

Química
Nivel superior
Prueba 3

Jueves 17 de mayo de 2018 (mañana)

Número de convocatoria del alumno

1 hora 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.
- 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 **[45 puntos]**.

Sección A	Preguntas
Conteste todas las preguntas.	1 – 2

Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Materiales	3 – 6
Opción B — Bioquímica	7 – 12
Opción C — Energía	13 – 18
Opción D — Química medicinal	19 – 27



Sección A

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

1. La tabla resume algunas propiedades del grafito y el grafeno.

Propiedad	Grafito	Grafeno
Deslocalización (hibridación)	Sí (sp^2)	Sí (sp^2)
Movilidad electrónica / $cm^2V^{-1}s^{-1}$	1800	15 000–200 000
Longitud media de enlace / nm	0,142	0,142
Distancia entre capas / nm	0,335	No aplicable (N/A)
Resistencia a la tensión / Pascal	$4,8-76 \times 10^6$	$1,3 \times 10^{11}$
Densidad / $g\text{ cm}^{-3}$	1,80–2,23	(N/A)
Punto de fusión a $1 \times 10^6\text{ kPa}$ / K	4300	4510
Área superficial específica / m^2g^{-1}	90	2630

[Fuente: © Graphenea. Utilizado con autorización]

(a) (i) El grafeno es un material bidimensional, en lugar de tridimensional.

Justifique esto usando la estructura del grafeno y la información de la tabla. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Muestre que el grafeno es más de 1600 veces más fuerte que el grafito. [1]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (iii) Identifique un valor de la tabla que se pueda usar para respaldar la información sobre el grafeno que se da a continuación.

[1]

Eliminado por motivos relacionados con los derechos de autor

Los electrones en un sólido se encuentran restringidos a ciertos rangos, o bandas, de energía (eje vertical). En un aislante o semiconductor, un electrón unido a un átomo puede liberarse solo si obtiene suficiente energía calórica o al paso de un fotón para saltar el "hueco entre bandas", pero en el grafeno, el hueco es infinitamente pequeño.

.....
.....

- (b) El diamante, el grafeno y el grafito son todos redes sólidas.

Sugiera, dando una razón, la movilidad electrónica en el diamante comparada con la del grafeno.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



Véase al dorso

(Pregunta 1: continuación)

- (c) El punto de fusión del diamante a 1×10^6 kPa es de 4200 K (en ausencia de oxígeno).

Sugiera, basándose en la estructura molecular, por qué el grafeno tiene mayor punto de fusión en esas condiciones.

[2]

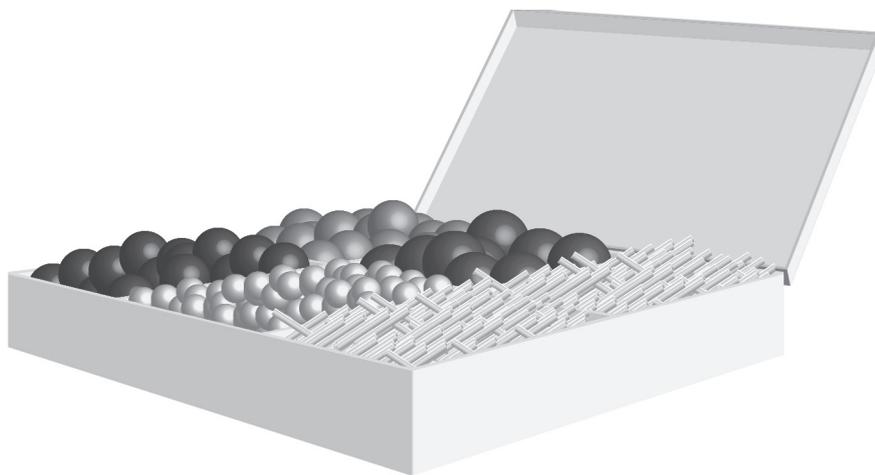
.....

.....

.....

.....

2. Las moléculas orgánicas se pueden visualizar usando modelos tridimensionales como el kit de la figura de abajo.



[Fuente: © Organización del Bachillerato Internacional, 2018]

- (a) Describa **dos** diferencias, distintas del número de átomos, entre los modelos del etano y el eteno contruidos con el kit de la figura.

[2]

.....

.....

