

V OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA
SEGUNDO EXAMEN DEPARTAMENTAL
CATEGORÍA MARIE CURIE

Autor: Adal Martínez

Nombre del estudiante: _____ Puntaje: ____/100
Centro Educativo: _____ Grado: _____
Departamento: _____ Municipio: _____ Tutor: _____

INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN:

1. Debes escribir **tu información** dentro del espacio indicado en esta primera página del examen.
2. Dispones de un periodo de **20 minutos** para **revisar** el exámen, después de este periodo cuentas con **TRES HORAS** para trabajar en los problemas. **No leas las preguntas** hasta que se indique el comienzo del periodo de revisión.
3. Durante los **20 minutos** del periodo de revisión **deberás leer el exámen en su totalidad**. Durante este periodo deberás **verificar que el exámen cuente con todas las 12 páginas de preguntas**, en caso de que falten páginas notifica a un supervisor. **Verifica** que el examen corresponda con tu **categoría (este es el examen de la categoría Antoine Lavoisier 7°, 8°, y 9°)**. En caso de tener **DUDAS** sobre los problemas debes solicitar la ayuda de un **supervisor**, que se comunicará con los autores de los ejercicios para ayudarte en caso de ser pertinente.
4. Realiza los **PROCEDIMIENTOS** de forma **ORDENADA** dentro de los **RECUADROS** correspondientes a cada problema, lo que se escriba fuera del recuadro **NO SE TOMARÁ EN CUENTA**. **Indica claramente el inciso** de cada pregunta que se responde, mostrando tus **procedimientos** y **CIRCULANDO tu RESULTADO FINAL**, el cual **debe** estar escrito con **TINTA**. La evaluación de la respuesta a preguntas **tomará en cuenta el procedimiento**.
5. Los resultados numéricos carecen de significado si no tienen **UNIDADES**. Es **MUY IMPORTANTE** que indiques las **UNIDADES** en todas tus **RESPUESTAS** y **PROCEDIMIENTOS** para evitar la **CANCELACIÓN del PUNTAJE**.
6. Requiere utilizar una **calculadora científica NO programable** sin función de graficar. **Se decomisará cualquier calculadora con funciones no permitidas**. Usar **TABLAS PERIÓDICAS ajenas** a la incluida en el examen **NO** está permitido por ningún motivo.
7. **Sugerimos MUY FUERTEMENTE** que empieces con las preguntas que te parezcan **MÁS FÁCILES**. Aprovecha el periodo de revisión para **identificar** las preguntas que **más facilidad** tengas para resolver.
8. Debes **DEJAR de trabajar** inmediatamente cuando se dé la señal de finalización. Cualquier demora en hacerlo puede resultar en **tu DESCALIFICACIÓN**.

¡Mucha Suerte!

