

posu

EN

EL MERCURIO

EN ESTA PUBLICACIÓN ENCONTRARÁS, ADEMÁS, LA CUARTA Y ÚLTIMA PARTE DE LA RESOLUCIÓN DEL MODELO OFICIAL DE LA PRUEBA DE CIENCIAS. SE INCLUYEN ANEXOS QUE PROFUNDIZAN TEMAS CUYAS ESTADÍSTICAS HAN REFLEJADO ALTA DIFICULTAD EN PRUEBAS.



ASISTENTE ONLINE:

**SIMULA TU FUTURA POSTULACIÓN**

SIMULADOR DEL ASISTENTE DE POSTULACIÓN:

# Ensayá cómo será tu postulación

QUIENES QUIERAN PRACTICAR Y CONOCER MEJOR EL SISTEMA A TRAVÉS DEL CUAL SE POSTULA A LAS UNIVERSIDADES DEL CONSEJO DE RECTORES Y A LAS OCHO PRIVADAS ADSCRITAS PUEDEN UTILIZAR UN SIMULADOR DEL ASISTENTE DE POSTULACIÓN, QUE ESTÁ DISPONIBLE EN EL SITIO WEB DEL DEMRE.

El camino a la educación superior se va pavimentando en la medida que se cumple con cada uno de los trámites y requisitos que establecen los planteles en sus procesos de admisión.

En el caso de las 25 universidades del Consejo de Rectores o de las ocho privadas que están adscritas a partir de este año a su sistema único, los interesados tenían, en primer lugar, la misión de inscribirse en los plazos establecidos para rendir la Prueba de Selección Universitaria (PSU).

Quienes cumplieron con esa tarea deben imprimir su tarjeta de identificación —que es el único documento que acredita estar efectivamente registrado para rendir el examen de admisión— y tener su carné o pasaporte (según corresponda) al día para llegar a rendir las pruebas el 12 y 13 de diciembre sin problemas.

Es importante que los futuros postulantes tampoco olviden verificar si sus notas de enseñanza media fueron entregadas al Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educativo (Demre) de la Universidad de Chile —que es la entidad encargada de desarrollar y aplicar la PSU— y regularizar cualquier situación anómala que pueda haber surgido en el proceso de inscripción.

## PENSAR EN LA POSTULACIÓN

Una actividad recomendable en este periodo previo a la PSU también es pensar en la etapa de postulaciones.

Una buena forma de practicar y de conocer mejor el sistema es utilizando el Simulador del Asistente de Postulación, que estará disponible en el sitio web del Demre ([www.demre.cl](http://www.demre.cl)) hasta el viernes 30 de diciembre.

Por medio de esta herramienta, los inscritos para participar en el Proceso de Admisión 2012 y quienes rindieron la PSU el año pasado pueden practicar con todas las carreras de las universidades del Consejo de Rectores y las privadas adscritas al sistema.

Para ingresar a este simulador, los interesados deben utilizar su número de su cédula de identidad (o pasaporte) y clave (número de folio del cupón de pago o constancia de beca). Y hacer las simulaciones es muy fácil. Solamente hay que ingresar puntajes PSU y un promedio de notas de enseñanza media (NEM) ficticios para luego seleccionar



## PARA EL PROCESO ANTERIOR

Quienes rindieron la PSU el pasado año y hayan obtenido puntajes promedio PSU superiores a 450 podrán postular con esos puntajes. Por lo tanto, también pueden utilizar el simulador. Eso sí, deben recuperar su clave a través de

una herramienta dispuesta en el sitio web del Demre. En el recuperador deberá responder una serie de preguntas y la clave junto a la Tarjeta de Identificación aparecerá en pantalla y será enviada al correo electrónico personal.

las carreras e instituciones de educación superior de interés.

El sistema permite hasta un máximo de diez opciones.

Las búsquedas se pueden hacer por

universidad, áreas temáticas, combinadas o por nombre. Y no hay que olvidar que, una vez seleccionadas las carreras, se debe confirmar la postulación utilizando la clave.

En el Demre explican que para tener más antecedentes del método para utilizar este simulador y asistente definitivo en el sitio web se puede encontrar un instructivo web y un demo.

# ANÁLISIS DE PREGUNTAS PRUEBA DE CIENCIAS PARTE IV

## PRESENTACIÓN

En esta publicación de Ciencias, se comentarán las preguntas que aparecen en el Modelo de Prueba Oficial publicado el 14 de julio del presente año, por este mismo diario. De forma adicional en las tres áreas, se incluyen anexos que profundizan o integran temas seleccionados, cuyas estadísticas han reflejado alta dificultad en pruebas experimentales y oficiales.

El objetivo de estas publicaciones es entregar información a profesores y alumnos acerca de los tópicos y habilidades cognitivas que se evalúan en cada uno de los ítems de la prueba de Ciencias.

Para lograr este objetivo, se entrega una ficha de referencia curricular de cada pregunta, explicitando el módulo (común o electivo), área / eje temático y nivel al cual pertenece, así como también el contenido y habilidad cognitiva medida, junto con la clave y dificultad del ítem. A su vez, y a partir del análisis de los estadísticos obtenidos en las preguntas del modelo de prueba oficial de Ciencias publicado, se lleva a cabo una interpretación de las razones que explican la obtención de dichos resultados.

Así, el porcentaje de respuestas correctas es un indicador de la dificultad de la pregunta en el grupo evaluado, y la omisión se considera como un índice de bajo dominio o desconocimiento de los contenidos involucrados en la pregunta.

Se espera que los análisis de las preguntas aquí presentados sirvan de retroalimentación al trabajo de profesores y alumnos.

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, y por destacados académicos universitarios miembros de las Comisiones Constructoras de Preguntas del DEMRE de cada área de las Ciencias.

## IMPORTANTE

Para el actual Proceso de Admisión, la prueba de Ciencias ordenará las preguntas según los contenidos de cada subsector.

Así, el postulante encontrará, en primer lugar, las 44 preguntas del área de las Ciencias cuya preferencia queda reflejada según el Módulo Electivo por el que opte al momento de su inscripción al proceso. Es decir, se le presentarán los 18 ítems del Módulo Común junto con las 26 preguntas del Módulo Electivo seleccionado.

Luego, se presentan 36 preguntas de las dos áreas de las Ciencias restantes (18 de cada una), para así totalizar las 80 preguntas que componen la prueba de Ciencias. El tiempo de aplicación de esta prueba es de **2 horas y 40 minutos**.

Para ejemplificar esta situación, el postulante que inscriba la prueba de Ciencias y elija el Módulo Electivo de Biología, encontrará en su folleto 44 preguntas de Biología (18 del Módulo Común y 26 del Módulo Electivo), y luego 18 ítems del Módulo Común de Química, para finalizar con 18 ítems del Módulo Común de Física.

## ESTRUCTURA PRUEBA DE CIENCIAS PROCESO DE ADMISIÓN 2012

<b>PRUEBA DE CIENCIAS, MÓDULO BIOLOGÍA</b>		<b>PRUEBA DE CIENCIAS, MÓDULO FÍSICA</b>		<b>PRUEBA DE CIENCIAS, MÓDULO QUÍMICA</b>	
Módulo Común y Electivo	Módulo Biología	Módulo Común y Electivo	Módulo Física	Módulo Común y Electivo	Módulo Química
Formación general, I a IV medio	Subtotal: 44 ítems	Formación general, I a IV medio	Subtotal: 44 ítems	Formación general, I a IV medio	Subtotal: 44 ítems
+		+		+	
Módulo Común	Química 18 ítems	Módulo Común	Química 18 ítems	Módulo Común	Física 18 ítems
Formación general, I y II medio	Física 18 ítems	Formación general, I y II medio	Biología 18 ítems	Formación general, I y II medio	Biología 18 ítems
	Subtotal: 36 ítems		Subtotal: 36 ítems		Subtotal: 36 ítems
=		=		=	
<b>PRUEBA DE CIENCIAS, MÓDULO BIOLOGÍA</b>		<b>PRUEBA DE CIENCIAS, MÓDULO FÍSICA</b>		<b>PRUEBA DE CIENCIAS, MÓDULO QUÍMICA</b>	
<b>Total: 80 ítems</b>		<b>Total: 80 ítems</b>		<b>Total: 80 ítems</b>	

Como puede observarse, se trata de una ordenación de la presentación de las preguntas de la prueba que proporciona a los postulantes la continuidad temática para abordar el test, según su preferencia al momento de la inscripción. Por ello, y al ser la prueba de Ciencias un folleto o cuadernillo previamente asignado por sistema, **NO SE PODRÁ CAMBIAR DE MÓDULO ELECTIVO** en el momento de presentarse a rendir la prueba.

De acuerdo a lo anterior, esta publicación y las próximas referidas al análisis de las preguntas del Facsímil de Ciencias seguirán el esquema mencionado.

En este sentido, esta publicación se abocará al análisis de las últimas 11 preguntas de cada área de las Ciencias (Biología, Física y Química), según la estructura de prueba mencionada anteriormente. Cabe recordar que tanto las preguntas del módulo común, como las del electivo, saldrán publicadas en el subsector (Biología, Física y Química) al cual corresponde el ítem.



## ANÁLISIS DE PREGUNTAS DE CIENCIAS

### SUBSECTOR BIOLOGÍA – PREGUNTAS 34 a 44

#### PREGUNTA 34 (Módulo Común)

Un hombre normal y una mujer albina tienen un hijo albino. Los genotipos del padre, la madre y el hijo son, respectivamente,

- A) AA – aa – aa
- B) Aa – aa – Aa
- C) AA – Aa – aa
- D) Aa – aa – aa
- E) aa – Aa – aa

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área / Eje Temático: Variabilidad, herencia y evolución

Nivel: II Medio

Contenido: Aplicación de los conceptos de alelos recesivos y dominantes en la selección de un carácter por cruzamiento dirigido

Habilidad: Aplicación

Clave: D

Dificultad: Alta

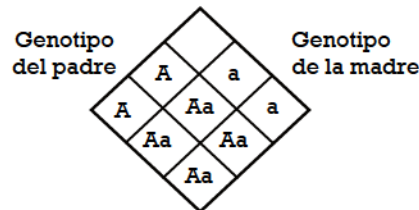
#### COMENTARIO

Para contestar esta pregunta los postulantes deben aplicar sus conocimientos de alelos recesivos y dominantes a un cruzamiento determinado, contenidos que son abordados en el segundo año de Enseñanza Media.

El albinismo corresponde a una condición que tiene un tipo de herencia autosómica recesiva, por lo tanto, el alelo recesivo determina la presencia del carácter en su condición homocigota, mientras que el carácter normal es determinado por la presencia de al menos un alelo dominante. Para el caso de la situación planteada, el genotipo "aa" u homocigoto recesivo expresa un fenotipo albino, mientras que los genotipos "AA" o "Aa" expresan un fenotipo normal.

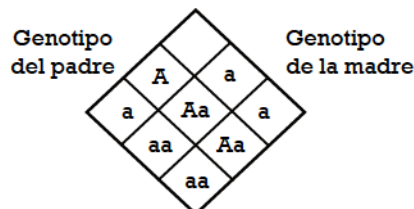
El enunciado plantea determinar los genotipos de un padre normal, presumiblemente "AA" o "Aa", de una madre albina y de un hijo albino. Como la única forma de expresar el fenotipo albino es poseer ambos alelos recesivos, los genotipos de la madre y del hijo necesariamente son de la forma "aa". Por esta razón las opciones B), C) y E) son incorrectas.

Para determinar cuál es el genotipo del padre, se puede hacer uso del tablero de Punnett que se muestra a continuación:



Dado los resultados del cruce anterior, no es posible que el genotipo del padre sea homocigoto dominante, puesto que ningún descendiente presentaría albinismo, por lo cual la opción A) es incorrecta.

Por lo tanto, el cruce de ambos progenitores estaría determinado por:



Mediante este cruce se muestra que existe una probabilidad del 50% que los descendientes presenten albinismo. De acuerdo a esto, la clave de la pregunta es la opción D), que fue contestada por el 35% de los estudiantes, por lo que la pregunta resultó difícil.

El porcentaje de omisión que alcanzó la pregunta (27%) permite inferir que el contenido es conocido por los estudiantes.

#### PREGUNTA 35 (Módulo Electivo)

Muchas especies de himenópteros, al que pertenecen abejas y avispas, se caracterizan porque la reina, al ser fecundada, guarda los espermatozoides en una bolsa seminal. Ella determina el sexo de la progenie, ya que si el ovocito es fertilizado produce una hembra y, si no es fecundado, se origina un macho. Al respecto, se puede deducir correctamente que

- A) los espermatozoides del macho tienen la mitad del número de cromosomas que sus células somáticas.
- B) el número de cromosomas es igual en machos y hembras.
- C) los machos originan sus espermatozoides por meiosis.
- D) los machos son todos clones, idénticos entre sí.
- E) el macho recibe genes solo de la madre.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área / Eje Temático: Variabilidad, herencia y evolución

Nivel: II Medio

Contenido: Sexo como expresión de variabilidad genotípica

Habilidad: Aplicación

Clave: E

Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

Para contestar esta pregunta los postulantes deben conocer el concepto de carga cromosómica de las líneas celulares de un organismo, contenido abordado durante el segundo año de Enseñanza Media.

Normalmente los huevos de insectos y otros animales no se desarrollan sino hasta que haya tenido lugar la fertilización. Sin embargo, en casi todos los insectos del orden Himenóptera (incluidas las abejas y avispas) los óvulos no fecundados pueden dar origen a un adulto. Este tipo de reproducción, en la que no interviene el macho, se denomina partenogénesis.

En los himenópteros, a temprana edad, la reina de la colonia se cruza con varios machos y deposita los espermatozoides de estos en un órgano especializado llamado espermateca o bolsa seminal. Estas células constituyen un reservorio que es utilizado por la reina durante toda su vida para generar descendencia dependiendo de las condiciones ambientales.

Las descendientes hembras provienen de la fecundación de los huevos por los espermatozoides, restableciendo la diploidía de la especie, mientras que los machos se desarrollan a partir de óvulos no fecundados, y poseen un número haploide de cromosomas. Por este motivo, la opción B) es incorrecta. Sin embargo, estos descendientes machos presentan variabilidad genética entre sí, debido a que provienen de células germinales de la reina que durante el proceso meiótico experimentaron permutación cromosómica y entrecruzamiento. Por ello, la opción D) es incorrecta.

Los machos son organismos haploides y sus gametos tienen la misma dotación cromosómica que sus células somáticas, puesto que se multiplican por mitosis y no experimentan meiosis. Por esto, las opciones A) y C) son incorrectas.

La clave corresponde a la opción E) que fue seleccionada por el 23% de los postulantes, lo que clasifica a la pregunta como de alta dificultad.

El porcentaje de omisión (49%) indica que el contenido es conocido por los postulantes, pero debe ser reforzado con ejemplos concretos.



# DIVERSAS VOCACIONES, DISTINTOS CAMINOS TÚ PUEDES.

En Santo Tomás encontrarás las bases, el conocimiento y la diversidad de áreas que necesitas para dar vida a tu vocación, con ofertas educativas de gran prestigio junto a carreras profesionales y técnicas que te integrarán en poco tiempo al mundo laboral. **TÚ PUEDES.**

**PROFESIONAL, TÉCNICO**

**UNIVERSITARIO**



## SANTO TOMÁS



[www.yepuato.cl](http://www.yepuato.cl)



800 444 444 (8L2) • [WWW.SANTOTOMAS.CL](http://WWW.SANTOTOMAS.CL)



**PREGUNTA 36 (Módulo Electivo)**

¿Cuál de los siguientes enfoques metodológicos **NO** es adecuado para investigar las relaciones filogenéticas entre los camélidos sudamericanos?

