

© International Baccalaureate Organization 2023

All rights reserved. No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2023

Tous droits réservés. Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2023

Todos los derechos reservados. No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.



Química Nivel Superior Prueba 2

3 de noviembre de 2023

Zona A mañana | **Zona B** mañana | **Zona C** mañana

Número de convocatoria del alumno

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2 horas 15 minutos

Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de Química** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[90 puntos]**.



Conteste **todas** las preguntas. Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.

1. El ácido metanoico (HCOOH) es el primer miembro de la serie homóloga de los ácidos carboxílicos.

(a) Resuma el significado del término “serie homóloga”.

[1]

.....
.....
.....

(b) Calcule el porcentaje, en masa, de oxígeno en el ácido metanoico.

[2]

.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

(c) El ácido metanoico y el etanal (CH_3CHO) contienen un grupo carbonilo y tienen masas molares similares.

(i) Explique por qué el punto de ebullición del etanal es mucho menor que el del ácido metanoico, en función de la intensidad de las fuerzas intermoleculares entre las moléculas.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Resuma por qué el etanal y el ácido metanoico son ambos completamente miscibles en agua.

[1]

.....

.....

.....

(iii) Prediga, dando una explicación, la conductividad eléctrica relativa de soluciones de ácido metanoico, etanal y ácido clorhídrico de la misma concentración.

[3]

Conductividad eléctrica relativa: _____ < _____ < _____

Explicación:

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

(d) El ácido metanoico actúa como un ácido monobásico débil en solución acuosa.

- (i) Se prepararon $2,00 \text{ dm}^3$ de una solución de ácido metanoico, y se encontró que $25,0 \text{ cm}^3$ de esta solución requerían exactamente $20,7 \text{ cm}^3$ de hidróxido de sodio acuoso $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ para convertirlo completamente en metanoato de sodio, HCOONa . Calcule la masa de ácido metanoico usada para preparar la solución. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Determine el pH de la solución de ácido metanoico. Use la sección 21 del cuadernillo de datos. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) Prediga, usando una ecuación, si el pH de la solución de metanoato de sodio formada será mayor, menor o igual a 7. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (iv) Explique por qué los dos enlaces carbono-oxígeno del ion metanoato tienen igual longitud, y compare su longitud con la de los enlaces carbono-oxígeno en el ácido metanoico.

[2]

.....

.....

.....

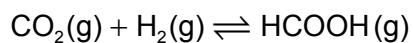
.....



28EP05

Véase al dorso

2. El ácido metanoico se puede producir por hidrogenación del dióxido de carbono de acuerdo con el equilibrio



- (a) Explique por qué este proceso se ha investigado extensamente en años recientes. [2]

.....
.....
.....
.....

- (b) Indique la expresión de la constante de equilibrio para esta reacción. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

(c) Las entalpías de enlace son útiles para calcular aproximadamente las variaciones de entalpía de las reacciones.

(i) Determine la variación de entalpía, ΔH^\ominus , de esta reacción, usando la sección 11 del cuadernillo de datos.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Suponiendo una incertidumbre del 0,1 % para cada entalpía de enlace, determine la incertidumbre porcentual resultante de la variación de entalpía calculada para la reacción.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(iii) Las entalpías de enlace son generalmente valores aproximados. Identifique cuál de las entalpías de enlace que acaba de utilizar es en realidad un valor exacto, y dé una razón para su elección.

[1]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (d) Sugiera por qué la temperatura tiene un efecto muy pequeño sobre el valor de la constante de equilibrio.

[1]

.....

.....

- (e) Calcule la variación de entropía estándar, ΔS^\ominus , de la reacción. Use datos de la sección 12 del cuadernillo de datos y los valores dados:

[1]

	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{HCOOH}(\text{g})$
S^\ominus	$130,7 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	$251,0 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

.....

.....

.....

