

V OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA
SEGUNDO EXAMEN DEPARTAMENTAL
CATEGORÍA ANTOINE LAVOISIER

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 examen, 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 examen en su totalidad**. Durante este periodo deberás **verificar que el examen cuente con todas las 10 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																20.1797 Argón 18 Ar																	
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		Galio 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 Níobio 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 Tungstênio 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		196.96656 Roentgenio 111 Rg		200.59 Copernicio 112 Cn		204.3833 Nihonio 113 Nh		207.2 Flerovio 114 Fl		208.980 Moscovio 115 Mc		[209] Livermorio 116 Lv		[210] Tennessio 117 Ts		[222] Oganesón 118 Og	
[223]		[226]		[252]		[261]		[262]		[266]		[264]		[269]		[268]		[271]		[272]		[285]		[286]		[289]		[290]		[293]		[294]		[294]	



32nd IUPAC CONGRESS

Comité Honorario de Olimpíadas de Química

Clencia, Tecnología e Innoación

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:



Nombre del Elemento
Número Atómico
Símbolo
Masa Molar

Legenda:

Lantano 57 La	Cerio 58 Ce	Praseodimio 59 Pr	Neodimio 60 Nd	Prometio 61 Pm	Samario 62 Sm	Europio 63 Eu	Gadolinio 64 Gd	Terbio 65 Tb	Dysprosio 66 Dy	Holmio 67 Ho	Erbio 68 Er	Tulio 69 Tm	Yterbio 70 Yb
138.9055	140.116	140.90765	144.24	[145]	150.36	151.964	157.25	158.9253	162.50	164.930	167.259	168.934	173.04
Actinio 89 Ac	Torio 90 Th	Protactinio 91 Pa	Uranio 92 U	Neptunio 93 Np	Plutonio 94 Pu	Americio 95 Am	Curio 96 Cm	Berkelio 97 Bk	Californio 98 Cf	Einsteinio 99 Es	Fermio 100 Fm	Mendelevio 101 Md	Nobelio 102 No
[227]	232.036	231.0369	238.0289	[237]	[244]	[243]	[247]	[247]	[251]	[252]	[257]	[258]	[259]



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN

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: GAS DESCONOCIDO (25 puntos)

Un chico olímpico de la OHQ en un laboratorio realiza una serie de mediciones cuidadosamente controladas para determinar la masa molar (g/mol) de un gas desconocido que encontró en un recipiente, para lo cual, se auxilia de la ley de los gases ideales (que justamente hace poco había estudiado para la olimpiada de química) para tener una aproximación:



Problema 1.1. a) Primero, él pesa un matraz grande y vacío y determina su masa que es de 134.567 g. Después se llena el matraz con el gas hasta una presión de 735 torr a 31 °C, y se vuelve a pesar. Su masa ahora es de 137.456 g. Determine la masa del gas.

b) Luego el estudiante, llena el matraz con agua a 31 °C, y determina que su masa ahora es de 1067.9 g. Calcule la masa molar del gas desconocido.

25 puntos

FISICOQUÍMICA, PROBLEMA 2: 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 2.1. 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 2.2. 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

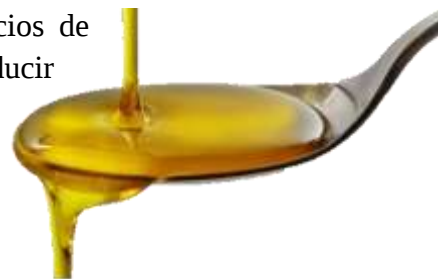
- Se genera una gran cantidad de gases
- Se realiza a temperatura ambiente

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

15 puntos

QUÍMICA ORGÁNICA, PROBLEMA 3: ÁCIDO OLEICO (25 puntos)

En varias comunidades rurales de Honduras, ante el alza de precios de combustibles fósiles, algunos emprendedores han comenzado a producir biodiésel artesanal a partir de aceites usados de cocina. Este proceso implica una reacción química de transesterificación, en la que triglicéridos (grasas) reaccionan con metanol para producir ésteres de cadena larga (biodiésel) y glicerol como subproducto.



Los compuestos orgánicos presentes en este proceso poseen cadenas carbonadas largas, grupos funcionales como ésteres, alcoholes y ácidos carboxílicos, y presentan distintos tipos de hibridación del carbono, lo cual influye en sus propiedades físicas y químicas, como la viscosidad, punto de ebullición y reactividad.

Problema 3.1. El aceite usado recolectado contiene mayoritariamente triglicéridos, formados por glicerol y tres ácidos grasos. Uno de estos ácidos es el ácido oleico, cuya fórmula semidesarrollada es: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

- a) ¿Cuál es el tipo de hibridación de cada carbono en la cadena principal del ácido oleico?
- b) ¿Cuántos carbonos presentan hibridación sp^2 y por qué?
- c) Escribe el nombre IUPAC del ácido oleico.

9 puntos

Problema 3.2. Durante la producción del biodiésel, el ácido oleico reacciona con metanol (CH_3OH) para formar un éster: metil oleato. La reacción es catalizada por una base y libera agua como subproducto. **a)** Escribe la estructura semidesarrollada del metil oleato. **b)** Nombra el grupo funcional presente en el producto y menciona su relevancia para el biodiésel. **c)** ¿Qué tipo de enlaces (sigma y pi) existen en el metil oleato?

10 puntos

Problema 3.3. a) Además del biodiésel, se forma glicerol (propan-1,2,3-triol), un alcohol con tres grupos $-\text{OH}$. Se usa en la elaboración de jabones artesanales y cosméticos locales.

Escribe la fórmula desarrollada del glicerol. **b)** Un análisis del biodiésel producido muestra una pequeña presencia de alquenos no convertidos, como el 1-octeno. Estos compuestos afectan la calidad del biodiésel por su inestabilidad. ¿Por qué los alquenos como el 1-octeno son más reactivos que los alcanos?

6 puntos

QUÍMICA ORGÁNICA, PROBLEMA 4: 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 4.1. 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 4.2. 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

FIN DEL EXÁMEN