Tabla Periódica de los Elementos Químicos

Hidrógeno 1 H																		Helio 2 He																	
Litio 3 Li		Berilio 4 Be																		Neón 10 Ne															
6.941 Sodio 11 Na		9.012182 Magnesio 12 Mg																4.002602																	
22.98977 Potasio 19 K		24.3050 Calcio 20 Ca		Escandio 21 Sc		Titanio 22 Ti		Vanadio 23 V		Cromo 24 Cr		Manganeso 25 Mn		Hierro 26 Fe		Cobalto 27 Co		Níquel 28 Ni		Cobre 29 Cu		Zinc 30 Zn		Gallo 31 Ga		Germanio 32 Ge		Arsénico 33 As		Selenio 34 Se		Bromo 35 Br		Kriptón 36 Kr	
39.0983 Rubidio 37 Rb		40.078 Estroncio 38 Sr		44.95591 Ytrio 39 Y		47.867 Zirconio 40 Zr		50.9415 Niobio 41 Nb		51.9961 Molibdeno 42 Mo		54.93805 Tecnecio 43 Tc		55.845 Rutenio 44 Ru		58.9332 Ródio 45 Rh		58.6934 Paladio 46 Pd		63.546 Plata 47 Ag		65.409 Cadmio 48 Cd		69.723 Indio 49 In		72.64 Estaño 50 Sn		74.9216 Antimonio 51 Sb		78.96 Telurio 52 Te		79.904 Yodo 53 I		83.798 Xenón 54 Xe	
85.4678 Cesio 55 Cs		87.62 Bario 56 Ba		88.90585 Lutecio 71 Lu		91.225 Hafnio 72 Hf		92.90638 Tantalio 73 Ta		95.94 Tungsteno 74 W		[98] Renio 75 Re		101.07 Osmio 76 Os		102.9055 Iridio 77 Ir		106.42 Platino 78 Pt		107.8682 Oro 79 Au		112.411 Mercurio 80 Hg		114.818 Talio 81 Tl		118.710 Plomo 82 Pb		121.760 Bismuto 83 Bi		127.60 Polonio 84 Po		126.9045 Astato 85 At		131.293 Radón 86 Rn	
132.90545 Francio 87 Fr		137.327 Radio 88 Ra		174.967 Laurencio 103 Lr		178.49 Rutherfordio 104 Rf		180.9479 Dubnio 105 Db		183.84 Seaborgio 106 Sg		186.207 Bohrio 107 Bh		190.23 Hassio 108 Hs		192.217 Meitnerio 109 Mt		195.078 Darmstadtio 110 Ds		196.96655 Roentgenio 111 Rg		200.09 Copernicio 112 Cn		204.3833 Nihonio 113 Nh		207.2 Flerovio 114 Fl		208.980 Moscovio 115 Mc		[209] Livermorio 116 Lv		[210] Tenésio 117 Ts		[223] Oganésio 118 Og	
[223]		[286]		[262]		[261]		[262]		[266]		[264]		[269]		[268]		[271]		[272]		[265]		[266]		[269]		[290]		[290]		[293]		[294]	



Comité Olímpico de Química



Química 2025



Química 2025

Nombre de Elemento

Número Atómico

Símbolo

Masa Molar

Boro
5
B

Carbono
6
C

Nitrógeno
7
N

Oxígeno
8
O

Fluor
9
F

Neón
10
Ne

Legenda:

CONSTANTES, UNIDADES Y FÓRMULAS

Entalpías de formación:

$$\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393.5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285.8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{N}_2(\text{g})) \text{ y } \Delta H_f^\circ(\text{O}_2(\text{g})) = 0$$

Densidad del agua a 31 °C: $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 0.997 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$$

$$1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J}$$

$$\text{K} = ^\circ\text{C} + 273.15$$

Presión de vapor pura a 42 °C:

- $P_{\text{etanol}}^\circ = 127 \text{ mmHg}$
- $P_{\text{hexano}}^\circ = 95 \text{ mmHg}$

Constantes de Van der Waals para el vapor total (mezcla idealizada):

- $a = 3.2 \text{ L}^2 \cdot \text{atm/mol}^2$
- $b = 0.041 \text{ L/mol}$

Constante de los gases ideales $R = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$

Ecuación de Van de Waals:
$$P = \frac{RT}{(V-b)} - \frac{a}{V^2}$$

Gases ideales: $PV = nRT$

Ley de Raoult: $P = X \cdot P^\circ$

Ley de Hess: $\Delta H^\circ = \sum n\Delta H_{\text{Prod}} - \sum n\Delta H_{\text{reac}}$

Fracción molar: $X = \frac{\text{moles del soluto}}{\text{moles de solución}}$

Energía libre de Gibbs: $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$

FISICOQUÍMICA, PROBLEMA 1: EXPLOSIVO O MEDICINA (25 puntos)

La trinitroglicerina, $C_3H_5N_3O_9$ cuyo nombre IUPAC es 1,2,3-trinitroxipropano es un líquido aceitoso que se ha utilizado ampliamente como explosivo. Alfred Nobel la utilizó para hacer dinamita en 1866.