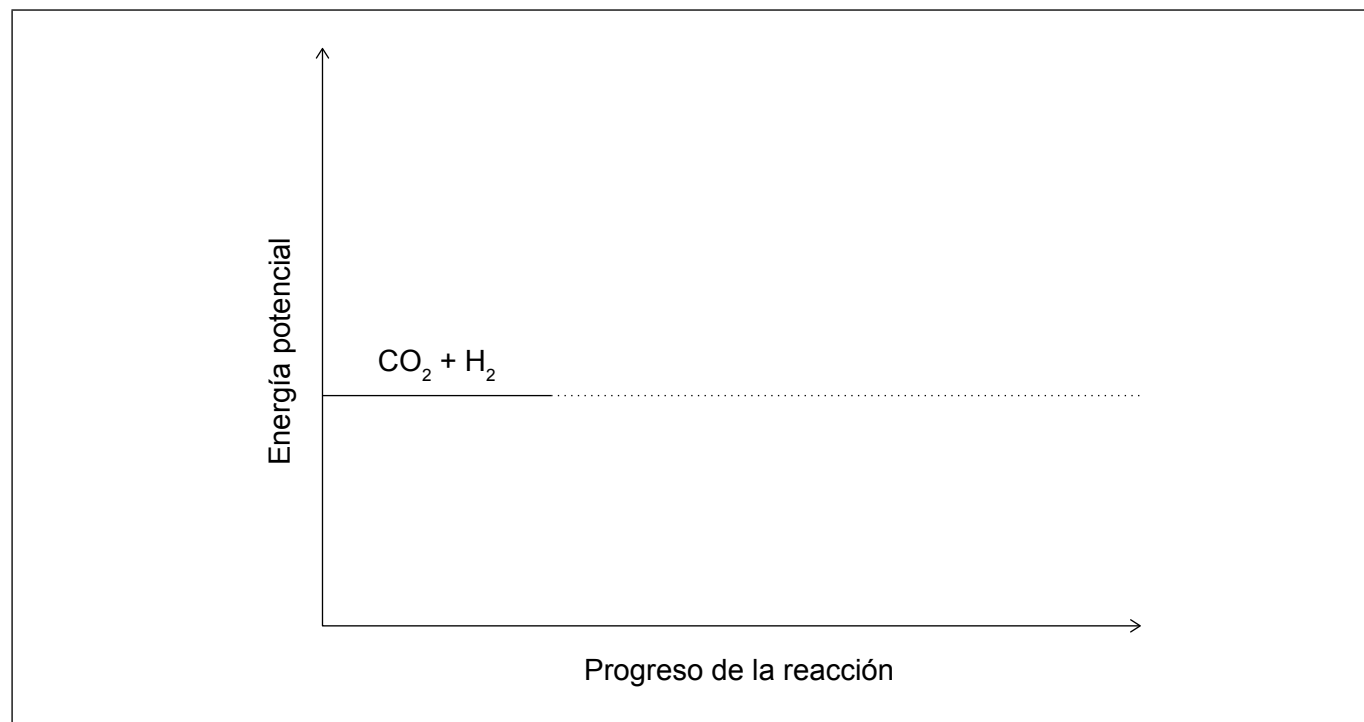
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (f) La conversión de dióxido de carbono en ácido metanoico se lleva a cabo generalmente sobre un catalizador a base de iridio.
- (i) Dibuje aproximadamente, sobre los ejes proporcionados, perfiles de energía de ambas reacciones, con y sin catalizador, indicando ΔH y las energías de activación. [3]



- (ii) Indique **un** cambio, distinto de llevar a cabo la reacción sobre catalizador a elevada temperatura, que incrementaría la velocidad de la reacción. [1]

.....

.....

- (g) Determine el estado de oxidación del carbono en el ácido metanoico. [1]

.....

.....



3. El ácido metanoico se puede convertir en metanoato de metilo, HCOOCH_3 .

(a) Indique el nombre del reactivo y catalizador requerido.

[2]

Reactivo:

Catalizador:

(b) Se producen 1,72 g de metanoato de metilo a partir de 2,83 g de ácido metanoico y exceso del otro reactivo. Determine el rendimiento porcentual.

[2]

.....

(c) La conversión de ácido metanoico a metanoato de metilo se puede seguir mediante cambios espectrales.

(i) Indique **una** semejanza y **una** diferencia que espera encontrar en el espectro infrarrojo (IR) del ácido metanoico y del metanoato de metilo en la región de $1500\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$. Use la sección 26 del cuadernillo de datos.