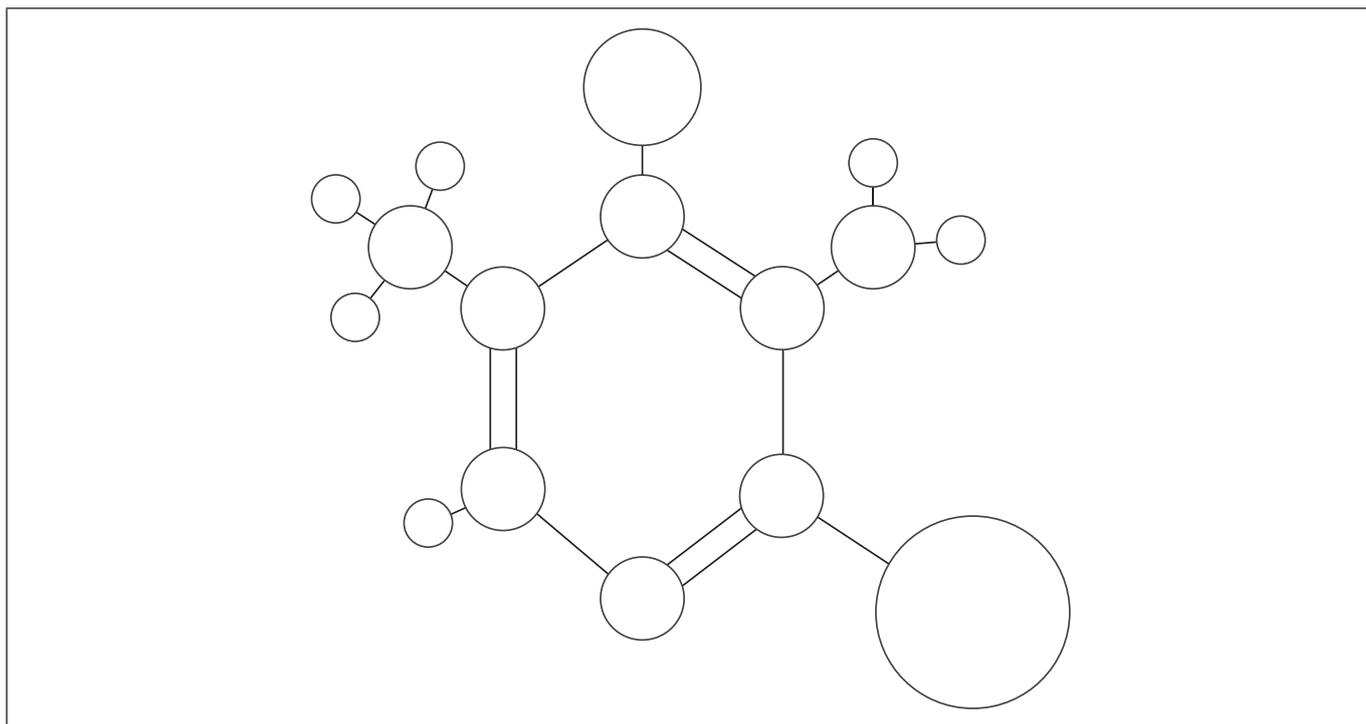
.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)



[Fuente: © Organización del Bachillerato Internacional, 2018]

- (b) (i) El modelo de barras y esferas de arriba es una molécula de piridina sustituida (formada por átomos de carbono, hidrógeno, nitrógeno, bromo y cloro). Todos los átomos están representados de acuerdo con sus tamaños atómicos relativos.

Rotule cada esfera del diagrama como carbono, C, nitrógeno, N, bromo, Br, o cloro, Cl. Excluya los átomos de hidrógeno.

[3]

- (ii) Sugiera **una** ventaja del uso de modelos moleculares generados por computador, en comparación con el modelo 3D de barras y esferas.

[1]

.....

.....

.....

- (iii) La piridina, como el benceno, es un compuesto aromático.

Resume qué se entiende por compuesto aromático.

[1]

.....

.....



Sección B

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

Opción A — Materiales

3. La espectroscopía con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP) usada conjuntamente con la espectrometría de masas (MS) o la espectroscopía de emisión óptica (OES) se pueden usar para identificar y cuantificar elementos de una muestra.

(a) Se puede usar ICP-OES/MS para analizar aleaciones y composites. Distinga entre aleaciones y composites.

[2]