- A) Estudio de fósiles
- B) Estudio de cariotipos
- C) Estudio de grupos sanguíneos
- D) Comparación de secuencias de ADN
- E) Comparación de secuencias de proteínas

**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

Área / Eje Temático: Variabilidad, herencia y evolución

Nivel: III Medio

Contenido: Variabilidad como materia prima de los cambios evolutivos y su importancia en la sobrevivencia de la especie.

Habilidad: Aplicación

Clave: C

Dificultad: Alta

**COMENTARIO**

Para contestar esta pregunta los postulantes deben aplicar sus conocimientos sobre reconstrucción de árboles filogenéticos, contenidos que son abordados en el tercer año de Enseñanza Media.

La historia evolutiva de un grupo se denomina filogenia. Un árbol filogenético es una representación gráfica de esta historia. El árbol describe el patrón y en algunos casos el momento de los sucesos de ramificación. Recoge con diferentes metodologías la secuencia de la especiación y documenta qué taxones están más íntimamente relacionados.

La primera tarea de cualquier análisis filogenético es elegir qué caracteres usar como datos. Los caracteres morfológicos (esqueletos y el registro fósil, entre otros) son esenciales en el caso de las especies extintas que únicamente se pueden encontrar en colecciones de museos o como fósiles. Por otra parte, las similitudes morfológicas pueden comprobarse estudiando el origen embriológico de estructuras similares presentes en distintas especies. Por lo anterior, la opción A), no es clave de la pregunta.

Para efectuar reconstrucciones filogenéticas también se pueden utilizar análisis moleculares, como el de las secuencias de ciertas proteínas y, especialmente, del ADN (secuencias parciales o completas de uno o más genes).

El análisis de las secuencias de proteínas y del ADN, así como de los caracteres fenotípicos, entrega información que permitirá inferir el grado de relación filogenética entre las especies, en cuanto a la similitud o diferencia de sus caracteres fenotípicos o de su ADN. Por lo tanto, las opciones D) y E) son incorrectas.

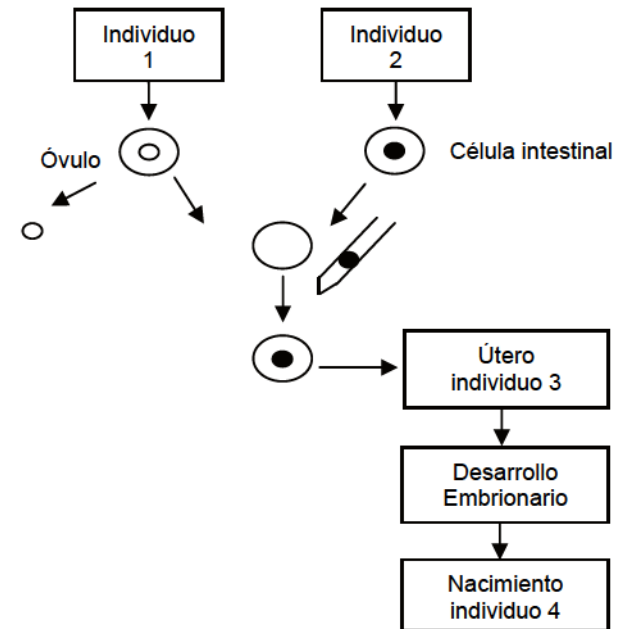
La citogenética (estudio del cariotipo) brinda valiosos aportes para la resolución de problemas taxonómicos, contribuyendo al conocimiento del origen y evolución de distintos grupos. Dado que los cromosomas son guías de afinidades filogenéticas e indicadores de clasificaciones sistemáticas, es importante analizar mediante técnicas adecuadas las características del cariotipo y el comportamiento meiótico lo que permite establecer de esta manera relaciones de filogenia en el grupo de estudio. Por lo tanto, la opción B) tampoco es clave de la pregunta.

En relación a los grupos sanguíneos, no es posible realizar un análisis filogenético que dé cuenta de la relación de parentesco entre las distintas especies de camélidos, dada la poca variabilidad genética de los grupos sanguíneos en ellos. Por lo tanto, la opción C) es la clave de la pregunta. Fue seleccionada por el 30% de la población, por lo que resultó ser una pregunta difícil.

El porcentaje de omisión (49%) indica que el contenido es conocido por los postulantes, pero debe ser reforzado con ejemplos concretos.

**PREGUNTA 37 (Módulo Electivo)**

El siguiente esquema corresponde a un experimento de transferencia de núcleo:



De acuerdo al esquema, el fenotipo externo del individuo 4

- A) es igual al del individuo 1.
- B) es igual al del individuo 2.
- C) es igual al del individuo 3.
- D) tiene características del 1 y del 2.
- E) tiene características de los individuos 1, 2 y 3.

**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

Área / Eje Temático: Variabilidad, herencia y evolución

Nivel: II Medio

Contenido: Generación de clones por reproducción asexual.

Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: B

Dificultad: Alta

**COMENTARIO**

Para contestar esta pregunta, los postulantes deben ser capaces de analizar un esquema que representa un experimento clásico de transferencia nuclear, contenido que es abordado en cuarto año de Enseñanza Media.

En este experimento se aísla un óvulo (proveniente del individuo 1) al que se le extrae el núcleo. Además, se aísla una célula intestinal (proveniente del individuo 2) a la cual se le extrae el núcleo para inyectarlo en el citoplasma del óvulo enucleado. Posteriormente, esta célula se implanta en el útero de un individuo 3, produciéndose un desarrollo embrionario exitoso que da origen al nacimiento de un individuo 4.

Cada núcleo celular (de una célula diploide) contiene información necesaria para originar un nuevo organismo. Esta capacidad del núcleo está incluso presente en las células altamente diferenciadas, como es el caso de las células intestinales.

Cuando el núcleo de una célula diferenciada es introducido en el citoplasma de un óvulo, el núcleo dirige el desarrollo del organismo completo, recuperando la totipotencialidad, es decir, recupera la capacidad de dar origen a diversos tipos celulares. Esto demuestra que en el núcleo se conserva la información durante el desarrollo, y que los genes se expresan de manera diferencial en los distintos tipos celulares, debido esencialmente a señales citoplasmáticas. Por lo anterior, y dado que el núcleo celular fue extraído de una célula intestinal del individuo 2, el fenotipo externo del individuo 4 será igual al del individuo 2. Por lo tanto, la clave de la pregunta corresponde a la opción B), que fue seleccionada por el 30% de los postulantes, lo que clasifica a la pregunta como difícil.

El porcentaje de omisión, alcanzó el 26%, lo que indica que el contenido es conocido por los postulantes.

### PREGUNTA 38 (Módulo Electivo)

¿Cuál de los siguientes procesos **NO** es considerado un fenómeno de migración estacional?

- A) Vuelo de aves desde el Ártico al Antártico.
- B) Subida y bajada de aves desde la alta cordillera al Valle Central como efecto de las nevadas invernales.
- C) Movimiento de guanacos en Tierra del Fuego desde el interior hacia zonas costeras entre invierno y verano.
- D) Desplazamiento de los grandes herbívoros en África.
- E) Desplazamiento por presión de caza de guanacos en la Zona Central de Chile solo a la alta cordillera.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área / Eje Temático: Organismo y ambiente

Nivel: IV Medio

Contenido: Efectos de la actividad humana en los ecosistemas.

Habilidad: Reconocimiento

Clave: E

Dificultad: Media

#### COMENTARIO

Para contestar correctamente esta pregunta los postulantes deben conocer y comprender los conceptos de migración y los cambios que experimenta la biodiversidad en el ecosistema producto de los factores antrópicos, contenidos que son abordados en el cuarto año de Enseñanza Media.

La migración es el desplazamiento de los individuos desde un hábitat a otro y puede estar condicionada por la búsqueda de alimentos o refugios para nidificaciones, entre otros factores. Estas causas pueden ser de tipo estacional o permanente. Aquellos eventos de migración estacional están determinados por las variaciones en las condiciones climáticas (humedad, temperatura, precipitaciones, etc.) y que obligan a las poblaciones a desplazarse en búsqueda de las condiciones ambientales óptimas que propicien la reproducción y permanencia de las especies. Estos desplazamientos son estacionales si existe un retorno de las poblaciones al hábitat anterior. En caso contrario se constituyen como permanentes.

De acuerdo con lo anterior, las opciones A), B), C) y D) son ejemplos de migraciones naturales que ocurren de forma estacional en distintas épocas del año. Sin embargo, la opción E) es el único proceso que ha ocurrido por acción humana e independiente de la estacionalidad, por lo tanto, esta opción corresponde a la clave de la pregunta, que fue contestada por el 55% de los postulantes, lo que clasifica a la pregunta como de mediana dificultad.

El porcentaje de omisión (21%) indica que el contenido es conocido por los postulantes.

### PREGUNTA 39 (Módulo Común)

¿Cuál de las siguientes fuentes o formas de energía es considerada no renovable?

- A) Gas natural
- B) Energía eólica
- C) Energía hidráulica
- D) Energía solar
- E) Biocombustibles

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área / Eje Temático: Organismo y ambiente

Nivel: II Medio

Contenido: Principios básicos de la conservación y manejo sustentable de recursos renovables

Habilidad: Reconocimiento

Clave: A

Dificultad: Media

#### COMENTARIO

Para responder correctamente esta pregunta los postulantes deben ser capaces de diferenciar los recursos renovables de los no renovables, contenidos que son abordados en el primer año de Enseñanza Media.

La energía es un recurso que puede o no ser renovable, dependiendo de la fuente de su generación. Se entiende por energías renovables a aquellas obtenidas directamente de la naturaleza y que tienen una tasa de regeneración constante y continua (a veces se utiliza el concepto de energías "inagotables" dado que su tasa de generación es mayor que la tasa de consumo).

Desde este punto de vista, las energías provenientes del viento (eólica), el agua (mareomotriz o hidráulica) y del sol son de renovación constante y continua y, por lo tanto, renovables. Por ello, las opciones B), C) y D) son incorrectas.

Con respecto a los biocombustibles, estos provienen de la biomasa vegetal rica en carbohidratos (maíz, soja, girasol, y palmas, entre otros) o de excrementos animales. Cualquiera que sea la fuente de la que provienen, estos se obtienen por procesamiento mecánico, termoquímico y biotecnológico de la materia orgánica, y debido a la rápida y continua generación de los recursos de los que provienen, este tipo de energía es considerada también como renovable. Por lo tanto, la opción E) es incorrecta.

Con respecto al gas natural, este comenzó a formarse hace millones de años atrás a partir de una serie de organismos en descomposición que fueron sepultados en el fondo de lagos o mares, razón por la cual se encuentra en yacimientos de petróleo o de carbón. Estos yacimientos son explotados en la actualidad a gran escala, por lo que hoy su tasa de consumo supera su tasa de producción. Por ello, las reservas de gas corresponden a un recurso no renovable.

De acuerdo a esto, la clave de la pregunta corresponde a la opción A), seleccionada por el 52% de los postulantes, lo que clasifica a la pregunta como de mediana dificultad. El 15% de omisión permite inferir que el contenido es conocido por los postulantes.

### PREGUNTA 40 (Módulo Electivo)

¿Cuál de los siguientes problemas medio ambientales **NO** deriva de la sobreexplotación de recursos naturales?

- A) Desertificación
- B) Deterioro del suelo
- C) Extinción de especies autóctonas
- D) Reducción de hábitat naturales
- E) Adelgazamiento de la capa de ozono

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área / Eje Temático: Organismo y ambiente

Nivel: IV Medio

Contenido: El hombre como un organismo fuertemente interactuante en el mundo biológico: sobreexplotación y contaminación

Habilidad: Comprensión

Clave: E

Dificultad: Media

#### COMENTARIO

Para contestar esta pregunta el estudiante debe ser capaz de asociar los principales efectos que tiene la sobreexplotación de los recursos naturales en el medio ambiente.

Para ello debe saber que la sobreexplotación de los recursos ocurre cuando la tasa de regeneración del recurso extraído es menor que la tasa de extracción de dicho recurso.

La desertificación se refiere a la pérdida de suelo fértil y se considera uno de los principales efectos que la agricultura y la silvicultura, sin manejo del recurso suelo, provocan en el medio ambiente. Estas actividades llevan a la sobreexplotación de la capa superficial del suelo, y con ello, al deterioro de su composición física y química. Por lo tanto, las opciones A) y B) son incorrectas, ya que ambos efectos se consideran consecuencias directas de sobreexplotación del recurso suelo.



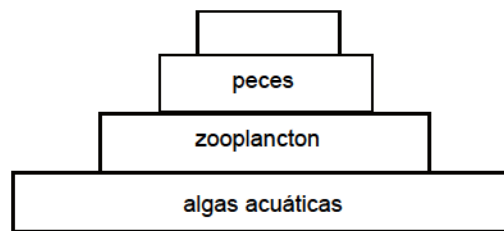
También existen consecuencias directas de la sobreexplotación de las especies, así, por ejemplo, hay actividades extractivas que incluso han provocado la extinción o drástica disminución de algunas especies autóctonas, como es el caso del toromiro (*Sophora toromiro*) extinto localmente por su extracción para leña.

Una de las principales consecuencias de la sobreexplotación de los recursos naturales es la reducción de hábitat naturales. Este es el caso de la extracción de leña de bosques nativos, que reduce notoriamente la disponibilidad de espacios de nidificación para ciertas especies de aves. De lo anterior se desprende que las opciones C) y D) también son incorrectas, puesto que, tanto la extinción de especies autóctonas como la reducción de hábitat naturales pueden ocurrir por sobreexplotación de recursos naturales.

Finalmente, la única opción que no representa a una consecuencia de la sobreexplotación de los recursos naturales es E), el adelgazamiento de la capa de ozono. Se debe recordar que este fenómeno está asociado a diversos factores, de los cuales el más directo es el uso de clorofluorocarbonos (CFC) que han sido liberados a la atmósfera desde hace más de 50 años, cuando comenzó la masificación del uso de productos aerosoles, sistemas de refrigeración e industria de los plásticos. Esta opción fue contestada por el 42% de la población, lo que permite clasificar la pregunta como de mediana dificultad. El bajo porcentaje de omisión (11%) indica que el tema es conocido por los estudiantes.

### PREGUNTA 41 (Módulo Común)

Las relaciones energéticas entre cada nivel trófico de un lago, se representan a través de la siguiente pirámide:



A partir de ella, se puede afirmar correctamente que

- I) en el nivel superior podría encontrarse el ser humano.
- II) el nivel de los productores es el que contiene más energía.
- III) a medida que se asciende en la pirámide, la energía que se transfiere aumenta.

- 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)

Área / Eje Temático: Organismo y ambiente

Nivel: I Medio

Contenido: Tramas alimentarias y principios básicos de los ciclos del carbono y del nitrógeno en los ecosistemas

Habilidad: Aplicación

Clave: C

Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

Para contestar esta pregunta, los postulantes deben ser capaces de aplicar sus conocimientos sobre relaciones tróficas a un ejemplo particular ejemplificado en una pirámide, contenidos tratados durante el primer año de Enseñanza Media.

En una pirámide trófica se agrupan las especies de una comunidad en niveles. La representación gráfica de cada uno de los niveles obedece a la biomasa presente. Así, por ejemplo, la base de una pirámide como la mostrada en la figura es más ancha que los niveles siguientes, debido, principalmente, a la mayor biomasa vegetal existente. Se debe recordar que el nivel basal corresponde a organismos

capaces de generar su propio alimento en base a materia no orgánica, situación que es diferente a la de los organismos de los niveles siguientes de la pirámide, los cuales obtienen su alimento o energía del nivel anterior. Así, debido a que existe mayor cantidad de biomasa en el nivel basal, también existe mayor energía en él. Por lo tanto, la afirmación II) es verdadera.