[2]

Semejanza:

.....

Diferencia:

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (ii) Deduzca, haciendo referencia a la curva de integración, si el espectro de RMN de ^1H que se muestra es el del ácido metanoico o el del metanoato de metilo. [1]

Eliminado por motivos relacionados
con los derechos de autor

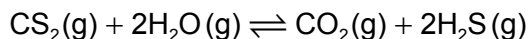
.....
.....

- (d) Indique la clase de compuestos a la que pertenece el metanoato de metilo. [1]

.....
.....



4. El disulfuro de carbono, CS_2 , sufre hidrólisis en fase gaseosa de acuerdo con la siguiente ecuación total



- (a) (i) Calcule la variación de entalpía de esta reacción a partir de los datos de la sección 12 del cuadernillo de datos y los valores dados:

[2]

	$\text{CS}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$
ΔH_f^\ominus	+88,7 kJ mol ⁻¹	-20,6 kJ mol ⁻¹

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Resuma por qué para esta reacción esperarías una variación de entropía bastante pequeña.

[1]

.....

.....

- (iii) Despreciando cualquier variación de entropía, use su respuesta a 4(a)(i) y las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos para estimar la constante de equilibrio, K_c , a 500 K.

(Si no obtuvo una respuesta en 4(a)(i), use un valor de -50,0 kJ mol⁻¹, aunque esta no es la respuesta correcta.)

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

(iv) Las concentraciones de las especies implicadas en el equilibrio son:

$\text{CS}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$
$0,0400 \text{ mol dm}^{-3}$	$0,100 \text{ mol dm}^{-3}$	$x \text{ mol dm}^{-3}$	$2x \text{ mol dm}^{-3}$

Calcule el valor numérico de x , la concentración de dióxido de carbono en el equilibrio, usando su respuesta en 4(a)(iii).

(Si no obtuvo respuesta en 4(a)(iii), entonces use un valor de $1,68 \times 10^5$, aunque esta no es la respuesta correcta.)

[2]

(b) Deduzca las geometrías moleculares del CS_2 y el H_2S , y la razón por la cual son diferentes.

[2]

Geometría molecular del CS_2 :

Geometría molecular del H_2S :

Razón de la diferencia:

.....

(Esta pregunta continúa en la página 15)



No escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en
esta página no serán corregidas.



(Pregunta 4: continuación)

- (c) El azufre tiene numerosos isótopos naturales y una muestra de azufre fue enriquecida con $^{36}_{16}\text{S}$, para producir una mezcla con la siguiente composición:

Isótopo	Porcentaje
$^{32}_{16}\text{S}$	90 %
$^{33}_{16}\text{S}$	1 %
$^{34}_{16}\text{S}$	4 %
$^{36}_{16}\text{S}$	5 %

- (i) Calcule la masa atómica relativa de esta muestra enriquecida, corregida a dos cifras decimales.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) En el azufre en estado natural, la abundancia relativa del isótopo $^{36}_{16}\text{S}$ es solo del 0,0100 %. Calcule el número de átomos de este isótopo presentes en 1,00 g de azufre natural. Use las secciones 2 y 6 del cuadernillo de datos.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



5. El berilio es un metal de baja densidad que se usa en aleaciones livianas especiales.

(a) El berilio tiene una estructura cristalina.

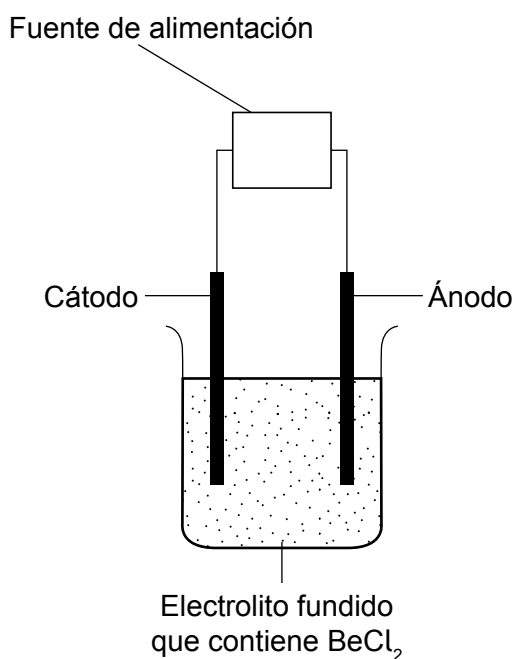
(i) Indique la técnica que usaría para determinar la estructura cristalina del berilio. [1]

.....