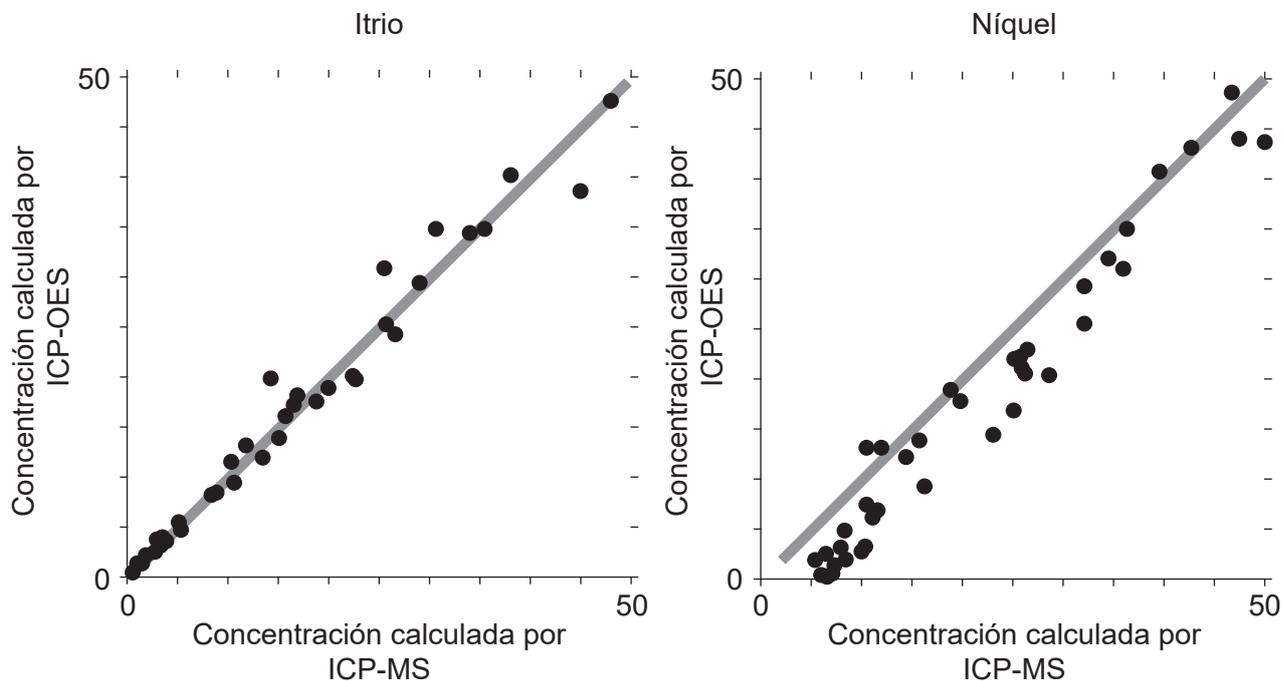
.....
.....
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 3)

(b) Para el análisis, ICP-MS es un modo de referencia. Se obtuvieron las siguientes gráficas de correlación entre ICP-OES e ICP-MS producidas para itrio y níquel.



[Fuente: http://www.emse.fr/~moutte/kola/report/cmp_icpms.htm © Jacques Moutte]

Cada eje y muestra las concentraciones calculadas por ICP-OES; cada eje x muestra las concentraciones para la misma muestra por ICP-MS.

La línea en cada gráfica es $y = x$.

Discuta la efectividad de la ICP-OES para el itrio y el níquel.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