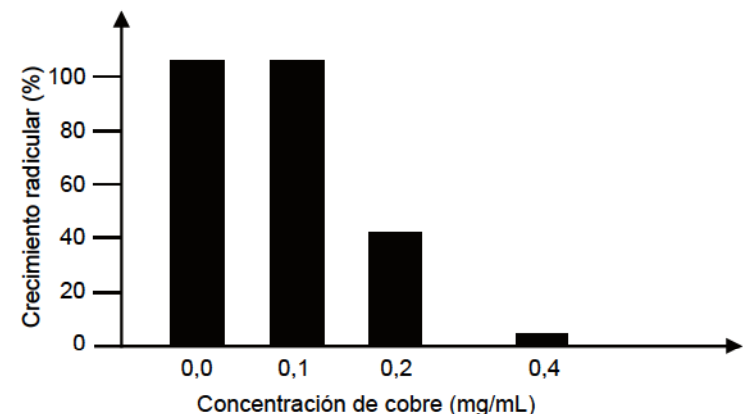
La energía fluye o se transfiere entre los seres vivos de un ecosistema: en términos generales va pasando desde los vegetales a los animales y después a los organismos descomponedores. Parte de esta energía es aprovechada por los organismos de cada eslabón para realizar sus funciones vitales, y ser transformada en calor. Así, solo una pequeña fracción de la energía que recibe un ser vivo se transfiere al siguiente eslabón, en forma decreciente. Luego, la transferencia de energía disminuye desde la base de la pirámide a la cúspide y, por lo tanto, la aseveración III) es falsa.

En último nivel de la pirámide o cúspide se pueden encontrar especies consideradas depredadores tope, que se caracterizan por obtener su alimento o energía de uno o más niveles anteriores, pero que no son fuente de obtención de energía de otros niveles.

En este contexto, el ser humano es un ejemplo de depredador tope, el cual consume algas acuáticas y peces, pero no es fuente de obtención de energía del resto de los niveles. Debido a lo anterior, la clave de la pregunta es la opción C), que fue contestada correctamente por el 31% de la población. Este porcentaje permite clasificar la pregunta como difícil. El porcentaje de omisión (32%) sugiere que los contenidos son conocidos por los postulantes, pero no es dominado a cabalidad.

### PREGUNTA 42 (Módulo Electivo)

El gráfico muestra el efecto de cuatro concentraciones de cobre sobre el crecimiento en raíces adventicias de bulbos de *Allium cepa*, obtenido mediante un cultivo hidropónico de los bulbos, durante 5 días, a 15 °C y en total oscuridad.



De esta información, es posible inferir correctamente que

- A) el cobre disuelto en el agua de riego tiene un efecto inhibitor de algún parámetro del crecimiento radicular.
- B) bajas concentraciones de cobre en el agua de riego estimulan el crecimiento de las raíces.
- C) la oscuridad aumenta el efecto del cobre sobre el crecimiento de las raíces.
- D) concentraciones de cobre de 0,2 mg/mL en el agua de riego son letales para la supervivencia de las plantas.
- E) el cobre disuelto en el agua de riego afectará por igual al crecimiento de las raíces de cualquier especie de planta.



**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Área / Eje Temático:** Organismo y ambiente

**Nivel:** IV Medio

**Contenido:** El hombre como un organismo fuertemente interactuante en el mundo biológico: sobreexplotación y contaminación

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** A

**Dificultad:** Alta

**COMENTARIO**

Para contestar esta pregunta los estudiantes deben ser capaces de aplicar sus conocimientos sobre el efecto que los minerales pueden tener en los organismos. Estos contenidos son abordados en el cuarto año de Enseñanza Media.

En este caso, se requiere de un análisis causa-efecto de una situación experimental que considera el aumento de concentración de cobre sobre un parámetro biológico, como el crecimiento de raíces adventicias en una determinada especie.

Existen minerales que constituyen elementos fundamentales para el crecimiento y mantención de los procesos metabólicos de los organismos. Sin embargo, el aumento de la concentración de otros elementos puede alterar los procesos normales en algunas especies e incluso puede resultar letal.

En el modelo presentado en la pregunta se establece el efecto que tiene el aumento de la concentración de cobre en el crecimiento de raíces adventicias de *Allium cepa*.

Del análisis del gráfico resulta notorio que un aumento en la concentración de cobre disminuye el crecimiento de raíces adventicias, desde un 100% con una concentración de 0,1 mg/mL, hasta alrededor del 5% con la mayor concentración de 0,4 mg/mL. Debido a esto, la opción B) es incorrecta, ya que existe el mismo efecto en el crecimiento de raicillas con una concentración de 0,1 mg/mL que en ausencia de cobre disuelto.

En lo que respecta a la letalidad del cobre en las plantas, a partir del gráfico presentado no es posible establecer dicha relación, ya que en él no se muestra la concentración de cobre a la cual se produce la muerte de las plantas, parámetro toxicológico conocido como dosis letal, por ello, la opción D) es incorrecta.

Tampoco es posible determinar a partir de la información que se entrega si los efectos del cobre serán los mismos para otras especies de plantas, como plantea la opción E), que por lo tanto, es incorrecta. Con relación a esto, se debe recordar que existen especies vegetales altamente resistentes a metales pesados y que han sido la base para el desarrollo de tecnologías y avances que permiten la biorremediación de terrenos contaminados por actividades mineras.

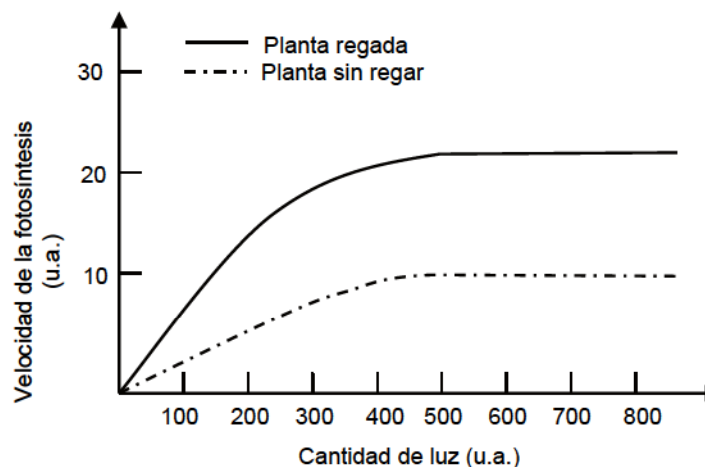
Para poder estimar el efecto que la oscuridad tiene sobre el crecimiento de las raíces, se debiera diseñar y realizar un experimento que permitiera analizar esta variable, manteniendo constante la concentración de cobre disuelto en los cultivos. Por lo tanto, la opción C) es incorrecta.

Finalmente, la única información inferible de los resultados mostrados en el gráfico es la opción A), que propone que el aumento de concentración de cobre tiene un efecto inhibitorio del crecimiento de raíces adventicias de *Allium cepa*. Esta opción fue contestada por el 21% de la población, lo que clasifica a la pregunta como de alta dificultad.

El porcentaje de omisión del 49% indica que los estudiantes no han logrado desarrollar las habilidades para entender y analizar un gráfico, dentro del contexto de la aplicación del método científico en problemas vinculados con un contenido específico.

**PREGUNTA 43 (Módulo Común)**

En el siguiente gráfico se muestra la velocidad de la fotosíntesis de dos plantas de la misma especie: una regada y la otra con falta de agua.



De este gráfico, es correcto deducir que

- I) la velocidad de la fotosíntesis aumenta con la cantidad de luz hasta los 500 u.a.
- II) la velocidad máxima de la fotosíntesis ocurre para ambas plantas alrededor de los 500 u.a.
- III) la velocidad máxima de la fotosíntesis está reducida a la mitad en las plantas con falta de agua.

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

**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

**Área / Eje Temático:** Organismo y ambiente

**Nivel:** I medio

**Contenido:** Incorporación de materia y energía al mundo orgánico. Formulación de hipótesis, obtención e interpretación de datos cuantitativos sobre factores que pueden afectar la velocidad de fotosíntesis: reactantes y productos.

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** E

**Dificultad:** Media

**COMENTARIO**

Para responder esta pregunta los postulantes deben ser capaces de analizar e interpretar correctamente un gráfico, que relaciona la velocidad de fotosíntesis de dos plantas de una misma especie en dos condiciones distintas, contenidos que son abordados en primer año de enseñanza media.

Las variables ambientales más importantes que inciden sobre la fotosíntesis son la cantidad de luz y la temperatura. En términos generales, la velocidad de fotosíntesis aumenta a medida que se incrementa la cantidad de luz. Sin embargo esto ocurre hasta cierto grado, valor sobre el cual la velocidad de fotosíntesis no sigue aumentando aunque se incremente la cantidad de luz.

Al analizar el gráfico, se aprecia claramente que para las dos plantas la velocidad de fotosíntesis aumenta con la cantidad de luz hasta los 500 u.a. (unidades arbitrarias), y que a valores sobre 500 u.a. la velocidad de fotosíntesis se mantiene constante. Según el argumento anterior, las afirmaciones I) y II) son correctas.

Para la planta regada la velocidad máxima de fotosíntesis es aproximadamente de 20 u.a. y para la planta sin regar es de 10 u.a., por lo tanto la afirmación III) es correcta.

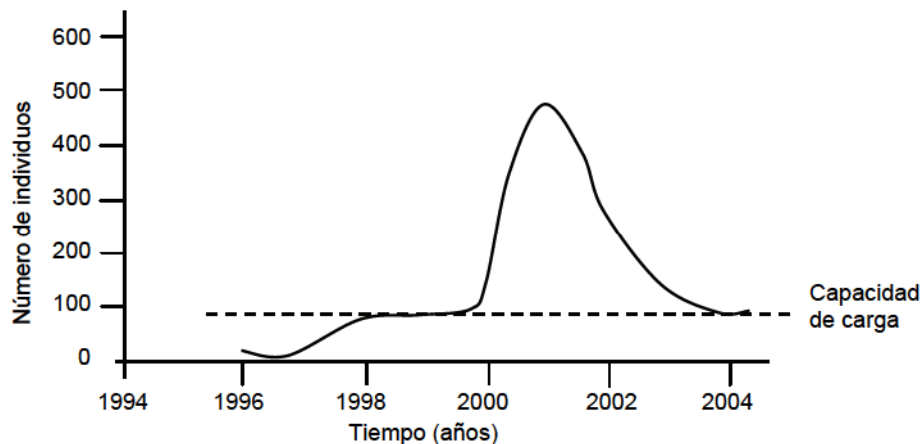
De acuerdo a esto, la clave de la pregunta corresponde a la opción E), I, II y III, que fue seleccionada por el 52% de los postulantes, lo que clasifica a la pregunta como de mediana dificultad.

En cuanto al porcentaje de omisión, este alcanzó el 16%, lo que indica que los postulantes conocen los contenidos referentes a esta temática.



### PREGUNTA 44 (Módulo Electivo)

En un experimento se introdujeron 20 roedores herbívoros (10 machos y 10 hembras) en una isla que no tenía vertebrados, pero sí abundante vegetación. Los resultados asociados a los cambios en el número de individuos de la especie del roedor se observan en el siguiente gráfico:



En relación con el gráfico, ¿cuál de las siguientes aseveraciones es **INCORRECTA**?

- A) La regulación poblacional está dada por factores densodependientes.
- B) La causa más probable de mecanismo de control debió ser la competencia intraespecífica.
- C) Hasta el año 2000 se registró un tipo de crecimiento logístico.
- D) La población finalmente se extinguirá.
- E) No es posible predecir cuál será la nueva capacidad de carga.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área / Eje Temático: Organismo y ambiente

Nivel: IV Medio

Contenido: Depredación y competencia como determinantes de la distribución y abundancia relativa de organismos en un hábitat

Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: D

Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

Para contestar esta pregunta, el estudiante debe ser capaz de aplicar sus conocimientos sobre crecimiento poblacional al análisis de un ejemplo gráfico.

Para ello, en primer lugar se debe considerar las condiciones iniciales en las que ocurre el experimento, es decir, una isla en la que no existen competidores para la especie introducida, y además, donde la disponibilidad de recursos en un comienzo es ilimitada. Desde el momento en que la especie es introducida a este nuevo ecosistema, esta se reproduce sin restricción hasta alcanzar un número de individuos cercano a 100, en dos años. Luego, el número de nacimientos iguala el número de muertes, manteniendo un número poblacional constante por un período de 2 años.

En ambientes que son típicamente favorables para la especie, la abundancia está regulada preferentemente por factores densodependientes. Esto ocurrirá en un ambiente estable y predecible. En contraposición, cuando el ambiente sea relativamente inestable o impredecible, es decir, que fluctúe entre estados favorables y desfavorables, el tamaño poblacional cambiará debido, principalmente, a procesos densoindependientes o exógenos a la abundancia poblacional.

En el caso de la pregunta, el principal factor densodependiente es la competencia intraespecífica debido al aumento de la densidad poblacional. Por ello, las opciones A) y B) son incorrectas.

Considerando los dos tipos de crecimiento que pueden experimentar las poblaciones, la curva muestra que hasta el año 2000 la población crece según un modelo logístico. Este tipo de crecimiento se caracteriza por una fase de aceleración, similar a un crecimiento sin límites (exponencial), en la que hay un aumento de la tasa de crecimiento, seguido de una etapa de desaceleración que se caracteriza por una

paulatina y constante disminución de la tasa de crecimiento. Esta disminución gradual se debe al efecto cada vez mayor de la resistencia ambiental que representa la fracción aún no utilizada del ambiente que puede ser llenada por el futuro crecimiento poblacional. Operacionalmente, este factor impide la manifestación plena de la capacidad intrínseca de crecimiento y, en consecuencia, impide que se manifieste el crecimiento exponencial. La última fase de este modelo es la de equilibrio dinámico, en que el tamaño poblacional fluctúa moderadamente por sobre y debajo (o se mantiene en) la capacidad de carga del ambiente. En otras palabras, en esta última fase el número de individuos fluctúa alrededor del número de organismos que el ambiente es capaz de mantener indefinidamente sin sufrir grandes alteraciones. Por lo tanto, las opciones C) y D) son ciertas, y no constituyen la respuesta a la pregunta.

Finalmente, debido a que a partir del año 2004 el número poblacional fluctúa en torno a la capacidad de carga, no es posible estimar que la población se extinguirá, es más, si las condiciones se mantienen estables el número poblacional promedio bordeará los 100 individuos. Debido a esto, la clave de la pregunta es la opción E), que fue elegida por el 37% de la población.

El 26% de quienes rindieron la prueba omitió la pregunta.

Estos porcentajes de respuestas correctas y omisión permiten inferir que los contenidos son familiares para los postulantes, pero tienen dificultad para usarlos en el análisis de ejemplos concretos.

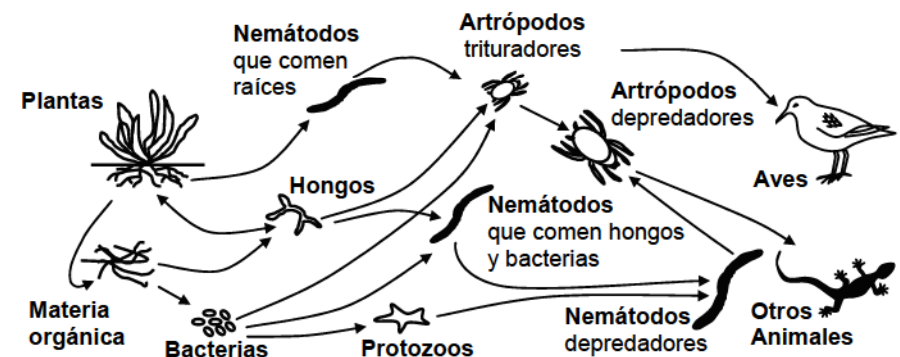
#### COMENTARIO

##### El suelo como sustento de los ecosistemas terrestres

El suelo corresponde a la capa más superficial de la tierra, y se encuentra formado por aire, agua y una mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos, cada uno de estos elementos en proporción variable. Junto con el aire, la luz y el agua, permiten el crecimiento y desarrollo de las plantas con raíces.