(ii) Resuma la atracción electrostática en la estructura cristalina del berilio. [1]

.....

(b) La producción de berilio se ilustra en el diagrama.



(i) Resuma por qué el BeCl_2 fundido se considera un electrolito. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (ii) Identifique el electrodo en el cual se producirá berilio y la polaridad de dicho electrodo.

[1]

Electrodo:

Polaridad:

- (iii) Escriba una ecuación ajustada para la reacción que se produce en el otro electrodo, distinto al que identificó en 5(b)(ii).

[1]

.....
.....

- (iv) Calcule la masa de berilio que se produciría por el pasaje de $1,00 \times 10^6$ Coulomb de carga eléctrica. Use las secciones 2 y 6 del cuadernillo de datos.

[2]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

(c) El berilio forma un cloruro, BeCl_2 .

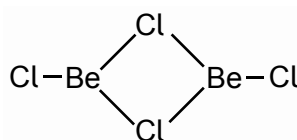
(i) Dibuje la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) de la molécula de BeCl_2 . [1]

(ii) Resuma cómo la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) de la molécula de BeCl_2 se diferencia de la mayoría de las estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos). [1]

.....

.....

(d) El cloruro de berilio, BeCl_2 , se dimeriza parcialmente en fase gaseosa para producir esta molécula:



(i) Identifique la hibridación del átomo de berilio en el dímero, Be_2Cl_4 . [1]

.....

.....

(ii) Describa las interacciones entre los monómeros BeCl_2 para formar el dímero en términos ácido-base de Lewis. [1]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

(e) El cloruro de hierro (III) también existe como dímero en fase vapor, pero el hierro, a diferencia del berilio es un elemento de transición.

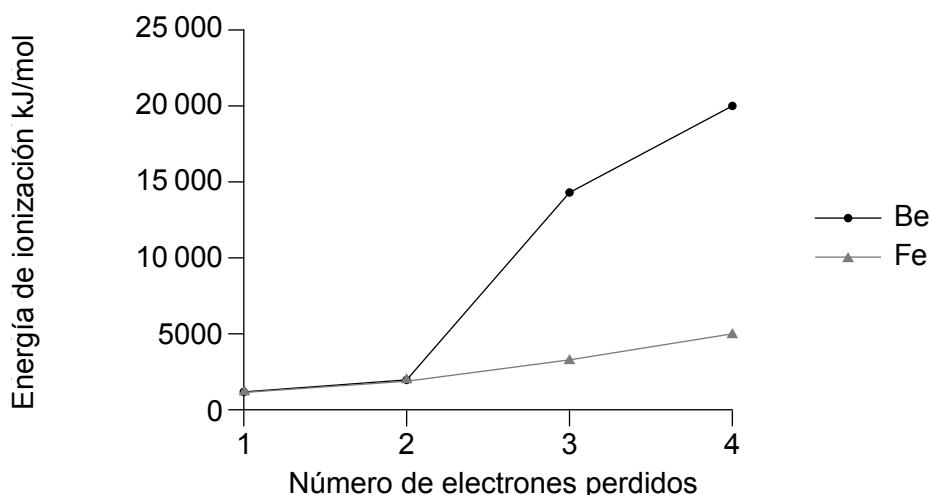
(i) Resuma, en términos de su estructura electrónica, qué identifica a un elemento de transición. [1]

.....

.....

.....

(ii) Se muestran las cuatro primeras energías de ionización del berilio y del hierro.



Una propiedad común de los elementos de transición es que tienen estados de oxidación variables. Discuta, haciendo referencia al gráfico, por qué el hierro, pero no el berilio presenta esta característica. [3]

.....