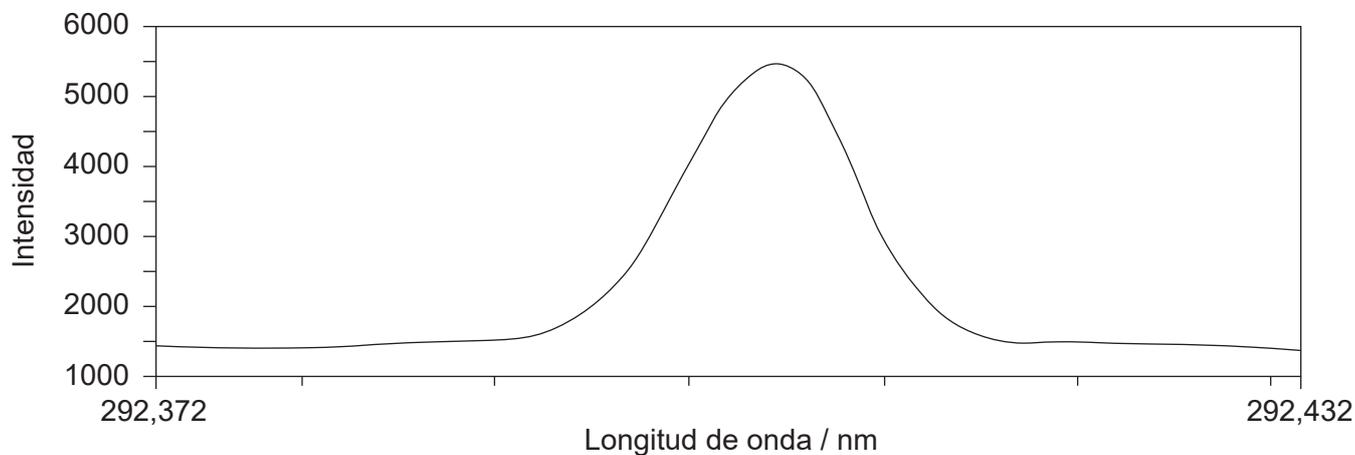
36EP07

Véase al dorso

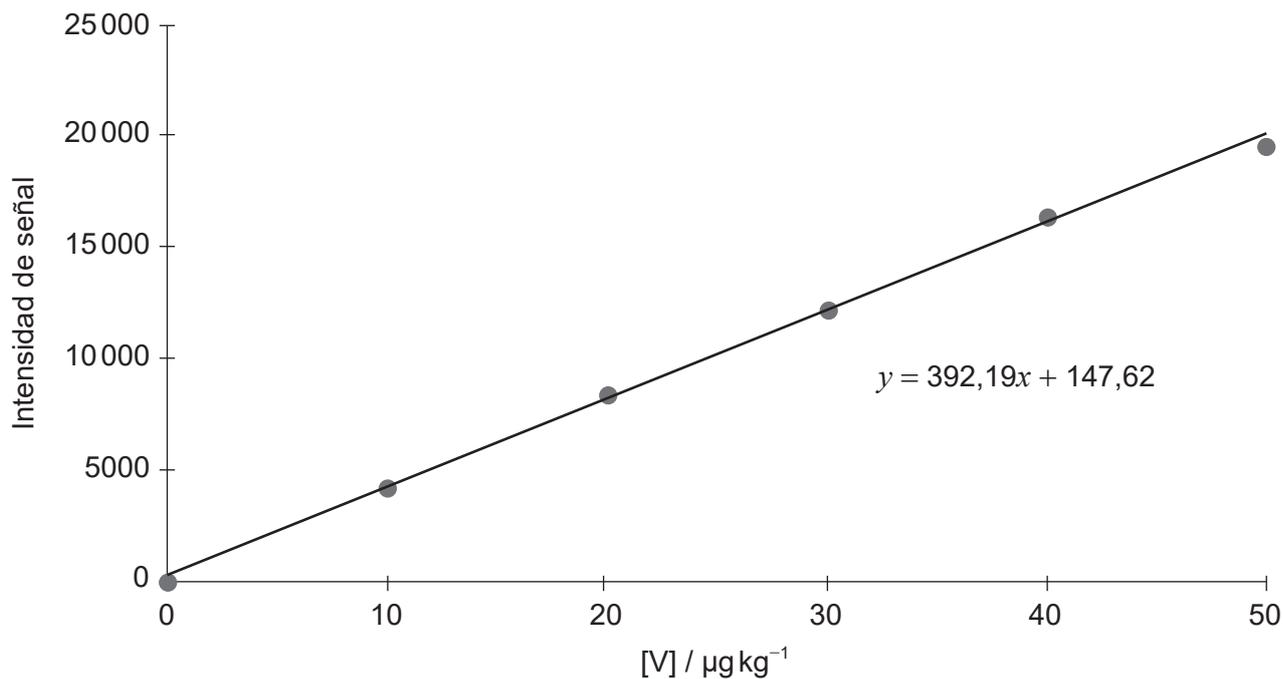
(Continuación: opción A, pregunta 3)

(c) Las siguientes gráficas representan datos obtenidos por ICP-OES en la detección de trazas de vanadio en aceite.

Gráfica 1: Gráfica de calibración y señal para $10 \mu\text{g kg}^{-1}$ de vanadio en aceite



Gráfica 2: Calibración de vanadio en $\mu\text{g kg}^{-1}$



[Fuente: © Agilent Technologies, Inc.1998. Reproducido con autorización, cortesía de Agilent Technologies, Inc.]

(La opción A continúa en la página siguiente)



36EP08

(Continuación: opción A, pregunta 3)

- (i) Identifique el propósito de cada gráfica. [2]

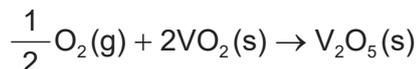
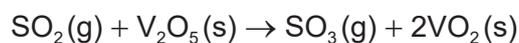
Gráfica 1:
.....
.....

Gráfica 2:
.....
.....

- (ii) Calcule la concentración de vanadio en aceite, en $\mu\text{g kg}^{-1}$, a la intensidad de señal de 14 950, a cuatro cifras significativas. [1]

.....
.....

- (iii) El óxido de vanadio(V) se usa como catalizador en la conversión de dióxido de azufre en trióxido de azufre.



- Resuma cómo el óxido de vanadio(V) actúa como catalizador. [2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

4. El vanadio forma una estructura cristalina cúbica centrada en el cuerpo (BCC), con una longitud de arista de 303 pm (303×10^{-12} m).

(a) (i) Deduzca el número de átomos de vanadio por celda unitaria. [1]

.....

(ii) Calcule el ángulo de difracción de primer orden esperado, en grados, cuando rayos X de longitud de onda 150 pm se dirigen hacia un cristal de vanadio. Suponga que la longitud de la arista del cristal es la misma que la separación entre las capas de átomos de vanadio hallada por medio de la difracción de rayos X. Use la sección 1 del cuadernillo de datos. [2]

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

(iii) Calcule la masa promedio, en g, de un átomo de vanadio usando las secciones 2 y 6 del cuadernillo de datos. [1]

.....
.....

(iv) Determine el volumen, en cm^3 , de una celda unitaria de vanadio. [1]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 4)

- (v) Determine la densidad del vanadio, en g cm^{-3} , usando sus respuestas al apartado (a)(i), (a)(iii) y (a)(iv).