Resulta un tanto sorprendente que también se le utilice como medicamento. La nitroglicerina pertenece a una clase de medicamentos llamados vasodilatadores. Su acción consiste en relajar los vasos sanguíneos para que el corazón no tenga que trabajar tan fuerte y, por lo tanto, no necesite tanto oxígeno. Por lo que se utiliza mucho para aliviar la angina de pecho (dolores causados por el bloqueo parcial de las arterias que llegan al corazón).



Problema 1.1. La entalpía de descomposición de la trinitroglicerina a 1 atm de presión para formar gas nitrógeno, gas dióxido de carbono, agua líquida y gas oxígeno a 25 °C es -1541.4 kJ/mol. **a)** Escriba la ecuación química balanceada para la descomposición de la trinitroglicerina. **b)** Calcule el calor de formación estándar de la trinitroglicerina.

10 puntos

Problema 1.2. **a)** Una dosis estándar de trinitroglicerina para el alivio de angina es de 0.60 g. Si la muestra se oxida en el cuerpo (no de manera explosiva! ya que es controlada enzimáticamente por la glutatión-S-transferasa) en gas nitrógeno, gas dióxido de carbono y agua líquida, ¿cuál es el número de calorías que se libera? **b)** Explique por qué la descomposición de la trinitroglicerina ocurre de manera espontánea utilizando el concepto de energía libre de Gibbs (ΔG). Considere que:

- La descomposición es altamente exotérmica
- Se genera una gran cantidad de gases

- Se realiza a temperatura ambiente

Analice si la reacción tiene un ΔG es positivo o negativo y lo que eso implica sobre su espontaneidad.

15 puntos

FISICOQUÍMICA, PROBLEMA 2: COMBUSTIBLES (25 puntos)

En los laboratorios de investigación de seguridad industrial, se estudia la estabilidad de mezclas combustibles almacenadas en contenedores metálicos sellados, como ocurre en estaciones de servicio o vehículos eléctricos híbridos que emplean etanol como aditivo.

Uno de los riesgos es la acumulación de vapores inflamables debido a la evaporación de componentes volátiles. Esta evaporación depende de las presiones de vapor de los componentes y del comportamiento no ideal del gas en el espacio de cabeza.

Problema 2.1. Se estudia una mezcla líquida de etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) y hexano (C_6H_{14}) en un tanque de 10.0 L, parcialmente lleno. A 35 °C, se determina que la fracción molar de etanol en la mezcla líquida es de 0.45. El tanque se sella y se calienta ligeramente por exposición al sol, alcanzando una temperatura interna de 42 °C. Suponiendo equilibrio líquido-vapor y condiciones no ideales en la fase de vapor, se desea analizar el comportamiento del sistema. Determine la presión total de la mezcla.

10 puntos

Problema 2.2. a) Determine la presión real del vapor contenido en el tanque. Compare con la presión obtenida mediante la ley de gases ideales. ¿Qué conclusiones puede sacar sobre la diferencia entre modelos ideales y reales en este contexto? **b)** Analice cómo afectaría la evaporación preferencial del hexano si el sistema se mantiene cerrado por varias horas a 50 °C. ¿Qué cambios se esperan en la composición del líquido, del vapor y en la presión total? Justifique usando conceptos termodinámicos y cinéticos.

15 puntos

QUÍMICA ORGÁNICA, PROBLEMA 3: PIENSA VERDE (25 puntos)

En la búsqueda de soluciones más sostenibles para la contaminación plástica, científicos han desarrollado plásticos biodegradables a partir de compuestos orgánicos derivados de aceites vegetales. Uno de los pasos clave en la síntesis de estos materiales implica la modificación de alquenos presentes en los ácidos grasos, a través de reacciones como la adición de halógenos o la epoxidación, seguidas de transformaciones mediante reacciones de sustitución nucleofílica.



Un ejemplo de esto es el tratamiento del ácido oleico (un ácido graso con nombre ácido 9-cis-octadecenoico) para obtener compuestos que puedan formar enlaces tipo éster o amida, necesarios en la formación de polímeros biodegradables.