El suelo puede presentar una gran biodiversidad, comparable incluso con un bosque tropical o con un arrecife de coral en cuanto a la riqueza de especies (número de especies). En un suelo rico en materia orgánica es posible encontrar bacterias, hongos, protozoos, algas, artrópodos, nemátodos, anélidos, entre otros. Cada uno de estos organismos cumple un rol importante dentro de la dinámica del suelo. Algunos de ellos participan directamente en los ciclos biogeoquímicos, como por ejemplo las bacterias del género *Rhizobium*, que participan en ciclo del nitrógeno, o los organismos que descomponen materia orgánica como la lombriz de tierra. Otros, como las hormigas y escarabajos, influyen en la estructura del suelo, facilitando su aireación y disminuyendo su compactación.

En términos de transferencia de materia y energía, todos estos organismos constituyen una red compleja conocida como red alimentaria del suelo, representada en forma simplificada en la siguiente figura:



El suelo constituye un ecosistema en sí mismo, debido a que en él se producen complejas interacciones entre los elementos abióticos y bióticos que lo componen, por lo que cualquier alteración que se produzca, ya sea en su estructura fisicoquímica o en su biodiversidad, puede traer graves consecuencias para su equilibrio.

La alteración o pérdida de suelo constituye un problema creciente a nivel global, muchas veces ocasionada como consecuencia de actividades antrópicas, como por ejemplo: la pérdida de cobertura vegetal que acentúa los procesos erosivos por el viento o la lluvia; el uso intensivo de fertilizantes sintéticos en la agricultura que pueden variar el pH, generando alteraciones en los componentes de la red; la extracción de tierra de hoja que altera la formación de suelo, entre muchas otras.

La importancia de proteger este recurso cada vez más escaso radica en que el suelo fértil sustenta la vida de casi todas las especies vegetales, y como consecuencia, de la inmensa mayoría de los organismos que habitan el planeta.

## ANÁLISIS DE PREGUNTAS DE CIENCIAS

### SUBSECTOR FÍSICA – PREGUNTAS 34 a 44

#### PREGUNTA 34 (Módulo Electivo)

Sobre una caja de peso  $P$ , que se mueve en línea recta, un niño aplica una fuerza constante de magnitud  $F$ , en la dirección y sentido del movimiento. La caja se demora un tiempo  $T$  en recorrer una longitud  $L$ . La potencia media desarrollada por el niño en este tiempo  $T$  es

- A)  $F \cdot T$
- B)  $P \cdot T$
- C)  $F \cdot L \cdot T$
- D)  $\frac{F \cdot L}{T}$
- E)  $\frac{P \cdot L}{T}$

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Energía/El movimiento

Nivel: II Medio

Contenido: Potencia mecánica

Habilidad: Aplicación

Clave: D

Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

Este ítem mide la capacidad de los postulantes para calcular la potencia mecánica a partir de la determinación del trabajo efectuado por una fuerza.

Se debe recordar que la potencia mecánica  $P_m$  desarrollada por una fuerza corresponde al trabajo realizado por dicha fuerza en una unidad de tiempo, es decir,

$$P_m = \frac{W}{t} \quad (1)$$

donde  $W$  es el trabajo realizado por la fuerza y  $t$  el tiempo empleado por la fuerza en realizar dicho trabajo.

Por otro lado, el trabajo que realiza el niño en el tiempo  $T$  sobre la caja se calcula como el producto entre la fuerza aplicada en la dirección del desplazamiento y el desplazamiento de la caja, es decir,  $W = F \cdot \Delta X$ .

Reemplazando en (1) los datos que entrega el enunciado resulta:

$$P_m = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot \Delta X}{t} = \frac{F \cdot L}{T}$$

Por consiguiente, la opción correcta es D).

Este ítem resultó difícil, ya que lo respondió correctamente el 38% de los postulantes; a su vez, el ítem fue omitido por el 47% de ellos, lo cual revela que este contenido es poco asimilado por los postulantes.

#### PREGUNTA 35 (Módulo Común)

Desde el extremo superior de un plano inclinado sin roce, de 15 m de largo y 4 m de alto, se suelta un cuerpo de 200 N de peso. ¿Cuál será su energía cinética cuando llegue al suelo?

- A) 0 J
- B) 800 J
- C) 3000 J
- D) 8000 J
- E) 12000 J

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Energía/El movimiento

Nivel: II Medio

Contenido: Conservación de energía mecánica en ausencia de roce

Habilidad: Aplicación

Clave: B

Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

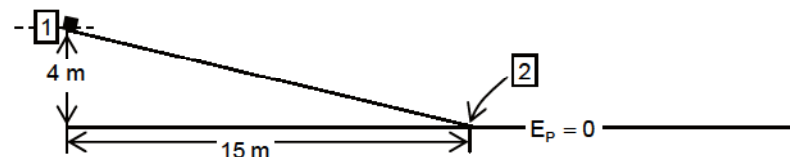
Esta pregunta mide la capacidad que tienen los postulantes para aplicar el teorema de conservación de la energía mecánica.

Primero, se debe recordar que la energía mecánica  $E_M$  de un cuerpo se define como la suma de su energía cinética  $E_C$  y su energía potencial  $E_P$ . Es decir,  $E_M = E_C + E_P$ .

Además, el teorema de conservación de la energía mecánica dice que, cuando sobre un cuerpo solo actúan fuerzas conservativas, la energía mecánica se conserva. Esto quiere decir, que la suma entre las energías cinética y potencial se mantiene constante en todo momento.

Así, en la situación que se describe en el enunciado, se conserva la energía mecánica.

Para la explicación de la resolución del problema se fijará el nivel de energía potencial cero en la base del plano inclinado. El punto 1 es el punto donde se inicia el movimiento y el punto 2 donde el objeto toca el suelo, como se muestra en la figura.



Recordando que el peso de un cuerpo es el producto entre su masa ( $m$ ) y la aceleración de gravedad ( $g$ ), e identificando los datos que entrega el enunciado, se tiene que la altura en el punto 1 ( $h_1$ ) es 4 m, que la velocidad en el punto 1 ( $v_1$ ) es cero, pues el objeto "se suelta", y que la altura en el punto 2 ( $h_2$ ) es cero. Luego, se puede calcular la energía mecánica en los puntos 1 ( $E_{M1}$ ) y 2 ( $E_{M2}$ ) de la siguiente forma:

Energía mecánica en el punto 1	Energía mecánica en el punto 2
$E_{M1} = E_{C1} + E_{P1}$	$E_{M2} = E_{C2} + E_{P2}$
$E_{M1} = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1$	$E_{M2} = E_{C2} + mgh_2$
$E_{M1} = \frac{1}{2}m \cdot 0 + 200 \cdot 4$	$E_{M2} = E_{C2} + 200 \cdot 0$
$E_{M1} = 800 \text{ J}$	$E_{M2} = E_{C2}$

Entonces, como la energía mecánica se conserva, se tiene que la energía mecánica en el punto 1 es igual a la del punto 2, es decir:  $E_{M1} = E_{M2}$  y despejando la energía cinética en el punto 2, se tiene que

$$E_{M1} = E_{M2}$$

$$800 \text{ J} = E_{C2}$$

Por consiguiente, la opción correcta es B).

Esta pregunta resultó extremadamente difícil para los postulantes, pues solo un 13% de ellos respondió correctamente. La omisión alcanzó un 67%, lo que sugiere que el tema no fue incorporado adecuadamente por los postulantes.

**PREGUNTA 36 (Módulo Común)**

Con los siguientes datos:

El agua (a 1 atm)	
Temperatura de fusión:	0 °C
Temperatura de vaporización:	100 °C
Calor latente de fusión:	80 $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$
Calor latente de vaporización:	540 $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$

¿Cuál es el mínimo calor que necesita absorber un cubo de hielo de 30 g a 0 °C para fundirse completamente?

- A) 80 cal  
 B) 540 cal  
 C) 2400 cal  
 D) 9300 cal  
 E) 16200 cal

**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

Área/Eje Temático: Energía/El calor

Nivel: II Medio

Contenido: Influencia del calor en los cambios de fase

Habilidad: Aplicación

Clave: C

Dificultad: Alta

**COMENTARIO**

Este ítem mide la habilidad que tienen los postulantes para extraer información simple de una tabla y de aplicar los conocimientos sobre energía y calor para el cálculo del calor necesario para realizar un cambio de fase.

El calor necesario ( $Q_f$ ) para fundir una sustancia de masa  $m$  sin cambiar su temperatura es proporcional a la masa de la sustancia:  $Q_f = mL_f$ , donde  $L_f$  es el calor latente de fusión.

Entonces, reemplazando los datos que entrega el enunciado, se tiene:

$$Q_f = mL_f$$

$$Q_f = 30 \text{ g} \cdot 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} = 2400 \text{ cal}$$

Por lo tanto, la opción correcta es C).

Este ítem resultó de alta dificultad, pues un 23% de los postulantes contestó correctamente. La omisión alcanzó un 59%, revelando que este contenido, al parecer, no es trabajado adecuadamente en el aula.

**PREGUNTA 37 (Módulo Electivo)**

Una barra de plata se encuentra a una temperatura de 30 °C. Al calentarse hasta 40 °C, su longitud aumenta en  $10^{-2}$  cm. ¿Cuál era su longitud antes de calentarse? (Considere el coeficiente de dilatación lineal de la plata igual a  $2 \times 10^{-5}$ ).

- A)  $5 \times 10^1$  cm  
 B)  $5 \times 10^3$  cm  
 C)  $5 \times 10^{-3}$  cm  
 D)  $2 \times 10^{-2}$  cm  
 E)  $2 \times 10^2$  cm

**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

Área/Eje Temático: Energía/El calor

Nivel: II Medio

Contenido: Dilatación de la materia con el aumento de temperatura

Habilidad: Aplicación

Clave: A

Dificultad: Alta

**COMENTARIO**

Este ítem mide la capacidad que tienen los postulantes de aplicar su conocimiento sobre expansión térmica.

Cuando aumenta la temperatura de un cuerpo, normalmente se expande. En el caso que presenta el enunciado se trata de una dilatación lineal. Se analizará este caso particular.

Considerando una varilla larga de longitud  $L$  a una temperatura  $T$ , cuando la temperatura varía en  $\Delta T$ , el cambio de longitud  $\Delta L$  es proporcional a  $\Delta T$  y a la longitud inicial:  $\frac{\Delta L}{L} = \alpha \Delta T$ , donde  $\alpha$  se denomina coeficiente de dilatación lineal.

Este coeficiente depende del material de la varilla y tiene unidades recíprocas a la de temperatura, por ejemplo,  $\frac{1}{^\circ\text{C}}$ .

De la relación anterior es posible determinar  $L$ :

$$L = \frac{\Delta L}{\alpha \Delta T}$$

y, reemplazando los datos que entrega el enunciado, se tiene:

$$L = \frac{10^{-2} \text{ cm}}{2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot (40^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})} = \frac{10^{-2} \text{ cm}}{2 \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C}} = \frac{10^{-2} \text{ cm}}{2 \times 10^{-4}}$$

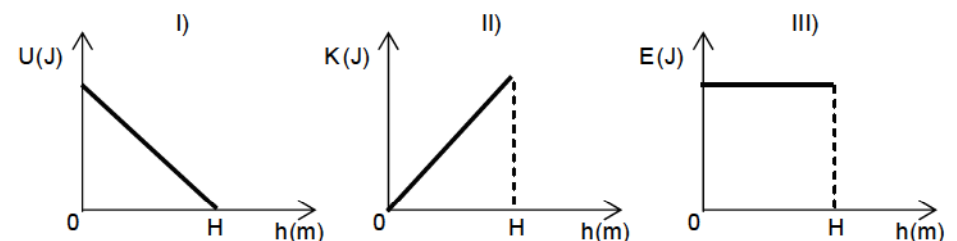
$$L = \frac{1}{2} \times 10^{-2-(-4)} \text{ cm} = \frac{1}{2} \times 10^2 \text{ cm} = 0,5 \times 10^2 \text{ cm} \\ \Rightarrow L = 5 \times 10^1 \text{ cm}$$

Por lo tanto, la opción correcta es A).

Este ítem resultó extremadamente difícil para los postulantes pues solo el 12% respondió correctamente. La omisión alcanzó el 70%, lo que sugiere que es un tema no conocido por los postulantes o que no están acostumbrados a trabajar con notación científica.

**PREGUNTA 38 (Módulo Común)**

Un cuerpo se suelta desde una altura  $H$ , cayendo libremente hasta llegar al suelo. Acerca del movimiento del cuerpo, se proponen los siguientes gráficos, donde  $U$  es la energía potencial;  $K$  es la energía cinética;  $E$  es la energía mecánica total y  $h$  es la altura medida desde el suelo.



¿Cuál(es) de los gráficos anteriores da(n) cuenta en forma correcta de la energía en función de la altura?

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

**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**
**Área/Eje Temático:** Energía/El movimiento

**Nivel:** II Medio

**Contenido:** Energía potencial debida a la fuerza de gravedad cerca de la superficie terrestre. Energía cinética. Conservación de la energía mecánica en ausencia de roce

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** C

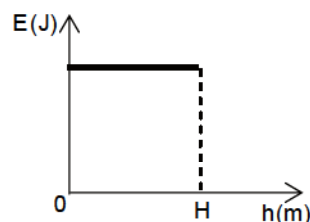
**Dificultad:** Alta

**COMENTARIO**

Esta pregunta mide la habilidad que tienen los postulantes de analizar qué ocurre con la energía de un cuerpo en caída libre.

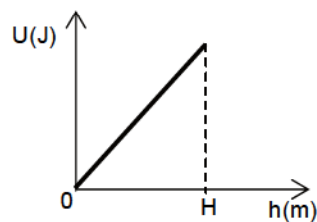
De la primera frase del enunciado se extraen dos datos del problema. El primero es que la velocidad con la que el cuerpo inicia su movimiento es cero, pues dice que el cuerpo es "soltado", esto significa que no se le dio ninguna velocidad al cuerpo. El segundo dato es que la posición inicial del cuerpo es H, pues se dice que fue soltado desde una altura H.

La segunda frase del enunciado señala que en el movimiento no se considerarán los efectos del roce, pues dice que el cuerpo cae "libremente" hasta llegar suelo. Por lo tanto, la energía mecánica se mantiene constante en todo el movimiento. En términos gráficos, esto significa que la energía mecánica será una línea horizontal entre la altura 0 hasta la H, ambas medidas desde el suelo, es decir



Por consiguiente, el gráfico III) es correcto.

Por otro lado, la energía potencial, U, de un cuerpo se calcula como  $U = mgh$ , donde m es la masa del cuerpo, h es la altura que se ubica el cuerpo (medido desde el nivel cero de energía potencial) y g es la aceleración de gravedad. Así, para hacer el gráfico de energía potencial U en función de la altura h, se debe reconocer que el gráfico será una línea recta y que el valor mg es una constante que corresponde a la pendiente de la recta del gráfico. Entonces, el gráfico correspondiente sería:



Por lo tanto, el gráfico I) es incorrecto.