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) El vanadio y otros metales de transición pueden interferir en el metabolismo celular.

Indique y explique **un** proceso, distinto de la creación de radicales libres, por medio del cual los metales de transición pueden interferir en el metabolismo celular.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Los iones vanadio (IV) pueden crear radicales libres por medio de la reacción de Fenton.

Deduzca la ecuación para la reacción del V^{4+} con peróxido de hidrógeno.

[1]

.....

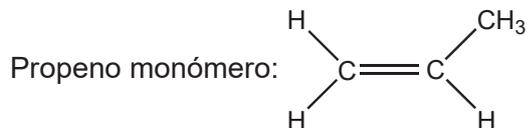
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

5. El propeno puede polimerizarse para formar polipropeno.



(a) Dibuje aproximadamente cuatro unidades que se repiten del polímero polipropeno atáctico e isotáctico.

[2]

Atáctico:

Isotáctico:

(b) Compare **dos** maneras en que el reciclaje se diferencia de la reutilización de plásticos.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 5)

(c) (i) Distinga entre la fabricación de poliéster y polieteno. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Las civilizaciones generalmente se caracterizan por los materiales que usan.

Sugiera una ventaja que tienen los polímeros sobre los materiales de la Edad de Hierro.

[1]

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



36EP13

Véase al dorso

(Opción A: continuación)

6. La deposición química en fase vapor (CVD) produce nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) de tamaño más apropiado para ser usados en cristales líquidos que los producidos por descarga de arco.

(a) Indique la fuente de carbono para los MWCNT producidos por descarga de arco y por CVD. [2]

Descarga de arco:

.....

CVD:

.....

(b) El tamaño de los MWCNT es muy pequeño y pueden aumentar enormemente la velocidad de intercambio en un cristal líquido permitiendo que el cristal líquido cambie de orientación rápidamente.

Discuta **otras dos** propiedades que debe tener una sustancia para ser adecuada para el uso en pantallas de cristal líquido. [2]

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

Fin de la opción A



(Continuación: opción B, pregunta 7)

- (d) Resuma **un** impacto que ha tenido el etiquetado sobre el consumo de alimentos que contienen diferentes tipos de lípidos.

[1]

.....

.....

.....

- (e) Determine, con el número correcto de cifras significativas, la energía producida por la respiración de 29,9g de $C_5H_{10}O_5$.

$$\Delta H_c (C_5H_{10}O_5) = 205,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Opción B: continuación)

8. Los aminoácidos son los ladrillos que forman las proteínas.

- (a) Dibuje el dipéptido representado por la fórmula Ala-Gly, usando la sección 33 del cuadernillo de datos. [2]

- (b) Deduzca el número de señales en la RMN de ¹H producidas por la forma zwitterión de la alanina. [1]

.....

.....

.....

- (c) Dibuje las estructuras de las principales formas de la glicina en soluciones tampón de pH 1,0 y 6,0. El pK_a de la glicina es 2,34. [2]

pH = 1,0	pH = 6,0

- (d) Calcule el pH de un sistema tampón con una concentración de ácido carbónico de $1,25 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ e hidrógenocarbonato de sodio $2,50 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$. Use la sección 1 del cuadernillo de datos. [1]
pK_a (ácido carbónico) = 6,36

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 8)

- (e) Dibuje aproximadamente las representaciones de cuña y guión (3D) de los enantiómeros de la alanina.

[1]

- (f) La espectroscopía UV-visible se puede usar para determinar la concentración desconocida de una sustancia en solución.

Calcule la concentración de una muestra desconocida de pepsina que presenta una absorbancia de 0,725. Use la sección 1 del cuadernillo de datos.

Longitud de la celda = 1,00 cm

Absortividad molar (coeficiente de extinción) de la muestra = $49650 \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

[1]

.....

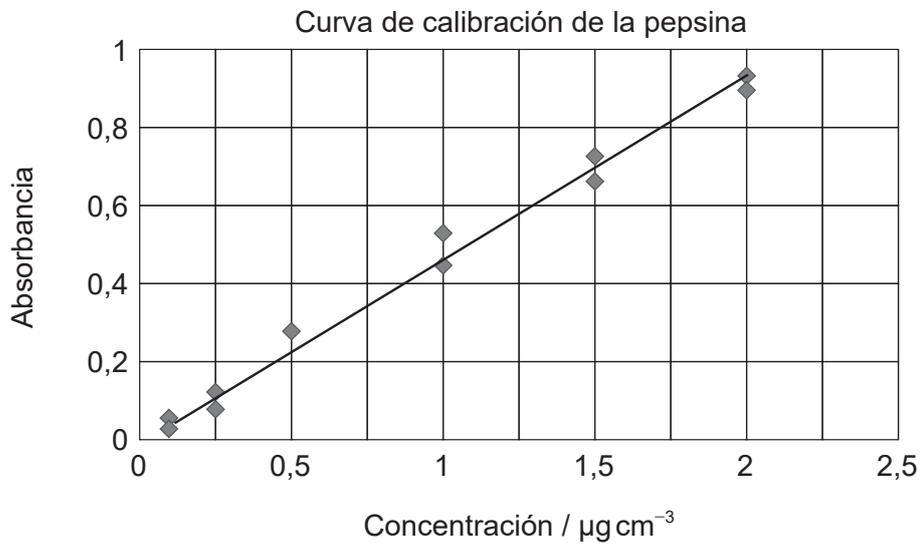
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 8)

