los reactantes existen $12,04 \times 10^{23}$ moléculas totales		En el producto existen $2 \times 6,02 \times 10^{23}$ moléculas, lo que es equivalente a $12,04 \times 10^{23}$ 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.

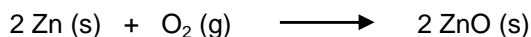
En condiciones normales, siempre 1 mol de un gas ocupa un volumen de 22,4 L, por lo tanto aplicando esta relación a la reacción planteada, se deduce lo siguiente:



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

PREGUNTA 59 (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 ₂
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

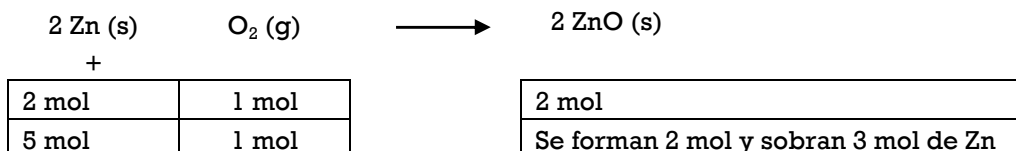
COMENTARIO

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:

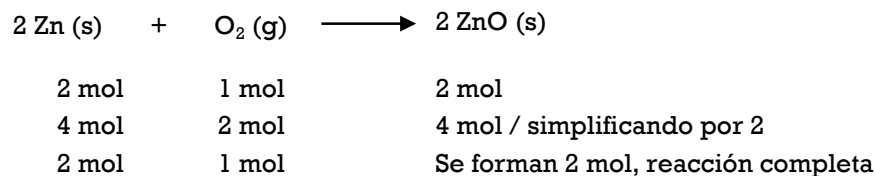


Para saber cuál de las opciones producirá la mayor cantidad de producto, se deben realizar relaciones estequiométricas con los coeficientes de la reacción del enunciado, como por ejemplo:

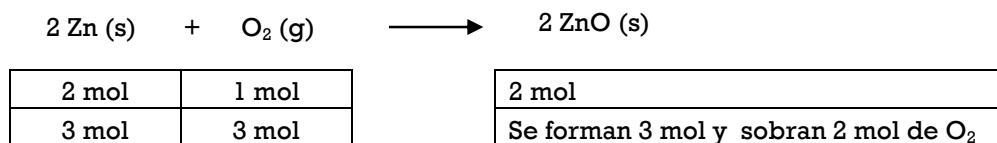
Opción A), plantea la reacción entre 5 mol de Zn y 1 mol de O₂



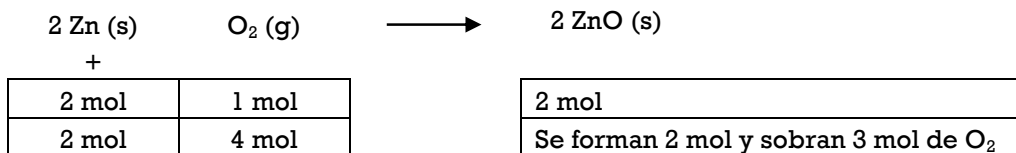
Opción B) plantea la reacción entre 4 mol de Zn y 2 mol de O₂



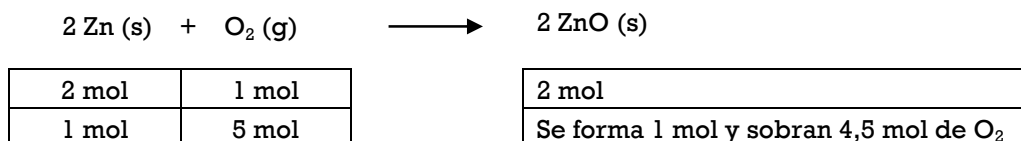
Opción C), plantea la reacción entre 3 mol de Zn y 3 mol de O₂