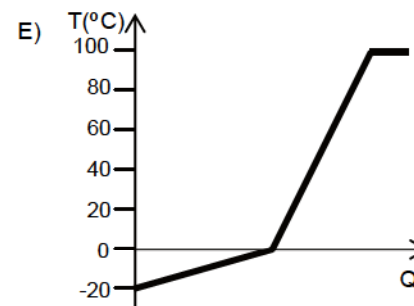
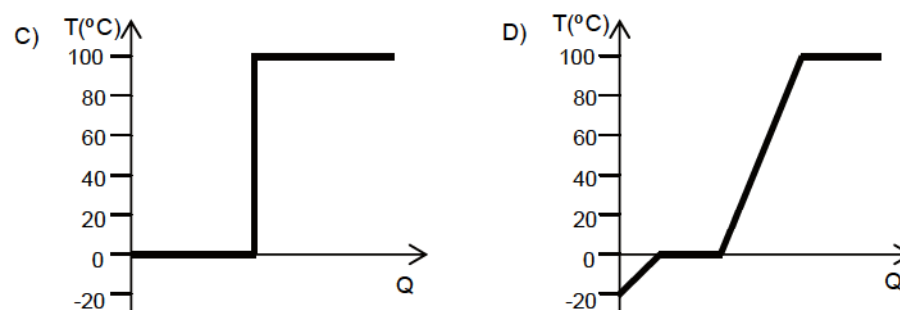
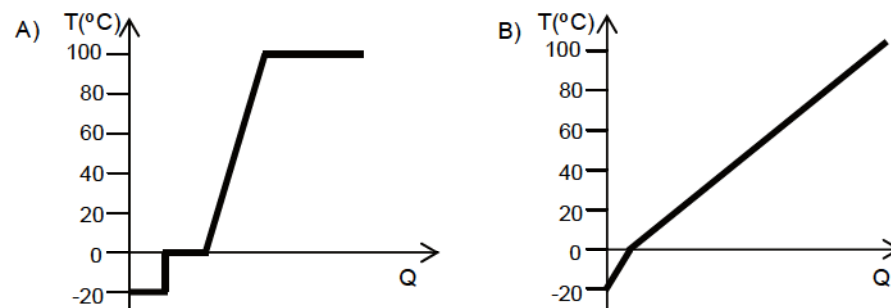
Finalmente, se debe recordar que la energía mecánica es la suma de la energía cinética y la potencial. Por lo tanto, como la energía potencial crece entre 0 y H, la energía cinética necesariamente debe decrecer entre 0 y H, para que la energía mecánica se mantenga constante. Por consiguiente, el gráfico II) es incorrecto.

Resumiendo, los gráficos I) y II) son incorrectos y el III) es correcto, por lo que la clave es la opción C).

Este ítem resultó con una alta dificultad, pues solo el 17% de los postulantes respondió correctamente. Además, los resultados sugieren que los postulantes no están familiarizados con la representación gráfica de las energías ya que un 53% omitió este ítem, siendo esta situación una de las que clásicamente se plantea para mostrar la conservación de la energía.

**PREGUNTA 39 (Módulo Electivo)**

A un volumen de agua se le aplica calor a una tasa constante desde que es hielo a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta que hierve. ¿Cuál de los siguientes gráficos representa mejor la temperatura T del agua en función del calor proporcionado Q?


**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**
**Área/Eje Temático:** Energía/El calor

**Nivel:** II Medio

**Contenido:** Influencia del calor en los cambios de fase

**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** D

**Dificultad:** Alta

**COMENTARIO**

Esta pregunta mide la capacidad que tienen los postulantes de analizar qué ocurre con la temperatura de un material a medida que absorbe calor y evaluar cuál gráfico muestra dicha información.

Para analizar qué ocurre con la temperatura de un material a medida que absorbe calor, se debe tener presente que mientras el material no tenga un cambio de fase, la temperatura aumentará con el calor absorbido (requiriéndose para ello simplemente que el calor específico sea positivo), y cuando el material esté en un cambio de fase, la temperatura permanecerá constante hasta que todo el material haya cambiado de fase.



En el caso que describe el enunciado se analiza agua, por lo tanto, los puntos de cambio de fase ocurren a los  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y a los  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Así, el primer tramo de análisis será entre los  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y los  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; y el segundo tramo será entre los  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y los  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Inicialmente se tiene un bloque de hielo a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; a medida que se le aplica calor la temperatura se eleva hasta los  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , donde ocurre el primer cambio de fase. Así, las opciones A) y C) son incorrectas, ya que ellas indican que la temperatura del bloque inicialmente no cambia.

Luego, a los  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , donde ocurre la fusión del agua (paso de sólido a líquido), la temperatura se mantiene constante, lo que gráficamente se representa por una línea horizontal en el eje Q, que corresponde a los  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Así, las opciones B) y E), son incorrectas.

Por lo tanto, la opción correcta es D). De hecho, esta opción muestra también que, luego de este cambio de fase, al continuar proporcionando calor la temperatura aumenta de forma constante desde  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Finalmente, a los  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  el agua pasa de líquido a gas (vaporización) por lo que se mantiene constante la temperatura, lo que gráficamente se representa por una línea horizontal a los  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Este ítem lo contestó correctamente el 24% de los postulantes y lo omitió el 24% de ellos. Esto sugiere que es un tema conocido por los postulantes, pero que no han logrado una comprensión real del tema. Los distractores más elegidos fueron B) y E) con un 27% y 21% de respuestas, respectivamente, lo que indica que hay una escasa comprensión de lo que ocurre con la temperatura de una sustancia cuando esta cambia de fase.

### PREGUNTA 40 (Módulo Electivo)

Desde una altura  $h$  del suelo se sueltan simultáneamente una piedra de masa  $m$  y un ladrillo de masa  $2m$ . De acuerdo al enunciado, y en ausencia de roce, se afirma que cuando los cuerpos llegan al suelo la

- I) velocidad del ladrillo es mayor que la de la piedra.
- II) energía mecánica de la piedra es igual que la del ladrillo.
- III) energía cinética de la piedra es igual que la del ladrillo.

Es (son) correcta(s)

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

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Energía/El movimiento

Nivel: II Medio

Contenido: Conservación de la energía mecánica en ausencia de roce

Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: E

Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

Esta pregunta mide la capacidad que tienen los postulantes de analizar la caída libre de dos objetos de diferente masa.

En la situación descrita, ambos cuerpos inician su movimiento a una altura  $h$  y con una velocidad inicial cero (los cuerpos se "sueltan"). Además, como no hay roce se sabe que la energía mecánica se conserva.

Entonces, la energía potencial  $E_p$  y la energía cinética  $E_c$  se calculan como

$E_p = mgh$  y  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ , donde  $m$  es la masa del cuerpo,  $h$  la altura a la que se encuentra el cuerpo,  $g$  la aceleración de gravedad y  $v$  la velocidad del cuerpo.

Además, la energía mecánica  $E_M$  es la suma de la energía cinética y la energía potencial:  $E_M = E_c + E_p$ . Inicialmente se tiene que:

Energía mecánica de la piedra	Energía mecánica del ladrillo
$E_{MP} = E_{CP} + E_{PP}$	$E_{ML} = E_{CL} + E_{PL}$
$E_{MP} = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$	$E_{ML} = \frac{1}{2}2mv^2 + 2mgh$
$E_{MP} = \frac{1}{2}m \cdot 0^2 + mgh$	$E_{ML} = \frac{1}{2}2m \cdot 0^2 + 2mgh$
$E_{MP} = mgh$	$E_{ML} = 2mgh$

Al llegar al suelo, se tiene que la energía mecánica de cada cuerpo se conserva, es decir, para la piedra su energía mecánica seguirá siendo  $E_{MP} = mgh$  y para el ladrillo  $E_{ML} = 2mgh$ ; Por lo tanto, la afirmación II) es incorrecta.

Además, se tiene que la energía potencial al llegar al suelo es nula para ambos objetos, por lo que la energía mecánica de cada cuerpo es igual a su energía cinética, es decir:

Energía mecánica de la piedra	Energía mecánica del ladrillo
$E_{MP} = E_{CP} + E_{PP}$	$E_{ML} = E_{CL} + E_{PL}$
$E_{MP} = E_{CP} + mgh$	$E_{ML} = E_{CL} + 2mgh$
$E_{MP} = E_{CP} + mg \cdot 0$	$E_{ML} = E_{CL} + 2mg \cdot 0$
$mgh = E_{MP} = E_{CP}$	$2mgh = E_{ML} = E_{CL}$

Por consiguiente la afirmación III) es incorrecta.

Finalmente, al despejar las velocidades justo antes de que los objetos lleguen al suelo:

Energía mecánica de la piedra	Energía mecánica del ladrillo
$mgh = E_{MP} = \frac{1}{2}mv_p^2$	$2mgh = E_{ML} = \frac{1}{2}2mv_L^2$
$mgh = \frac{1}{2}mv_p^2$	$2mgh = \frac{1}{2}2mv_L^2$
$\sqrt{2gh} = v_p$	$\sqrt{2gh} = v_L$

Por lo tanto, la afirmación I) es incorrecta. Así, la clave es la opción E).

Este ítem resultó difícil para los postulantes, pues solo un 26% contestó correctamente. La omisión alcanzó un 23% y el distractor más elegido fue el A) con un 27%.

### PREGUNTA 41 (Módulo Común)

Fe de erratas:

En el Modelo de Prueba de Ciencias del subsector de Física publicado el 14 de julio del presente año, la opción A) del ítem 41 dice "núcleo interior". Dicha opción debe decir "núcleo". Esta corrección ha sido incorporada en esta publicación.

De acuerdo con el modelo químico (estático), ¿cuál de las siguientes opciones NO corresponde a una de las capas que conforman la geosfera de la Tierra?

- A) Núcleo
- B) Manto interior
- C) Mesosfera
- D) Manto exterior
- E) Corteza

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Macrocosmos y microcosmos/La Tierra y su entorno

Nivel: II Medio

Contenido: Descripción del tamaño, masa y composición de la Tierra

Habilidad: Reconocimiento

Clave: C

Dificultad: Media

### COMENTARIO

Este ítem mide la capacidad que tienen los postulantes de reconocer las capas de la Tierra definidas según el modelo químico (estático) y diferenciarlas de aquellas consideradas por el modelo físico (dinámico).

En el primer modelo, las capas se definen de acuerdo a su composición química, distinguiéndose la corteza, el manto (superior e inferior) y el núcleo, tal como muestra la figura 1. En el modelo físico, las capas se definen según su comportamiento mecánico ante los movimientos sísmicos. En dicho modelo se definen 5 capas: la litosfera, la astenosfera, la mesosfera, el núcleo externo y el núcleo interno, según muestra la figura 2.

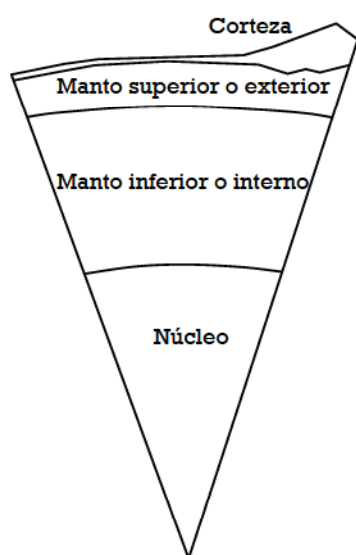


Figura 1:  
Modelo químico o estático

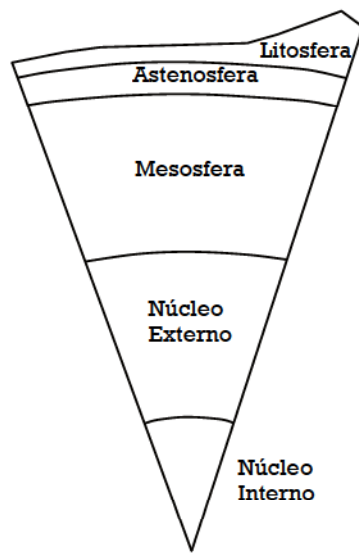


Figura 2:  
Modelo físico o dinámico

De las opciones presentadas, la mesosfera corresponde al modelo físico y no al químico, por tanto C) da respuesta correcta al ítem. Todas las otras opciones corresponden a capas definidas según el modelo químico.

Este ítem resultó de dificultad media, ya que lo respondió correctamente el 52% de los postulantes. El nivel de omisión alcanzó un 25%, lo que indica que es un tema conocido por los postulantes.

### PREGUNTA 42 (Módulo Común)

En la atmósfera circulan masas de aire frío o caliente, debido a las llamadas corrientes de

- A) radiación.
- B) dilatación.
- C) contracción.
- D) convección.
- E) conducción.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Macrocosmos y microcosmos/La Tierra y su entorno

Nivel: II Medio

Contenido: Discusión de las características únicas de la Tierra para la existencia de la vida: presencia de la atmósfera, el agua, las temperaturas adecuadas, etc.

Habilidad: Reconocimiento

Clave: D

Dificultad: Alta

### COMENTARIO

Este ítem mide la capacidad que tienen los postulantes de reconocer procesos de transferencia de calor en una situación particular.

El calor puede transferirse por tres procesos diferentes: conducción, radiación y convección. El primero se da dentro de un mismo cuerpo o entre dos cuerpos que están en contacto, el segundo se refiere a la transferencia de calor por radiación electromagnética, y la convección implica el movimiento de materia entre una región del espacio y otra, debido a diferencias en la densidad generadas por diferencias de temperatura. Esta última forma de transferencia de calor es la que se da principalmente en el caso de fluidos, como el aire, generándose las llamadas corrientes de convección.

En el caso particular de la atmósfera, el desigual calentamiento de las distintas zonas geográficas de la Tierra hace que se generen corrientes convectivas. En las zonas ecuatoriales, por ejemplo, el aire caliente sube hacia capas superiores de la atmósfera y se desplaza hacia el norte o hacia el sur, enfriándose, por lo cual baja y vuelve al ecuador cerrando el ciclo (célula convectiva de Hadley). Por lo tanto, la respuesta correcta es D).

Este ítem fue respondido correctamente solo por el 23 % de los postulantes, por lo que es considerado de dificultad alta. La omisión alcanzó el 45% y un 15% de los postulantes respondió la opción A), lo cual sugiere que relacionan incorrectamente el movimiento de las masas de aire en la atmósfera con la radiación solar recibida en la Tierra.

### PREGUNTA 43 (Módulo Electivo)

Considere las siguientes afirmaciones:

- I) El Sol es el centro del universo.
- II) Las trayectorias de los planetas son elípticas.
- III) La Tierra se ubica en el centro del universo.

¿Cuál(es) de ellas representa(n) correctamente los cambios introducidos por Kepler al modelo planetario planteado por Copérnico?

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

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Macrocosmos y microcosmos/La Tierra y su entorno

Nivel: I Medio

Contenido: La atracción gravitatoria y las órbitas de planetas y cometas. El universo geocéntrico de la antigüedad y la transformación de esta visión en el renacimiento

Habilidad: Comprensión

Clave: B

Dificultad: Media

### COMENTARIO

Esta pregunta mide la capacidad que tienen los postulantes de comprender el modelo planetario de Copérnico y los cambios introducidos a dicho modelo por Kepler.

El modelo planetario heliocéntrico propuesto por Copérnico establecía, entre muchas otras ideas, que el Sol era el centro del Universo y que los planetas describían órbitas circulares alrededor de él. Las ideas de Copérnico significaron una revolución en la comprensión del Universo que hasta ese momento se planteaba centrado en la Tierra (modelo geocéntrico).

Kepler, más de 50 años después de que se publicara la obra de Copérnico, publicó un tratado de astronomía donde dio a conocer las tres leyes del movimiento de los astros. Entre ellas destaca la 1ª ley, que señala que los planetas se mueven en torno al Sol describiendo elipses.

En el ítem se pide establecer los cambios que introduce Kepler a las ideas de Copérnico. De acuerdo a lo dicho anteriormente, la afirmación I) es parte de las ideas de Copérnico, en tanto que la afirmación III) corresponde a la concepción



anterior a Copérnico, la cual no es retomada por Kepler. La afirmación II), que corresponde a la 1ª ley de Kepler, es la única que corresponde a un cambio respecto del modelo planetario de Copérnico. Por tanto, la opción correcta es B).