- (g) Una serie de diferentes muestras de pepsina se usan para desarrollar una curva de calibración.



[Fuente: https://openwetware.org/wiki/File:Calibration_Curve_for_Pepsin_DML_2013_09_10.png.
Imagen por Daniel-Mario Larco]

Estime, a partir de la gráfica, la concentración de una muestra desconocida de pepsina cuya absorbancia es de 0,30.

[1]

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



36EP19

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

9. La química ecológica reduce la producción de materiales peligrosos y residuos químicos.

Resume **dos** ejemplos específicos o procesos tecnológicos que muestren cómo la química ecológica ha conseguido reducir este impacto ambiental.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. (a) Explique la solubilidad de las vitaminas A y C, usando la sección 35 del cuadernillo de datos.

[2]

Vitamina A:

.....

.....

Vitamina C:

.....

.....

(b) Explique cómo la estructura de la vitamina A es importante en la visión usando la sección 35 del cuadernillo de datos.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

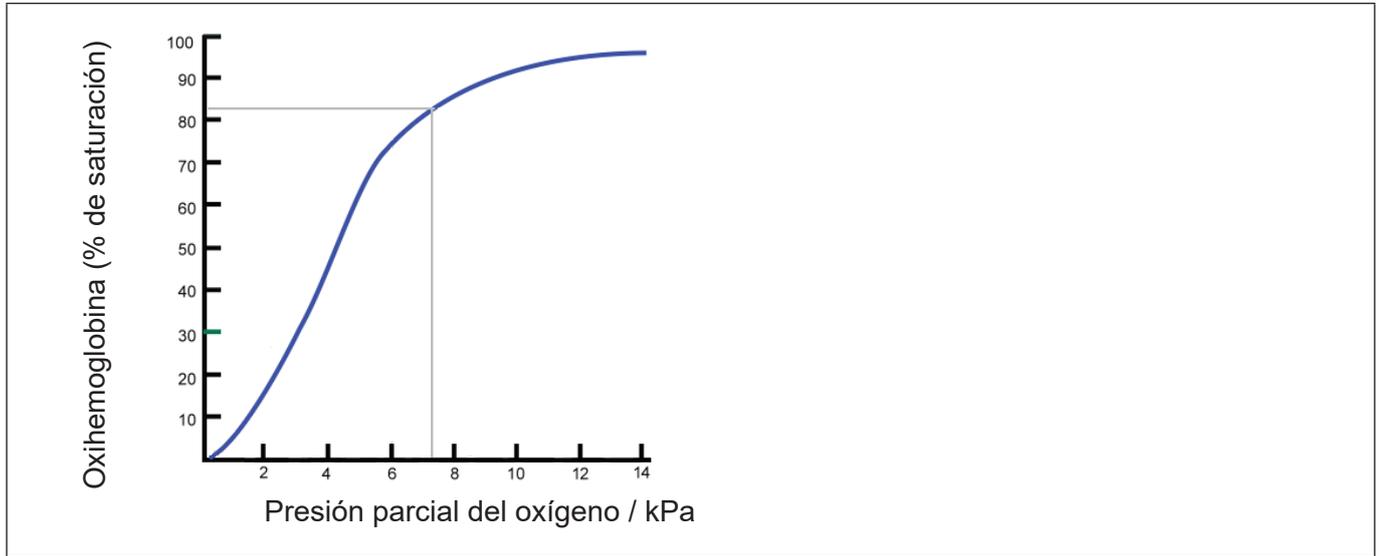
(La opción B continúa en la página siguiente)



(Opción B: continuación)

11. La hemoglobina contiene un ion hierro que se puede unir al oxígeno como parte del proceso de respiración.

(a) A continuación se muestra la curva de disociación del oxígeno de la hemoglobina a una temperatura dada. Dibuje aproximadamente en la gráfica, una curva a mayor temperatura. [1]



[Fuente : adaptado de Ratzniun/Wikipedia]

(b) Resuma **dos** diferencias entre la hemoglobina normal y la hemoglobina fetal. [2]

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

12. El ADN es un biopolímero formado por nucleótidos. Enumere **dos** componentes de un nucleótido. [2]

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

Fin de la opción B



36EP21

Véase al dorso

Opción C — Energía

13. El petróleo crudo es una fuente de energía útil.

(a) Resuma **dos** razones por las que el petróleo es una de las fuentes de energía mundiales más importantes.