Opción D), plantea 2 mol de Zn y 4 mol de O₂



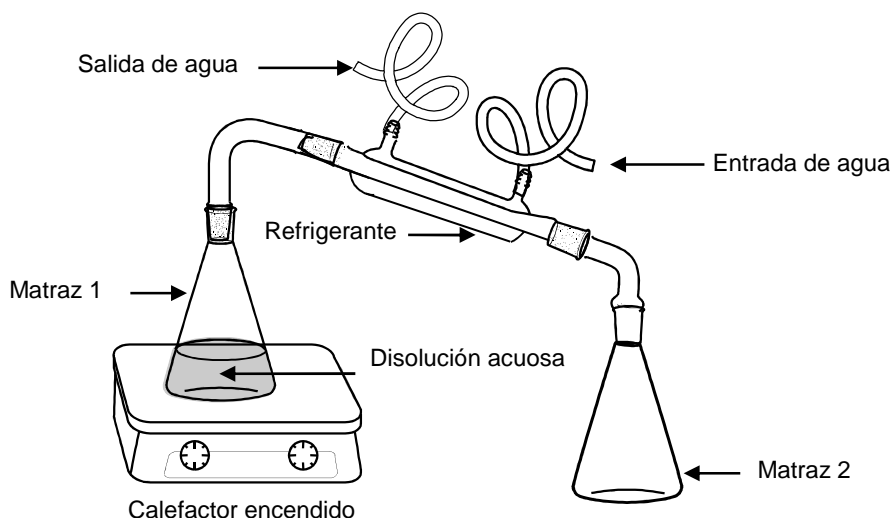
Opción E), plantea la reacción entre 1 mol de Zn y 5 mol de O₂



En este caso, la cantidad de Zn y de O₂, que reaccionarán completamente y que formará la mayor cantidad de ZnO son 4 y 2, respectivamente, siendo B) la opción correcta.

PREGUNTA 60 (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 61 (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:

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

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

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 62 (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.

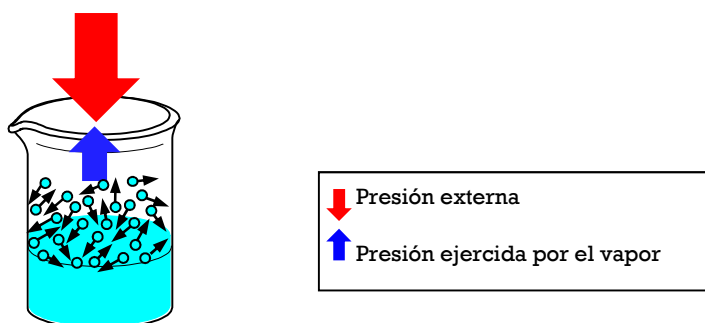
Contenido Mínimo Obligatorio: Descripción de las propiedades coligativas de las soluciones que permiten explicar, por ejemplo, la inclusión de aditivos al agua de radiadores, la mantención de frutas y mermeladas en conserva, el efecto de la adición de sal en la fusión del hielo.

Habilidad: Aplicación

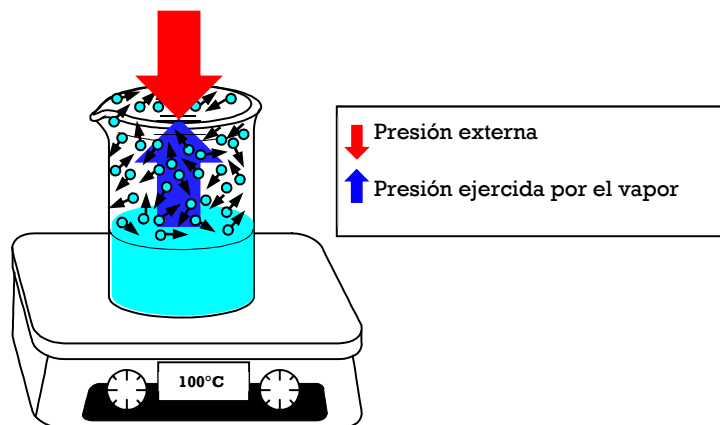
Clave: B

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 (ΔT_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, Na^+ y 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 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 G₂ – unión de microtúbulos a los centrómeros
- D) Fase G₂ – 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: G₁, S y G₂. En S ocurre la duplicación del ADN, mientras que en G₁ y G₂ las células aumentan su masa de proteínas y la cantidad de organelos, y por lo tanto crecen. También en G₁ y G₂, 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.