Este ítem resultó de dificultad media para los postulantes, pues el 41% de ellos lo respondió correctamente, siendo la omisión igual al 26%. El 16% de los postulantes respondió erróneamente la opción A), lo cual sugiere que no asocian los distintos modelos planetarios con quienes los postularon.

### PREGUNTA 44 (Módulo Electivo)

¿Cuál(es) de las siguientes opciones corresponde(n) a un núcleo de un átomo cuyo número másico es 4?

- I) 8 protones y 4 neutrones
- II) 4 protones y 4 neutrones
- III) 2 protones y 2 neutrones

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

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Macrocosmos y microcosmos/El mundo atómico

Nivel: IV Medio

Contenido: Dimensiones del núcleo en relación al átomo. Protones y neutrones. Su masa, carga eléctrica y spin. Isótopos

Habilidad: Comprensión

Clave: C

Dificultad: Media

#### COMENTARIO

Esta pregunta mide la capacidad que tienen los postulantes de comprender el significado del número másico (A).

El número másico (A) corresponde a la cantidad de partículas que componen el núcleo de un átomo (nucleones), es decir, a la suma de protones y neutrones.

De las opciones, solamente la III) corresponde a un átomo cuyo número másico es 4. En el caso de I) el número másico es 12, y en II) el número másico es 8. Por lo tanto, C) da respuesta correcta al ítem.

Este ítem resultó de mediana dificultad, pues lo respondió correctamente el 53% de los postulantes. El 21% de los postulantes omitió el ítem y el 13% respondió erróneamente B), lo que muestra una confusión entre número másico y número atómico (cantidad de protones que componen el núcleo atómico).

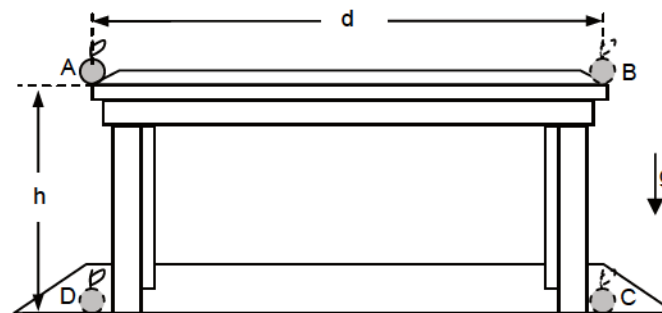
#### ANEXO

##### Fuerzas Conservativas

Aquellos procesos en los cuales la energía cinética de un objeto se transforma en energía potencial y luego se recupera como energía cinética, son ejemplos de sistemas en los que la o las fuerzas involucradas son fuerzas conservativas. Estas cumplen dos propiedades, que son equivalentes:

1. El trabajo realizado por una fuerza conservativa sobre una partícula que se desplaza entre dos puntos cualesquiera es independiente de la trayectoria descrita por la partícula.
2. El trabajo realizado por una fuerza conservativa sobre una partícula que se desplaza a lo largo de cualquier trayectoria cerrada es cero. (Una trayectoria cerrada es aquella en la que el punto de partida y el punto final son idénticos.)

Con el fin de ilustrar estas propiedades se presenta un ejemplo: Se desea trasladar un limón de masa  $m$  desde una posición A en el borde de una mesa, a una altura  $h$  del suelo, hasta un punto D en el suelo, verticalmente bajo el punto A. Dos posibles formas de lograrlo son: trasladar el limón directamente desde A a D o, como muestra la figura, trasladarlo horizontalmente una distancia  $d$ , hasta una posición B, luego llevarlo a una posición C, que se encuentra a nivel del suelo verticalmente bajo la posición B y finalmente trasladarlo horizontalmente a una posición D.



Para el análisis se calculará el trabajo que realiza la fuerza peso considerando ambas trayectorias descritas. En el caso en que el limón se mueve desde la posición A directamente a la posición D, el trabajo  $W_{AD}$  realizado por la fuerza peso es  $mgh$ . Es decir,  $W_{AD} = mgh$ .

En el otro caso, el trabajo  $W_{AD}$  realizado por la fuerza peso en la trayectoria descrita, se puede desglosar en el trabajo realizado por la fuerza peso al ir desde A hasta B,  $W_{AB}$ , luego el trabajo realizado por la fuerza peso al ir desde B hasta C,  $W_{BC}$ , y finalmente el trabajo realizado por la fuerza peso al ir desde C hasta D,  $W_{CD}$ . Es decir,  $W_{AD} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD}$ .

Por definición de trabajo mecánico, cuando la fuerza es perpendicular al desplazamiento el trabajo es cero. Por lo tanto, cuando el limón se mueve desde la posición A hasta la posición B, como la fuerza peso es perpendicular al desplazamiento, el trabajo realizado es cero. Lo mismo se puede afirmar acerca del trabajo realizado por la fuerza peso al ir de C a D. A su vez, el trabajo realizado por la fuerza peso en ir desde la posición B a la posición C es  $mgh$ .

Por lo tanto,  $W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} = 0 + mgh + 0 = mgh$ .

Entonces, se puede afirmar que el trabajo realizado por la fuerza peso al ir desde A a D directamente es equivalente al trabajo realizado por la fuerza peso en ir desde A a D, pasando previamente por B y C.

El hecho de que el trabajo realizado por la fuerza peso sea el mismo, al menos para las dos trayectorias analizadas, es una manifestación de que el peso es una fuerza conservativa.

Por otra parte, para un sistema en el cual actúan solo fuerzas conservativas es siempre posible asociar una energía potencial, donde se cumple que el trabajo  $W$  realizado por una fuerza conservativa es igual al valor inicial de la energía potencial menos el valor final:

$$W = -\Delta U.$$

Cuando actúan solo fuerzas conservativas, se cumple que la energía mecánica total es constante, es decir, la suma de las energías cinéticas y potenciales iniciales ( $K_i + U_i$ ) es igual a la suma de las energías cinéticas y potenciales finales ( $K_f + U_f$ ).

$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

$$K_f - K_i = U_i - U_f$$

$$\Delta K = -\Delta U$$

#### Fe de erratas:

En el Modelo de Prueba de Ciencias del subsector de Física publicado el 14 de julio del presente año, aparecen 19 preguntas rotuladas como Módulo Común. El ítem número 19 corresponde al Módulo Electivo, corrección que fue incorporada en las publicaciones anteriores.

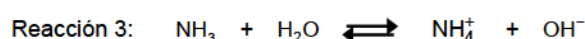
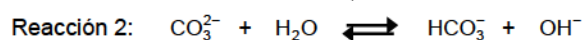
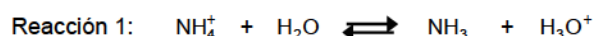


## ANÁLISIS DE PREGUNTAS DE CIENCIAS

### SUBSECTOR QUÍMICA – PREGUNTAS 34 a 44

#### PREGUNTA 34 (Módulo Común)

¿Cuál es el comportamiento ácido – base del agua en las siguientes reacciones, de acuerdo con la definición de Brønsted – Lowry?



	Reacción 1	Reacción 2	Reacción 3
A)	Base	Ácido	Base
B)	Base	Ácido	Ácido
C)	Ácido	Ácido	Base
D)	Base	Base	Ácido
E)	Ácido	Base	Base

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Reacciones y estequiometría/Disoluciones químicas

Nivel: II Medio

Contenido: Concepto de acidez y de pH; comportamiento de disoluciones amortiguadoras de pH

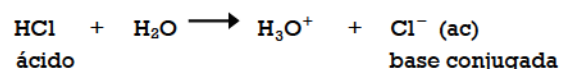
Habilidad: Comprensión

Clave: B

Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario comprender la teoría ácido – base de Brønsted – Lowry, la cual define a un ácido como una sustancia que dona protones ( $\text{H}^+$ ) y a una base como una sustancia que capta protones ( $\text{H}^+$ ). Al reaccionar entre ellos producen un ácido conjugado y una base conjugada. Como por ejemplo:



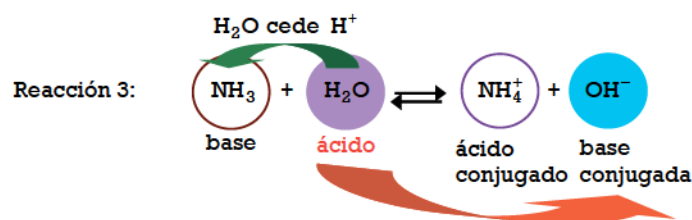
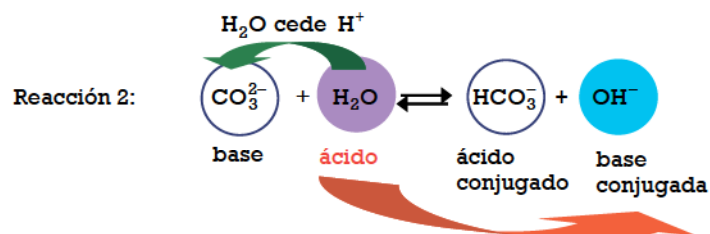
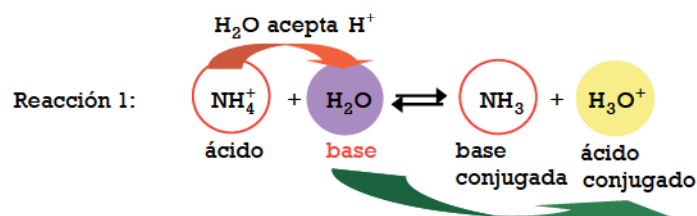
Según esta teoría, el HCl es un ácido, ya que en disolución acuosa cede protones ( $\text{H}^+$ ), dando origen a iones cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), que corresponde a su base conjugada.



El  $\text{NH}_3$  es una base, ya que capta protones ( $\text{H}^+$ ), dando origen a iones amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) que corresponde a su ácido conjugado.

Existen sustancias, como por ejemplo el agua, que pueden comportarse como ácido o como base de Brønsted – Lowry, dependiendo del tipo de sustancia con la cual reaccionan. A estas sustancias se les denomina anfóteros o anfóteros.

Aplicando lo anterior a las reacciones del enunciado de la pregunta, con respecto al  $\text{H}_2\text{O}$ :



En consecuencia, se concluye que la opción correcta es B), que fue respondida por el 17% de los postulantes con una omisión del 57%.

#### PREGUNTA 35 (Módulo Común)

La siguiente ecuación no balanceada representa la formación del ácido nítrico:



¿Qué cantidad de  $\text{N}_2\text{O}_5$  y  $\text{H}_2\text{O}$  se debe emplear para obtener 4 mol de  $\text{HNO}_3$ ?

	Cantidad de $\text{N}_2\text{O}_5$ (mol)	Cantidad de $\text{H}_2\text{O}$ (mol)
A)	1	3
B)	2	2
C)	3	1
D)	4	2
E)	4	4

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Reacciones químicas y estequiometría/Disoluciones químicas

Nivel: II Medio

Contenido: Concepto de mol; solubilidad; realización de cálculos estequiométricos

Habilidad: Aplicación

Clave: B

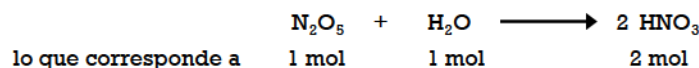
Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

Para responder de manera correcta esta pregunta, lo primero que se debe hacer es balancear la ecuación, con el objetivo de igualar el número de átomos de cada elemento en los reactantes y en los productos, cumpliendo así con la ley de la conservación de la masa. Los números que anteceden a las especies en la ecuación se denominan coeficientes estequiométricos.



Al balancear la ecuación, los respectivos coeficientes estequiométricos son 1, 1 y 2.



Entonces, según la ecuación estequiométrica equilibrada se cumplen las siguientes relaciones entre reactivos y productos:

$$\frac{1 \text{ mol de N}_2\text{O}_5}{2 \text{ mol de HNO}_3} \text{ y } \frac{1 \text{ mol de H}_2\text{O}}{2 \text{ mol de HNO}_3}$$

En ambos casos la relación es 1:2.

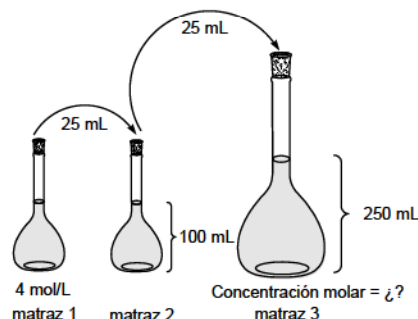
La cantidad de  $\text{N}_2\text{O}_5$  que se requiere para formar 4 mol de  $\text{HNO}_3$  se determina a través de:

$$\frac{X \text{ mol de N}_2\text{O}_5}{4 \text{ mol de HNO}_3} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad X \text{ mol de N}_2\text{O}_5 = 2$$

Como la relación estequiométrica de  $\frac{\text{N}_2\text{O}_5}{\text{H}_2\text{O}}$  es 1:1, la cantidad de  $\text{H}_2\text{O}$  que se requiere para producir los 4 mol de  $\text{HNO}_3$  es de 2 mol, siendo correcta la opción B), que fue seleccionada por el 38% de los postulantes con una omisión del 48 %.

### PREGUNTA 36 (Módulo Electivo)

Se trasladan 25 mL de disolución 4 mol/L desde el matraz 1 al matraz 2 y se agrega agua hasta alcanzar un volumen de 100 mL. Posteriormente, en el matraz 3 se agregan 25 mL de disolución del matraz 2 y se diluye con agua hasta un volumen de 250 mL. El proceso descrito se esquematiza en la siguiente figura:



Al respecto, ¿cuál es la concentración molar de la disolución del matraz 3?

- A) 1,30 mol/L
- B) 1,00 mol/L
- C) 0,40 mol/L
- D) 0,10 mol/L
- E) 0,04 mol/L

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Reacciones químicas y estequiometría/Disoluciones químicas

Nivel: II Medio

Contenido: Concepto de mol; solubilidad; realización de cálculos estequiométricos

Habilidad: Aplicación

Clave: D

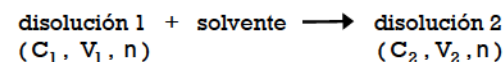
Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta se necesita comprender y aplicar el concepto de dilución.

Una dilución es un proceso que consiste en adicionar solvente a una disolución, provocando la disminución de su concentración, dado que el volumen aumenta mientras que la cantidad de soluto se mantiene constante.

Una dilución se puede representar por:



Donde:

- $n$  = cantidad de soluto de las disoluciones 1 y 2 respectivamente (mol).
- $C_1$  y  $C_2$  = concentraciones de las disoluciones 1 y 2 respectivamente (mol/L).
- $V_1$  y  $V_2$  = volúmenes de las disoluciones 1 y 2 respectivamente (L).