[2]

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

(b) (i) Resuma cómo los combustibles con mayor número de octano ayudan a eliminar el “golpeteo” en los motores.

[1]

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

(ii) El rendimiento de los hidrocarburos como combustibles se puede mejorar por medio de reformado catalítico.

Resuma cómo el reformado catalítico aumenta el número de octano del combustible.

[1]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 13)

- (c) Las pilas de combustible tienen mayor eficiencia termodinámica que el octano. La siguiente tabla da alguna información sobre una pila de combustible directa de metanol.

Reacción en el ánodo	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 6\text{H}^+(\text{aq}) + 6\text{e}^- + \text{CO}_2(\text{g})$	
Reacción en el cátodo	$\frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) + 6\text{e}^- \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	
Ecuación neta	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{aq}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\Delta H = -726 \text{ kJ mol}^{-1}$

Determine la eficiencia termodinámica de una pila de combustible de metanol que funciona a 0,576 V. Use las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

14. El dióxido de carbono es un producto de la combustión de la gasolina.

- (a) Explique el mecanismo molecular por medio del cual el dióxido de carbono actúa como gas que causa efecto invernadero.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 14)

- (b) Discuta la importancia de **dos** gases de efecto invernadero, diferentes del dióxido de carbono, que causen calentamiento global o cambio climático. [2]

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

15. El proceso de convertir calor en electricidad está limitado por su eficiencia térmica (Carnot).

$$\text{Eficiencia térmica} = \frac{\text{temp. del vapor en la fuente (K)} - \text{temp. del disipador térmico (K)}}{\text{temp. del vapor en la fuente (K)}} \times 100$$

- (a) Calcule la eficiencia térmica de una turbina de vapor alimentada con vapor a 540°C y que usa un río a 23°C como disipador térmico. [1]

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

- (b) Las plantas generadoras de electricidad por combustión de carbón para hervir agua operan aproximadamente a 35% de eficiencia.

Indique qué significa esto y sugiera por qué es menor que la eficiencia térmica. [2]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

16. La energía nuclear es otra fuente de energía.

(a) Compare y contraste los procesos de fusión nuclear y fisión nuclear.

[3]

Una semejanza:

.....
.....

Dos diferencias:

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

(b) El período de semirreacción del dubnio-261 es de 27 segundos y el rutherfordio-261 tiene un período de semirreacción de 81 segundos.

Estime la fracción del isótopo dubnio-261 remanente en el mismo tiempo que se desintegra la $\frac{3}{4}$ parte del rutherfordio-261.

[1]

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

(c) Los átomos de ^{235}U se pueden usar en los reactores nucleares mientras que los de ^{238}U no. Se usa una centrífuga para separar los isótopos.

(i) Calcule la velocidad de efusión relativa del $^{235}\text{UF}_6(\text{g})$ a $^{238}\text{UF}_6(\text{g})$ usando las secciones 1 y 6 del cuadernillo de datos.

[2]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



36EP25

Véase al dorso

(Continuación: opción C, pregunta 16)

- (ii) Explique, basándose en la estructura molecular y el enlace, por qué se puede usar la difusión o centrifugación para el enriquecimiento del UF_6 pero no para el UO_2 .

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

17. Un método de producción de biodiesel es el proceso de transesterificación.

- (a) Deduzca la ecuación para la reacción de transesterificación del octanoato de pentilo, $C_7H_{15}COOC_5H_{11}$, con metanol.

[1]

.....

.....

.....

- (b) Resuma por qué el éster, producto de esta reacción, es mejor combustible diesel que el octanoato de pentilo.

[1]

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

18. La conductividad de un semiconductor de germanio se puede incrementar dopándolo.

- (a) Dibuje la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) de un elemento adecuado para el dopaje en la casilla central, e identifique el tipo de semiconductor formado.

[2]

Tipo de semiconductor:
.....

[Fuente: <http://www.radartutorial.eu/21.semiconductors/hl07.tr.html> por Christian Wolff]

(La opción C continúa en la página siguiente)