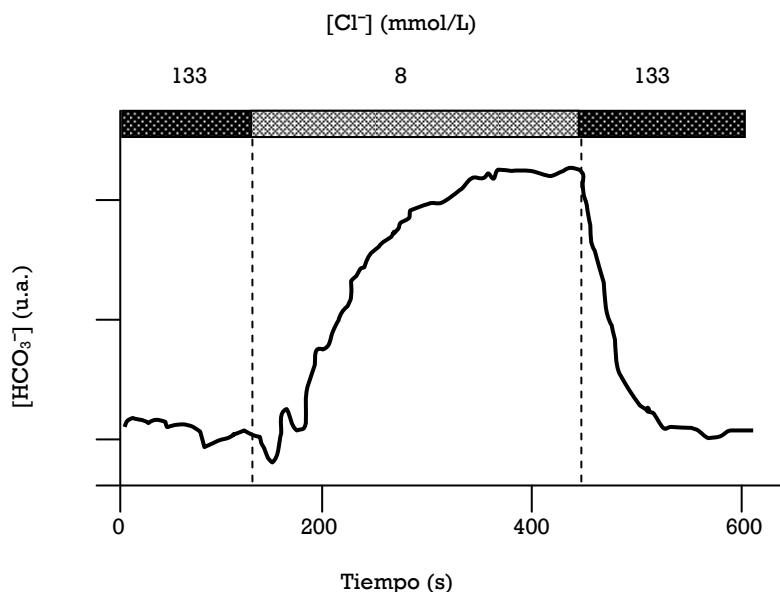
El transporte de una sustancia a través de una membrana (en este caso la membrana plasmática del protozoo) se considera pasivo si ocurre a favor del gradiente de concentración (la sustancia transportada se desplaza desde una zona de mayor a otra de menor concentración). El transporte es necesariamente 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 (HCO_3^-) cuando se modifica la concentración extracelular de iones cloruro (Cl^-).



De la figura, se infiere correctamente que el

- A) transporte de HCO_3^- depende del Cl^- extracelular.
- B) HCO_3^- es transportado activamente a la célula.
- C) Cl^- difunde libremente hacia la célula.
- D) Cl^- se cotransporta con HCO_3^- .
- E) carácter ácido de la célula depende de la concentración de 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 (HCO_3^-) en función del tiempo, y el efecto que tiene sobre ésta la modificación de la concentración extracelular de iones cloruro (Cl^-). Los contenidos relacionados se tratan en primer año de Enseñanza Media.

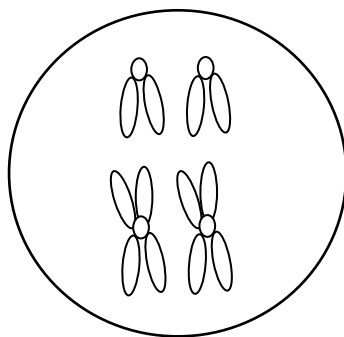
En el gráfico, se observa que a una concentración extracelular de 133 mmol/L de Cl^- la concentración intracelular de iones bicarbonato se mantiene relativamente constante en función del

tiempo. Posteriormente, cuando la concentración extracelular de Cl^- disminuye a 8 mmol/L, se produce un aumento de la concentración intracelular de HCO_3^- . La concentración de HCO_3^- vuelve a descender cuando la concentración extracelular de Cl^- disminuye nuevamente a 8 mmol/L. A partir de estos datos, es correcto inferir que el transporte de iones HCO_3^- depende de la concentración extracelular de 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 HCO_3^- y Cl^- en función del tiempo, así como tampoco una relación del pH intracelular en función de la concentración iónica de 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