Como  $n$  es constante en ambas disoluciones y además,  $n = C \times V$  (mol/L x L), se cumple que:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Para responder la pregunta se debe determinar la concentración final de una disolución, luego de dos diluciones consecutivas, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

Para la primera dilución, la relación entre la cantidad de soluto presente en los matraces 1 y 2 es:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Al reemplazar los valores de la primera dilución se obtiene

$$4 \text{ mol/L} \times 0,025 \text{ L} = C_2 \times 0,1 \text{ L}$$

$$\text{Al despejar } C_2: \quad C_2 = \frac{4 \text{ mol/L} \times 0,025 \text{ L}}{0,1 \text{ L}} \quad \Rightarrow \quad C_2 = 1 \text{ mol/L}$$

Una vez determinada la concentración de la disolución 2, se procede a obtener la concentración de la disolución 3 de igual forma que la anterior:

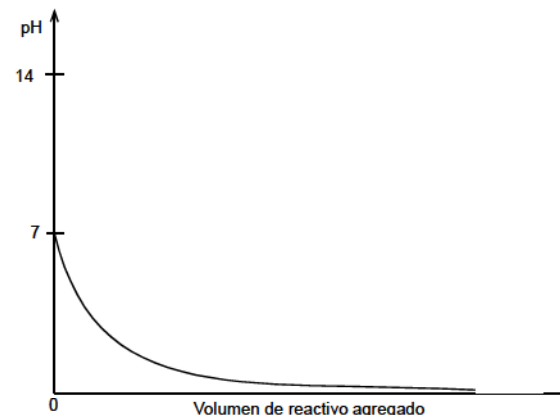
$$C_2 \times V_2 = C_3 \times V_3$$

$$\text{Reemplazando:} \quad 0,025 \text{ L} \times 1 \text{ mol/L} = C_3 \times 0,25 \text{ L} \quad \Rightarrow \quad C_3 = 0,1 \text{ mol/L}$$

De este último valor se concluye que la opción correcta es D), que fue seleccionada por el 18% de los postulantes con una omisión del 59%.

### PREGUNTA 37 (Módulo Común)

A un volumen de agua pura se agrega gota a gota un determinado reactivo y simultáneamente se registra el pH, obteniéndose el siguiente gráfico:



Se deduce del gráfico que el carácter de la disolución ha variado

	desde	hasta
A)	neutro	básico
B)	básico	neutro
C)	ácido	básico
D)	ácido	neutro
E)	neutro	ácido

**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

Área/Eje Temático: Reacciones químicas y estequiometría/Disoluciones químicas  
Nivel: II Medio

Contenido: Concepto de mol; solubilidad; realización de cálculos estequiométricos

Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: E

Dificultad: Mediana

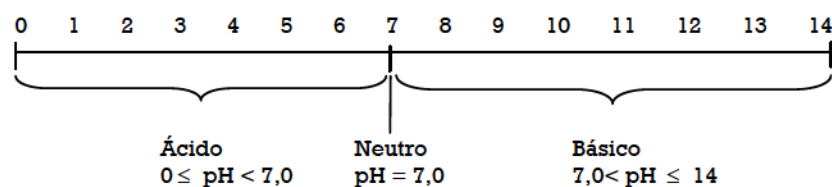
**COMENTARIO**

Para responder esta pregunta es necesario aplicar los conceptos de ácido, base y pH a una situación determinada y analizar el gráfico obtenido a partir de un procedimiento experimental.

La escala de pH es una escala que expresa de forma logarítmica los valores de concentración del ion  $\text{H}_3\text{O}^+$ . De acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Según la escala de pH, es posible clasificar a las sustancias en ácidas, neutras y básicas en los siguientes rangos:

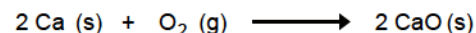


A través de estudios experimentales, se ha determinado que las concentraciones de los iones  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  y de  $[\text{OH}^-]$  del agua pura son iguales a  $1 \times 10^{-7}$  mol/L, por lo que su pH es 7,0, es decir, neutro. De acuerdo al gráfico, esta información descarta las opciones B), C) y D).

Al analizar el gráfico se observa que el pH, a medida que se agrega la sustancia, desciende desde un valor de pH = 7,0 (neutro) a un valor cercano a 0 (ácido), lo que valida solo a la opción E), que fue seleccionada por el 53% de los postulantes con una omisión del 5%.

**PREGUNTA 38 (Módulo Electivo)**

El calcio reacciona con el oxígeno gaseoso según la ecuación:



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

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

**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

Área/Eje Temático: Reacciones químicas y estequiometría/Disoluciones químicas

Nivel: III Medio

Contenido: Concepto de mol; solubilidad; realización de cálculos estequiométricos

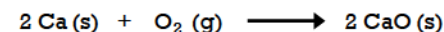
Habilidad: Análisis, síntesis y evaluación

Clave: B

Dificultad: Alta

**COMENTARIO**

Para responder esta pregunta, el primer paso es verificar que la ecuación se encuentra estequiométricamente balanceada.



De acuerdo con la ecuación, se determinan las siguientes relaciones estequiométricas entre los componentes:

Ca : O <sub>2</sub>	Ca : CaO	O <sub>2</sub> : CaO
2:1	1:1	1:2

Una manera de encontrar la respuesta a la pregunta consiste en analizar las opciones considerando las relaciones anteriores.

En la opción A) hay mayor cantidad de Ca de la que puede reaccionar con 1 mol de O<sub>2</sub>, siendo este último el que restringe o limita la reacción y determina la cantidad máxima de CaO que se formará, en este caso según la relación Ca:O<sub>2</sub>, 1 mol de O<sub>2</sub> formará 2 mol de CaO.

La relación entre Ca y O<sub>2</sub> (2:1) se cumple en la opción B), en donde 4 mol de Ca reaccionan con 2 mol de O<sub>2</sub>. Por otra parte, de acuerdo a la relación Ca:CaO, las cantidades de Ca y O<sub>2</sub> dadas en la opción producirán 4 mol de CaO como producto.

En las otras tres opciones, C), D) y E), la cantidad de Ca es inferior a la que puede reaccionar con todo el O<sub>2</sub> propuesto, siendo el Ca en estos casos el que restringe las reacciones. Las cantidades máximas de CaO formadas se resumen en la siguiente tabla:

Opción	Ca	O <sub>2</sub>	Relación Ca:O <sub>2</sub>	CaO formado
A)	5 mol	1 mol	5:1	2 mol
B)	4 mol	2 mol	2:1	4 mol
C)	3 mol	3 mol	1:1	3 mol
D)	2 mol	4 mol	1:2	2 mol
E)	1 mol	5 mol	1:5	1 mol

De lo anterior, se concluye que la opción correcta es B). Esta pregunta fue respondida correctamente por el 38% de los postulantes con una omisión del 42%.

**PREGUNTA 39 (Módulo Electivo)**

¿Cuál de las siguientes opciones es **INCORRECTA**, desde el punto de vista termodinámico?

- A) Una célula es un sistema abierto.
- B) El entorno es la parte que interacciona con el sistema.
- C) Un sistema puede tener cualquier tamaño o grado de complejidad.
- D) Un sistema cerrado transfiere solo energía.
- E) La energía interna de un sistema se mide directamente.

**{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}**

Área/Eje Temático: Reacciones químicas y estequiometría/Reactividad y equilibrio químico

Nivel: III Medio

Contenido: Factores energéticos asociados a la reactividad y al equilibrio químico; espontaneidad, energía libre y entropía; reacciones exotérmicas y endotérmicas, estequiometría

Habilidad: Comprensión

Clave: E

Dificultad: Alta

**COMENTARIO**

Para responder esta pregunta se deben conocer y comprender las definiciones de sistema y entorno.

Un sistema se define como la porción del universo que interesa estudiar, mientras que el entorno se define como todo lo que rodea al sistema e interactúa con él.

Existen 3 tipos de sistemas:

- **Sistema abierto:** intercambia materia y energía con el entorno.
- **Sistema cerrado:** intercambia energía con el entorno, pero no materia.



- **Sistema aislado:** no intercambia energía ni materia con el entorno.

De acuerdo con estas definiciones, la opción A) es correcta, puesto que la célula intercambia materia y energía con su entorno; B) corresponde a la definición de entorno dada anteriormente; C) corresponde a una característica verdadera con respecto a un sistema y D) concuerda con la definición de sistema cerrado.

Con respecto a la opción E), la energía interna corresponde a la energía total del sistema. Es una función de estado que tiene dos componentes, la energía cinética y la energía potencial.

La energía cinética comprende los distintos tipos de movimiento molecular y de los electrones dentro de las moléculas.

La energía potencial se determina por las fuerzas de atracción entre los electrones y los núcleos, por las fuerzas de repulsión entre los electrones y entre los núcleos, y por la interacción entre las moléculas, siendo imposible medir todas estas contribuciones directamente. Por lo tanto, la energía interna de un sistema solo se puede determinar en forma experimental a partir de las variaciones de energía y no directamente.

De acuerdo a lo anterior, la opción correcta es E), que fue respondida por el 21% de los postulantes con una omisión del 45%.

### PREGUNTA 40 (Módulo Electivo)

¿En cuál de los siguientes compuestos el átomo de cloro (Cl) presenta el estado de oxidación +1?

- A)  $\text{NaClO}_4$   
 B)  $\text{NaClO}_3$   
 C)  $\text{NaClO}_2$   
 D)  $\text{NaClO}$   
 E)  $\text{NaCl}$

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Área/Eje Temático:** Reacciones químicas y estequiometría/Reactividad y equilibrio químico

**Nivel:** III Medio

**Contenido:** Explicación de reacciones de oxidación y de reducción; estado de oxidación; balanceo de ecuaciones redox; introducción a la electroquímica

**Habilidad:** Aplicación

**Clave:** D

**Dificultad:** Media

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta se debe conocer el concepto de número o estado de oxidación. Este concepto por convención asigna a cada átomo una carga hipotética dentro de una molécula o ion: A los elementos en su estado fundamental se les asigna el estado de oxidación cero.

Existen reglas para determinar el número de oxidación, algunas de las cuales se aplicarán para responder esta pregunta:

- El estado de oxidación del oxígeno (O) es  $-2$  en la mayoría de los compuestos, excepto en los peróxidos, como  $\text{H}_2\text{O}_2$  en el que es  $-1$ , y los superóxidos como el  $\text{KO}_2$  en donde es  $-1/2$ .
- El estado de oxidación de los elementos del grupo I A del sistema periódico es  $+1$ , por ejemplo, el estado de oxidación del Na es  $+1$ .
- La suma de los estados de oxidación en una molécula es cero, y en los iones es igual a su carga.

De acuerdo con lo anterior, el estado de oxidación del cloro, en cada opción, se determina de la siguiente manera:

A)  $\text{NaClO}_4$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Na} = +1 \\ \text{Cl} = \text{X} \\ \text{O} = -2 \times 4 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1 + \text{X} + -8 = 0 \\ \text{X} - 7 = 0 \\ \text{X} = +7 \end{array}$$

B)  $\text{NaClO}_3$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Na} = +1 \\ \text{Cl} = \text{X} \\ \text{O} = -2 \times 3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1 + \text{X} + -6 = 0 \\ \text{X} - 5 = 0 \\ \text{X} = +5 \end{array}$$

C)  $\text{NaClO}_2$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Na} = +1 \\ \text{Cl} = \text{X} \\ \text{O} = -2 \times 2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1 + \text{X} + -4 = 0 \\ \text{X} - 3 = 0 \\ \text{X} = +3 \end{array}$$

D)  $\text{NaClO}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Na} = +1 \\ \text{Cl} = \text{X} \\ \text{O} = -2 \times 1 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1 + \text{X} + -2 = 0 \\ \text{X} - 1 = 0 \\ \text{X} = +1 \end{array}$$

E)  $\text{NaCl}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Na} = +1 \\ \text{Cl} = \text{X} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1 + \text{X} = 0 \\ \text{X} = -1 \end{array}$$

Según lo anterior, la opción correcta es D) que fue respondida por el 44% de los postulantes, con una omisión del 32 %.

### PREGUNTA 41 (Módulo Electivo)

El cloruro de hidrógeno (HCl) se disocia completamente en agua. En una disolución acuosa de HCl 1 mol/L, se cumple que

- I)  $[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-]$   
 II) el número de moles de ion  $\text{H}^+$  es igual al número de moles de ion  $\text{Cl}^-$   
 III) la masa de  $\text{H}^+$  es igual a la masa de  $\text{Cl}^-$

Es (son) correcta(s)

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

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Área/Eje Temático:** Reacciones químicas y estequiometría/Reactividad y equilibrio químico

**Nivel:** III Medio

**Contenido:** Reacciones ácido base; concepto de titulación; cálculos de pH

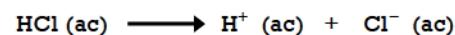
**Habilidad:** Análisis, síntesis y evaluación

**Clave:** D

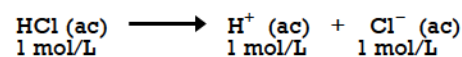
**Dificultad:** Alta

#### COMENTARIO

El cloruro de hidrógeno (HCl) se disuelve en agua formando iones hidrógeno ( $\text{H}^+$ ) e iones cloruro ( $\text{Cl}^-$ ).



El ácido clorhídrico presenta un alto grado de disociación, clasificándose como un ácido fuerte, por lo que para fines prácticos se considera totalmente disociado. Por ende, la concentración de  $\text{H}^+$  y de  $\text{Cl}^-$  es igual a la concentración inicial del HCl.



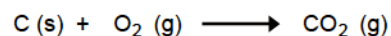
De acuerdo con lo anterior:

- La afirmación I) es correcta, ya que  $[\text{H}^+]$  y  $[\text{Cl}^-]$  son iguales.
- la afirmación II) es correcta, pues la concentración 1 mol/L, indica que por cada litro de disolución existe 1 mol de soluto, siendo el HCl un ácido fuerte, su cantidad en mol es igual a la cantidad en mol de iones  $\text{H}^+$  y  $\text{Cl}^-$ .
- La afirmación III) es incorrecta, ya que la masa de  $\text{H}^+$  y  $\text{Cl}^-$  contenidas en un mol de HCl son diferentes, dadas sus diferentes masas molares.

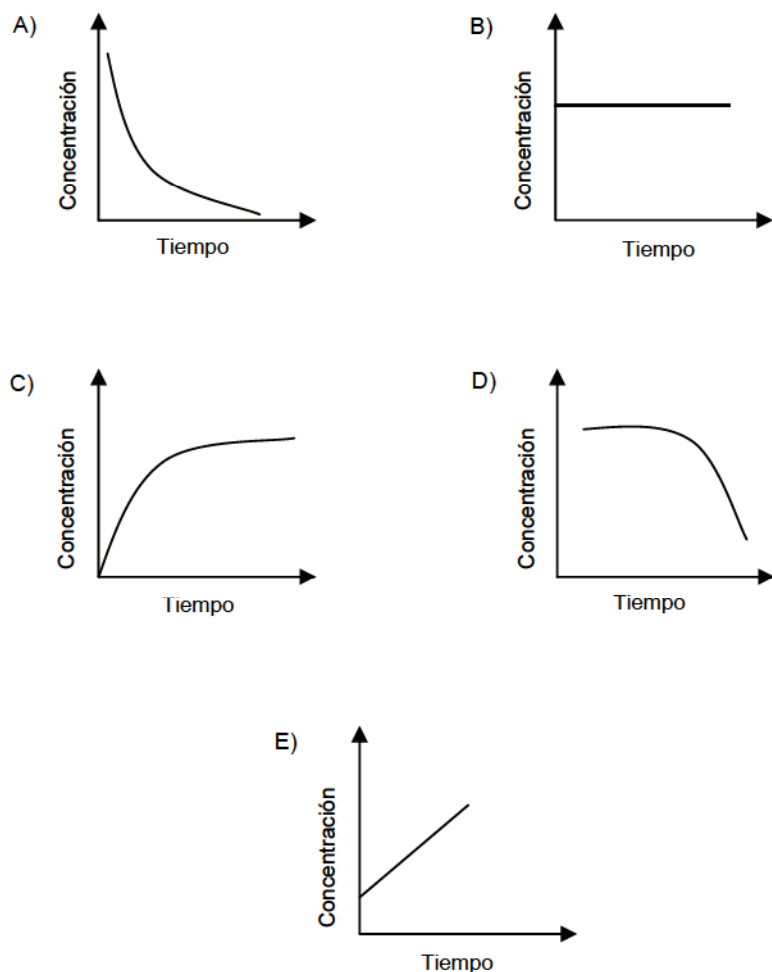
Por lo tanto, la opción correcta es D). Esta pregunta fue respondida correctamente por un 34% de los postulantes y omitida por un 46%.