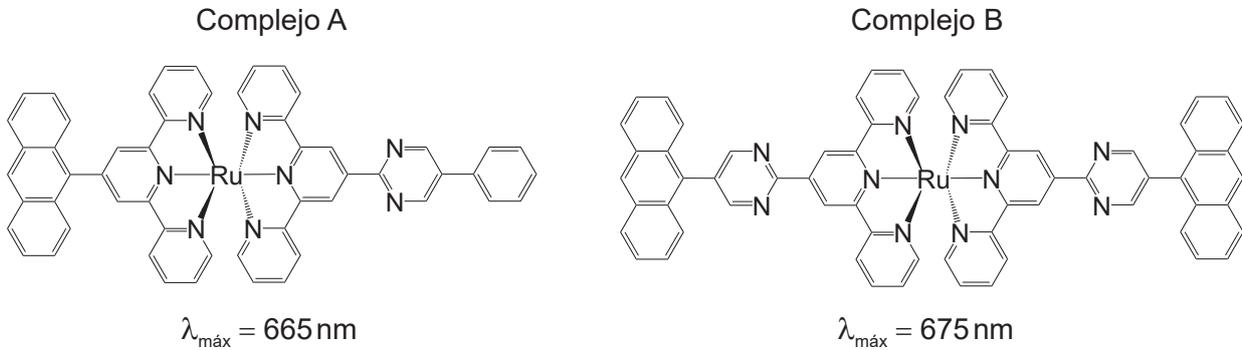


36EP27

Véase al dorso

(Continuación: opción C, pregunta 18)

- (b) Una célula solar sensibilizada por colorante usa un complejo de rutenio(II)-polipiridina como colorante. Dos complejos de rutenio(II), A y B, absorben luz de longitudes de onda 665 nm y 675 nm respectivamente.



[Fuente: © Organización del Bachillerato Internacional, 2018]

- (i) Indique la característica de las moléculas que es responsable de la absorción de luz. [1]

.....

- (ii) Resuma por qué el complejo B absorbe luz de mayor longitud de onda que el complejo A. [1]

.....
.....

Fin de la opción C



Opción D — Química medicinal

19. El control de drogas es necesario para determinar dosis seguras y efectivas.

Distinga entre dosis letal (DL_{50}) y dosis tóxica (DT_{50}).

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

20. (a) Las penicilinas y la aspirina son medicamentos importantes.

(i) Describa cómo la penicilina combate las infecciones bacterianas.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Indique cómo modificar las penicilinas para aumentar su efectividad.

[1]

.....

.....

(b) Indique el tipo de reacción usada para sintetizar aspirina a partir de ácido salicílico.

[1]

.....

(c) Explique por qué la aspirina **no** se almacena en sitios húmedos y calientes.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



36EP29

Véase al dorso

(Opción D: continuación)

21. La morfina y la diamorfina (heroína) son opiáceos.

Explique por qué la diamorfina es más potente que la morfina, usando la sección 37 del cuadernillo de datos.

[2]

.....

.....

.....

.....

22. Con frecuencia, el exceso de ácido en el estómago se trata con carbonato de calcio.

(a) Formule una ecuación química para la neutralización del ácido estomacal con carbonato de calcio.

[1]

.....

.....

.....

(b) Calcule la cantidad, en mol, de ácido estomacal que neutraliza un comprimido de antiácido que contiene 0,750 g de carbonato de calcio.

[1]

.....

.....

.....

.....

(c) Explique cómo el omeprazol (Prilosec) regula el pH del estómago.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D)

- 23.** Los medicamentos antivirales como el zanamivir (Relenza) están frecuentemente disponibles para el uso del consumidor.

Identifique los nombres de **dos** grupos funcionales presentes en el zanamivir, usando la sección 37 del cuadernillo de datos.

[2]

.....

.....

.....

.....

- 24.** La síntesis de drogas con frecuencia incluye disolventes.

Identifique un disolvente peligroso frecuente y un disolvente ecológico que podría reemplazarlo.

[2]

Disolvente peligroso:

.....

Disolvente ecológico:

.....

- 25.** El Taxol se obtenía originalmente de la corteza del tejo del Pacífico.

Resuma cómo la química ecológica ha mejorado el proceso de obtención del Taxol.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



36EP31

Véase al dorso

(Opción D: continuación)

26. Los radioisótopos se pueden usar para tratar una amplia variedad de enfermedades.

- (a) El fósforo-32, sufre desintegración beta. Formule una ecuación nuclear ajustada para este proceso.

[1]

.....
.....

- (b) El período de semirreacción del fósforo-32 es de 14,3 días. Calcule la masa, en g, de ³²P remanente después de 57,2 días si la muestra inicial contiene $2,63 \times 10^{-8}$ mol. Use la tabla 1 del cuadernillo de datos y $M_r = 31,97 \text{ g mol}^{-1}$.

[2]

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

- (c) Explique la técnica de la terapia dirigida alfa (TAT) y por qué es útil.

[3]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

27. El etanol se puede detectar por medio de varios instrumentos.

- (a) Las pilas de combustible usan un proceso electroquímico para determinar la concentración de etanol. Formule la ecuación total para este proceso. [1]

.....
.....

- (b) Prediga los desplazamientos químicos y la integración para cada señal del espectro de RMN de ¹H del etanol, usando la tabla 27 del cuadernillo de datos. [3]

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

Fin de la opción D



No escriba en esta página.

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



36EP34

No escriba en esta página.

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



36EP35

No escriba en esta página.

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



36EP36