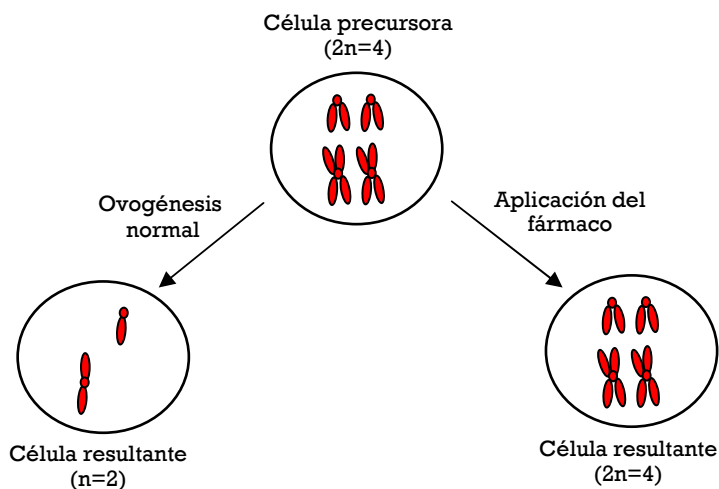
Esta pregunta requiere que los postulantes comprendan los cambios que experimentan las células en la gametogénesis, y que analicen e infieran los efectos de la aplicación de una droga sobre dicho

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) Gonadotrofina 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.

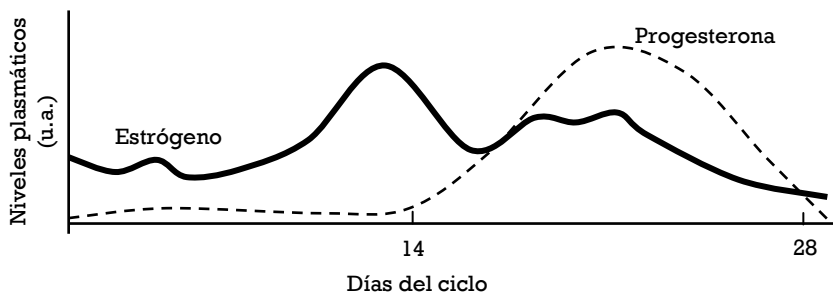
La hormona luteinizante (LH) corresponde a una hormona cuya función principal es estimular la ovulación, mientras que la prolactina estimula la producción de leche en las glándulas mamarias. Ambas hormonas son secretadas por la adenohipófisis, por lo tanto las opciones C) y E) son incorrectas.

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.

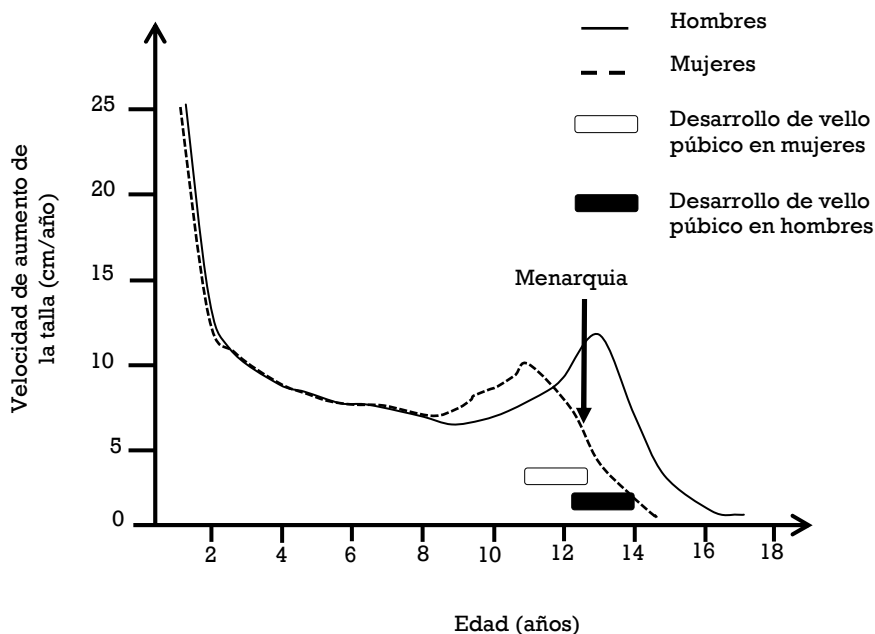
A nivel uterino, la fase proliferativa comienza con la menstruación, que consiste en el desprendimiento de la capa endometrial del útero. Luego, entre el quinto y decimocuarto día, el espesor endometrial aumenta rápidamente. Una vez ocurrida la ovulación, el alza en los niveles plasmáticos de progesterona 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