### PREGUNTA 42 (Módulo Electivo)

Según la reacción:



¿Cuál gráfico representa la formación de dióxido de carbono?



#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Reacciones químicas y estequiometría/Cinética

Nivel: III Medio

Contenido: La velocidad de una reacción simple, orden de reacción; constante de velocidad. Energía de activación

Habilidad: Comprensión

Clave: C

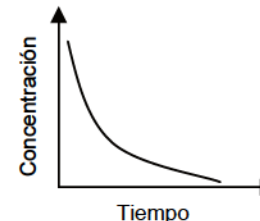
Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta se necesita comprender el concepto de velocidad de reacción, el cual se define como la variación de la concentración de los reactantes o productos por unidad de tiempo. La variación de velocidad para los reactantes se expresa de la siguiente manera:

$$v = - \frac{\Delta[\text{reactantes}]}{\Delta\text{tiempo}}$$

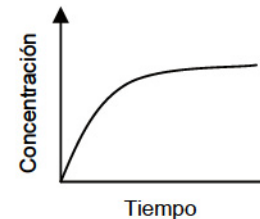
El signo (-) indica que existe una disminución de la concentración de los reactantes por unidad de tiempo, lo cual se observa gráficamente de la siguiente manera:



En cambio para los productos, la variación de velocidad se expresa a través de:

$$v = \frac{\Delta[\text{productos}]}{\Delta\text{tiempo}}$$

La expresión de la variación de velocidad para los productos, al ser positiva, indica la aparición de los productos por unidad de tiempo, hasta que las concentraciones tanto de reactantes como de productos se igualen para mantener el equilibrio. La representación gráfica es:



Según lo anterior, la opción correcta es C), descartándose A), B), D) y E), cuyos gráficos no expresan correctamente la velocidad de formación de productos.

La clave de la pregunta fue respondida por el 25% de los postulantes con una omisión del 44%.

### PREGUNTA 43 (Módulo Electivo)

Una sustancia se descompone según una reacción de segundo orden. A una determinada temperatura, una muestra de 0,10 mol/L de la sustancia se descompone a una velocidad de 1,17 mol L<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>. Luego, el valor numérico de la constante de velocidad es:

- A) 117  
 B)  $\frac{1}{0,0117}$   
 C) 0,117  
 D)  $\frac{1}{117}$   
 E) 0,0117

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Área/Eje Temático: Reacciones químicas y estequiometría/Cinética

Nivel: III Medio

Contenido: La velocidad de una reacción simple; orden de reacción; constante de velocidad. Energía de activación

Habilidad: Aplicación

Clave: A

Dificultad: Alta

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta, se debe aplicar la expresión de la ley de velocidad de una reacción química de segundo orden.

$$v = k \times [A]^2$$



Donde:

$v$  = velocidad de la reacción.

$k$  = constante de velocidad de la reacción.

$[A]$  = concentración molar de la especie.

Reemplazando los valores en la ley de velocidad,  $v = k \times [A]^2$ , se obtiene:

$$1,17 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} = k \times [0,1 \text{ mol/L}]^2 = k \times [0,1 \text{ mol L}^{-1}]^2$$

Despejando  $k$ :

$$k = \frac{1,17 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}}{[0,1 \text{ mol L}^{-1}]^2}$$

$$k = 117 \text{ mol}^{-1} \text{ L s}^{-1}$$

De acuerdo a valor obtenido la opción correcta es A), la cual fue respondida por un 13% de los postulantes con una omisión del 60%.

### PREGUNTA 44 (Módulo Electivo)

En el proceso de purificación electrolítica del cobre, se emplea como electrolito

- A) acetato de cobre.
- B) sulfato de cobre.
- C) óxido de cobre.
- D) sulfuro de cobre.
- E) carbonato de cobre.

#### {FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

**Área/Eje Temático:** Reacciones químicas y estequiometría/Procesos químicos industriales

**Nivel:** IV Medio

**Contenido:** Estudio de los procesos de obtención de los metales cobre, hierro y litio y de los no metales yodo y azufre a partir de sus minerales. Obtención del ácido sulfúrico

**Habilidad:** Reconocimiento

**Clave:** B

**Dificultad:** Media

#### COMENTARIO

Para responder esta pregunta es necesario recordar las principales etapas del proceso de purificación o de refinación de los minerales de cobre.

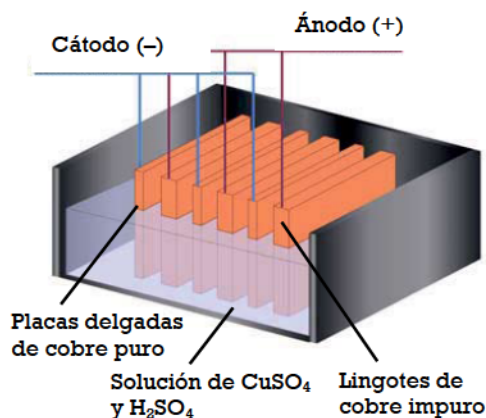
El cobre proveniente de minerales sulfurados se somete, inicialmente, a los procesos de molienda, chancado y flotación. Luego se somete al proceso de fundición, obteniéndose cobre RAF (refinado a fuego), el cual es moldeado en placas (ánodos) para su posterior purificación electrolítica o electrorrefinación.

La purificación electrolítica o electrorrefinación es un proceso que se basa en los principios de la electrólisis y se lleva a cabo en celdas electrolíticas utilizando alternadamente un ánodo de cobre RAF y un cátodo de cobre electrolítico sumergidos en una disolución de  $\text{CuSO}_4$ .

Durante la electrorrefinación ocurren los siguientes procesos:

a) El cobre (impuro) del ánodo se disuelve electroquímicamente en la disolución de  $\text{CuSO}_4$  con lo que se producen iones y electrones. Estos electrones son conducidos hacia el cátodo a través del circuito y suministro de energía externo.

b) Los iones  $\text{Cu}^{2+}$  de la disolución migran por difusión y convección hacia el cátodo (electrodo negativo).



c) Los iones  $\text{Cu}^{2+}$  se recombinan en la superficie del cátodo con los electrones para producir el cobre metálico que se deposita sobre el cátodo.

Por consiguiente, la opción correcta es B), la cual fue respondida por un 40% de los postulantes con un 19% de omisión.

#### ANEXO

##### ¿Cómo determinar las propiedades coligativas?

Las propiedades coligativas están referidas al estudio de los cambios que experimentan la presión de vapor, la presión osmótica y los puntos de ebullición y congelación de un solvente, al agregarle un soluto no volátil molecular (no electrolito) o iónico (electrolito). Estas propiedades dependen exclusivamente del número de partículas de soluto en la disolución y no de su naturaleza.

A continuación, se describen las propiedades coligativas para disoluciones de solutos moleculares e iónicos no volátiles y las ecuaciones utilizadas para su cálculo.

##### Descenso en la presión de vapor

La presión de vapor corresponde a la presión que ejercen las moléculas gaseosas de un líquido que se evapora.

La presión de vapor de una disolución es menor que la presión de vapor del solvente puro. Esto se expresa en la Ley de Raoult según:

$$P_1 = X_1 P_1^0 \quad (1)$$

$X_1$  : fracción molar del disolvente

$P_1^0$  : presión parcial del solvente puro

$P_1$  : presión parcial de la disolución

Para relacionar la presión de vapor con el soluto, se puede considerar que:  $X_1 = 1 - X_2$ , donde  $X_2$  es la fracción molar del soluto, de acuerdo a esto, reemplazando en (1):

$$P_1 = (1 - X_2) P_1^0$$

$$P_1 = P_1^0 - X_2 P_1^0$$

$$P_1^0 - P_1 = X_2 P_1^0 \quad \text{Como } P_1^0 - P_1 = \Delta P_1^0, \text{ entonces:}$$

$$\Delta P = X_2 P_1^0 \quad (2)$$

En la expresión (2) se obtiene una relación directa entre la variación de la presión de vapor y la fracción molar del soluto.

##### Aumento en el punto de ebullición

El punto de ebullición es la temperatura de equilibrio entre el estado líquido y el estado gaseoso de una sustancia, a presión atmosférica.

El punto de ebullición de una disolución es mayor que el punto de ebullición del solvente puro.

El aumento del punto de ebullición se expresa por:

$$\Delta T_e = k_e m \quad (3)$$

$$\Delta T_e = T_e - T_e^0 \quad (4)$$

$T_e^0$  : temperatura de ebullición del solvente puro.

$T_e$  : temperatura de ebullición de la disolución.

$m$  : molalidad de la disolución.

$k_e$  : constante ebulloscópica del solvente puro.

##### Disminución en el punto de congelación

El punto de congelación es la temperatura de equilibrio entre el estado sólido y el estado líquido de una sustancia.

El punto de congelación de una disolución es menor que el punto de congelación de un solvente puro. La disminución del punto de congelación se expresa por:

$$\Delta T_c = k_c m \quad (5)$$

$$\Delta T_c = T_c^0 - T_c \quad (6)$$

$T_c^0$  : temperatura de congelación del solvente puro.

$T_c$  : temperatura de congelación de la disolución.

$m$  : molalidad de la disolución.

$k_c$  : constante crioscópica del solvente puro.

### Presión osmótica

Es la presión necesaria para impedir la osmosis, es decir, impedir el paso de moléculas de solvente a través de una membrana semipermeable. La expresión para calcular la presión osmótica de una disolución es:

$$\pi = CRT \quad (7)$$

$\pi$ : presión osmótica (atm)

C: concentración molar de la disolución (mol/L)

R: constante de los gases (0,082 atm L/mol K)

T: temperatura absoluta (K)

### ¿Cómo determinar las propiedades coligativas en una disolución de un soluto iónico o electrolito?

En el caso de solutos iónicos o electrolitos, las expresiones de las propiedades coligativas se deben ajustar, debido a la mayor cantidad de partículas de soluto presentes, a través del factor de van't Hoff (i), que se determina por:

$$i = \frac{\text{número de iones en la disolución}}{\text{número de moléculas iniciales}} \quad (8)$$

Las ecuaciones para determinar las propiedades coligativas aplicando el factor de van't Hoff son:

$$\Delta T_e = i k_e m \quad (9) \quad \Delta T_c = i k_c m \quad (10) \quad \pi = i CRT \quad (11)$$

### Ejemplos

1- Determinar el descenso en la presión de vapor de una disolución acuosa que contiene 60 g de glucosa en 250 mL de agua a 25 °C. Considere que la presión de vapor del agua pura a 25 °C es 23,76 mm de Hg (densidad del agua 1 g/mL).

#### Desarrollo:

a) Determinar la fracción molar del soluto, siendo n la cantidad de soluto o solvente en mol.

$$n \text{ de glucosa} = \frac{60 \text{ g}}{180 \text{ g/mol}} = 0,33 \text{ mol}$$

$$n \text{ total} = 0,33 + 13,9 = 14,2$$

$$n \text{ de agua} = \frac{250 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 13,9 \text{ mol}$$

$$X_2 = \frac{n \text{ de glucosa}}{n \text{ totales}} = \frac{0,33}{14,2} = 0,023$$

b) Calcular la variación de la presión de vapor a partir de la ecuación (2)

$$\Delta P = X_2 P_1^0 \implies \Delta P = 0,023 \times 23,76 = 0,55 \text{ mm de Hg}$$

La presión de vapor del agua disminuyó en 0,55 mm de Hg.

2- Determinar el punto de ebullición y el punto de congelación de una disolución que contiene 60 g de glucosa (masa molar = 180 g/mol) en 400 mL de agua. ( $k_{e \text{ agua}} = 0,52 \text{ }^\circ\text{C/m}$ ;  $k_{c \text{ agua}} = 1,86 \text{ }^\circ\text{C/m}$ ;  $T_{e \text{ agua}}^0 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $T_{c \text{ agua}}^0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ )

#### Desarrollo

a) Calcular la molalidad de la disolución.

$$m = \frac{n \text{ soluto}}{\text{masa solvente en kg}}$$

$$n = \frac{\text{masa soluto}}{\text{masa molar soluto}} = \frac{60 \text{ g}}{180 \text{ g/mol}}$$

$$n = 0,33 \text{ mol}$$

$$m = \frac{0,33 \text{ mol}}{0,4 \text{ kg}} = 0,83 \text{ mol/kg}$$

#### Cálculo de Punto de ebullición

$$\Delta T_e = k_e m \quad (3)$$

$$\Delta T_e = 0,52 \times 0,83$$

$$\Delta T_e = 0,43$$

$$\Delta T_e = T_e - T_e^0 \quad (4)$$

$$0,43 = T_e - 100$$

$$T_e = 0,43 + 100$$

$$T_e = 100,43 \text{ }^\circ\text{C}$$

#### Cálculo de Punto de congelación

$$\Delta T_c = k_c m \quad (5)$$

$$\Delta T_c = 1,86 \times 0,83$$

$$\Delta T_c = 1,5$$

$$\Delta T_c = T_c^0 - T_c \quad (6)$$

$$1,5 = 0 - T_c$$

$$T_c = 0 - 1,5$$

$$T_c = -1,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

3- Determinar el punto de ebullición y el punto de congelación de una disolución de NaCl de concentración 0,1 mol/kg de agua.

#### Cálculo del factor de van't Hoff

El NaCl se disocia en  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , es decir 2 iones, por lo tanto:

$$i = \frac{\text{número de iones en la disolución}}{\text{número de moléculas iniciales}}$$

$$i = \frac{2(0,1)}{0,1} = 2$$

#### Cálculo de Punto de ebullición

$$\Delta T_e = i k_e m \quad (9)$$

$$\Delta T_e = 2 (0,52 \times 0,1)$$

$$\Delta T_e = 0,10$$

$$\Delta T_e = T_e - T_e^0 \quad (4)$$

$$0,104 = T_e - 100$$

$$T_e = 0,10 + 100$$

$$T_e = 100,10 \text{ }^\circ\text{C}$$

#### Cálculo de Punto de congelación

$$\Delta T_c = i k_c m \quad (10)$$

$$\Delta T_c = 2 (1,86 \times 0,1)$$

$$\Delta T_c = 0,37$$

$$\Delta T_c = T_c^0 - T_c \quad (6)$$

$$0,372 = 0 - T_c$$

$$T_c = 0 - 0,37$$

$$T_c = -0,37 \text{ }^\circ\text{C}$$

4- Calcular la presión osmótica de una disolución de sacarosa 0,2 mol/L a 20 °C y de una disolución de NaCl 0,2 mol/L, a la misma temperatura.

#### Cálculo de la presión osmótica de la disolución de sacarosa

$$\pi = CRT \quad (7)$$

$$\pi = 0,2 \times 0,082 \times 293$$

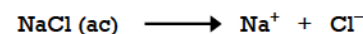
$$\pi = 4,8 \text{ atm}$$

#### Cálculo de la presión osmótica de la disolución de NaCl

a) Cálculo del factor de van't Hoff (i)

$$i = \frac{\text{número de iones en la disolución}}{\text{número de moléculas iniciales}}$$

Disociación del NaCl:



$$i = \frac{2(0,2)}{0,2} = 2$$

b) Cálculo de la presión osmótica

$$\pi = i CRT \quad (11)$$

$$\pi = 2(0,2 \times 0,082 \times 293)$$

$$\pi = 9,6 \text{ atm}$$

# EL QUE SABE GANA!

ÉSTE ES EL PRIMER  
CÓDIGO **QR**,  
ESCANÉALO  
Y RESPONDE LAS  
PREGUNTAS PSU.



Podrás ganar premios semanales y  
un IPAD2 como gran premio final.

MÁS INFORMACIÓN EN: [WWW.PSU.ELMERCURIO.COM](http://WWW.PSU.ELMERCURIO.COM)



  
**EL MERCURIO**  
Acompaña tu educación