.....

.....

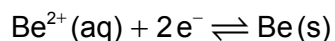
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



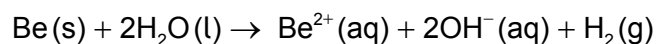
(Pregunta 5: continuación)

- (f) El potencial de electrodo estándar, E° , de



es $-1,85\text{V}$.

- (i) Calcule el potencial de la pila para la reacción



Use la sección 24 del cuadernillo de datos.

[1]

.....

- (ii) Deduzca, dando una razón, si esta reacción es termodinámicamente espontánea. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (g) Explique, en términos de la carga nuclear, las subcapas electrónicas y el apantallamiento proporcionado por las capas de electrones completas, por qué la energía de primera ionización aumenta del Li al Be, pero disminuye del Be al B.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (h) Resuma por qué la energía de primera ionización del berilio se puede calcular a partir de su espectro atómico de emisión.

[1]

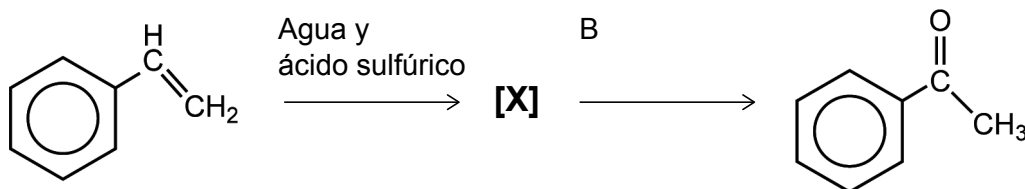
.....

.....



6. La feniletanona es un compuesto perfumado que existe de forma natural en las frutas como las bananas o manzanas.

(a) La feniletanona se puede sintetizar por medio de un proceso de dos etapas a partir del fenileteno:



(i) Dibuje la fórmula estructural del compuesto intermediario **[X]**. [1]

(ii) Resuma por qué el compuesto intermediario, **[X]**, puede presentar estereoisomería. [1]

.....

.....

(iii) Indique el reactivo requerido para la segunda etapa de síntesis, B. [1]

.....

.....

(iv) Determine el compuesto que se formará en menor proporción en esta síntesis de dos etapas, y resuma por qué se producirá. [2]

.....

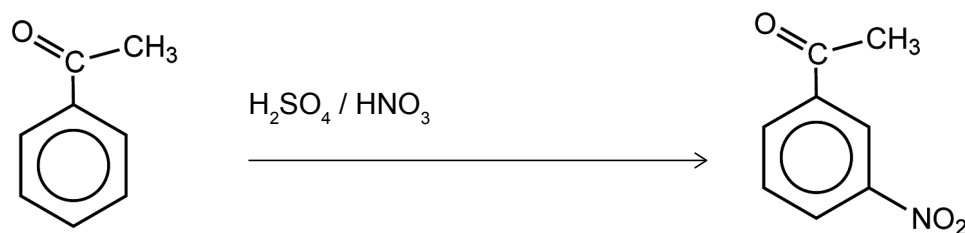
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

- (b) Cuando se calienta con una mezcla de ácidos sulfúrico y nítrico concentrados, la feniletanona se nitrta, de forma similar al benceno, para formar 3-nitrofeniletanona.



- (i) Escriba la fórmula del electrófilo producido en esta mezcla ácida. [1]

.....

- (ii) Explique el mecanismo de la reacción entre la feniletanona y el agente nitrante, usando flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos. [4]

(Esta pregunta continúa en la página 25)



No escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en
esta página no serán corregidas.



(Pregunta 6: continuación)

- (c) Los químicos tienen una “regla del pulgar” que aumentando la temperatura en 10°C se duplica la velocidad de reacción. Deduzca la energía de activación, en kJ mol^{-1} , suponiendo que un aumento de temperatura de 25°C a 35°C duplica la velocidad de esta reacción. Use las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Referencias:

© Organización del Bachillerato Internacional, 2023



28EP26

No escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en
esta página no serán corregidas.



28EP27

No escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en
esta página no serán corregidas.



28EP28