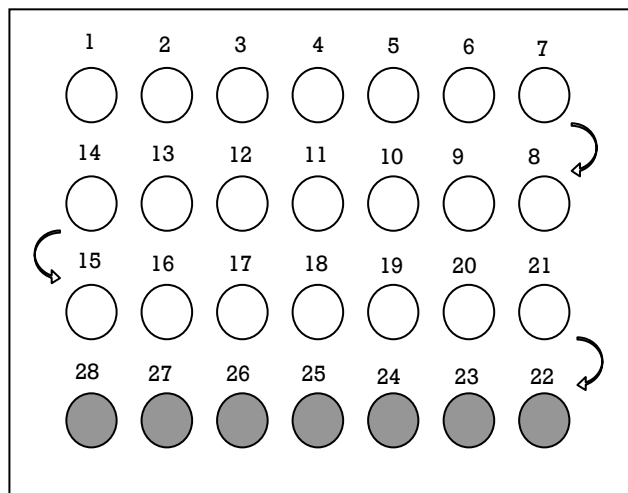
Esta pregunta requiere que los postulantes reconozcan diversas características del glucagón. Este contenido corresponde a segundo año de Enseñanza Media.

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 β 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.

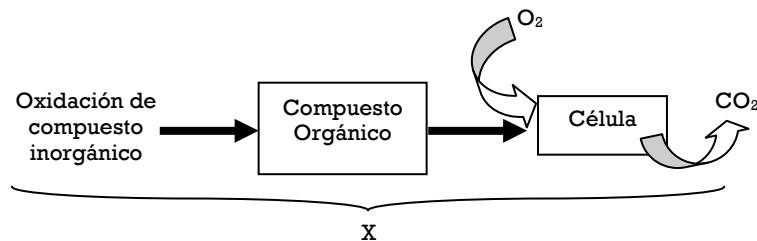
El crecimiento de una población (aumento en el número de individuos) puede verse limitado por factores que son independientes de la densidad poblacional (o densoindependientes), o bien, por factores dependientes de la densidad poblacional (densodependientes).

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 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 (H_2S), del nitrito (NO_2^-) o del amoníaco (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 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 O_2 y produce 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.

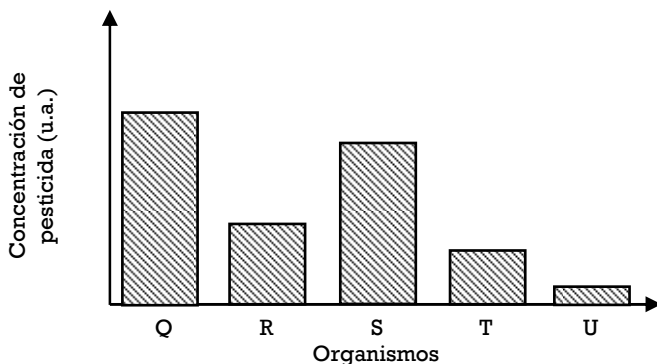
Una vez que el metilmercurio entra en las aguas, se deposita en el plancton. El plancton, a su vez, es consumido por mariscos y peces, los que luego son consumidos por la población de Minamata.

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