Problema 3.1. Considera la siguiente secuencia simplificada de reacciones orgánicas en el laboratorio:

- El ácido oleico [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$] se somete a una reacción de adición de bromo (Br_2) en presencia de CCl_4 .
- El compuesto dibromado resultante se somete a una sustitución nucleofílica con ion cianuro (CN^-).
- Finalmente, el nitrilo obtenido se convierte en un ácido carboxílico para formar enlaces tipo éster con alcoholes.

Desarrolle cada una de las siguientes reacciones.

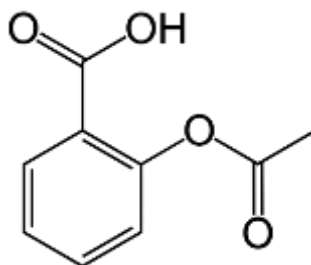
15 puntos

Problema 3.2. a) Explique el tipo de reacción que ocurre en el paso del inciso a (adición de Br_2 al ácido oleico). ¿Por qué el bromo se añade específicamente al doble enlace? ¿Qué tipo de producto se forma (estructura general)? **b)** En el paso del inciso b, el compuesto dibromado reacciona con ion cianuro (CN^-) en un disolvente polar aprótico (DMSO). Identifique el tipo de reacción que ocurre, y explique por qué el CN^- puede reemplazar al bromo. ¿Qué mecanismo (SN1 o SN2) es más probable y por qué?

10 puntos

QUÍMICA ORGÁNICA, PROBLEMA 4: ASPIRINA (25 puntos)

La aspirina (ácido acetilsalicílico) es uno de los fármacos más utilizados en el mundo. Su síntesis se basa en reacciones orgánicas que involucran sustituciones nucleofílicas en carbonilos y también puede incluir pasos de modificación en anillos aromáticos, como la introducción de grupos funcionales mediante sustitución electrófila aromática (SEAr).



ácido acetilsalicílico

En investigaciones farmacéuticas, se diseñan derivados de la aspirina con mayor especificidad o menor efecto gástrico. Para ello, se funcionalizan los anillos aromáticos del ácido salicílico o se modifica el grupo acetilo usando nucleófilos como aminas o alcoholes. La reactividad de estas moléculas depende en gran medida de la electrónica del anillo bencénico y de la polaridad del grupo carbonilo.

Problema 4.1. **a)** Escriba el nombre IUPAC del ácido acetilsalicílico. **b)** Dibuje la estructura del anhídrido acético.

5 puntos

Problema 4.2. Considera la siguiente secuencia simplificada de reacciones orgánicas en el laboratorio:

- a) El ácido salicílico reacciona con anhídrido acético para formar aspirina, mediante un mecanismo de sustitución nucleofílica acílica.
- b) Posteriormente, se intenta introducir un grupo nitro ($-\text{NO}_2$) en el anillo aromático de la aspirina para aumentar su potencia antiinflamatoria.
- c) Finalmente, se estudia la reactividad de un derivado en el que el grupo acetilo ha sido sustituido por una amina primaria, formando un derivado amídico.

Explique el mecanismo de formación de la aspirina a partir del ácido salicílico y anhídrido acético. ¿Qué tipo de sustitución se presenta? Identifique el nucleófilo, el electrófilo y el grupo saliente.

10 puntos

Problema 4.3. **a)** Durante la nitración de la aspirina, se forma una mezcla de productos mononitrados. Justifique, con base en la teoría de sustitución electrófila aromática, cuál es la posición más probable para la entrada del grupo nitro en el anillo aromático y por qué **b)** Si el grupo acetilo de la aspirina se sustituye por una amina primaria ($-\text{NH}_2$), ¿cómo cambiaría la reactividad del anillo aromático frente a otra nitración? ¿Qué tipo de interacción o efecto electrónico está involucrado y cómo afecta al mecanismo?

10 puntos

FIN DEL EXÁMEN