

V OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA
PRIMER EXAMEN DEPARTAMENTAL
CATEGORÍA MARIE CURIE

Autores: Adal Martínez y Saúl Soto Zúñiga

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 11 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 Marie Curie 10°, 11°, 12° y 9° del sistema anglosajón)**. 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		Gallio 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 Ritacio 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		196.96656 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]	



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
Actino 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]	232.038	231.0369	238.0289	[237]	[244]	[243]	[247]	[247]	[251]	[252]	[257]	[258]	[259]



CONSTANTES, UNIDADES Y FÓRMULAS

Fórmulas:

Energía potencial eléctrica: $U = -\mu E \cos \theta$

Regla de Slater: $Z^* = Z - \sigma$

Polarizabilidad molecular: $\alpha = \frac{\mu}{E}$

Molaridad: $M = \frac{n}{V}$



Donde:

U= energía potencial, μ = momento dipolar, E = Campo eléctrico, Z^* = Carga nuclear efectiva, Z = número atómico, α = Polarizabilidad, σ = efecto de pantalla, θ = ángulo, cos = función trigonométrica, M = concentración molar, n = moles del soluto, v = litros de la solución, a,b,c,d = coeficientes estequiométricos, A,B = Reactantes, C,D = productos

Datos:

$$1\text{m}^3 = 1 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$1\text{L} = 1000 \text{ mL}$$

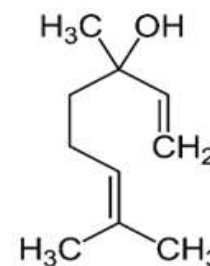
$$1\text{g} = 1000 \text{ mg}$$

t_{2g} : Son la combinación de orbitales d_{xy} , d_{xz} , d_{yz}

e_g : Son la combinación de orbitales d_{z^2} , $d_{x^2-y^2}$

QUÍMICA INORGÁNICA, PROBLEMA 1: PERFUMES (25 puntos)

Los perfumes están compuestos por una mezcla compleja de moléculas orgánicas que se dispersan en el aire y son percibidas por los receptores olfativos. La capacidad de estas moléculas para difundirse, interactuar con sensores biológicos y mantenerse estables en la atmósfera está influenciada por su momento dipolar y su polarizabilidad. En paralelo, en el diseño de sensores olfativos electrónicos (Las narices electrónicas son dispositivos diseñados para emular el sentido del olfato humano, utilizando sensores químicos y un sistema de reconocimiento de patrones para analizar y reconocer olores. Pueden detectar y clasificar olores complejos, e incluso identificar compuestos específicos en una muestra), estas propiedades también son claves para seleccionar materiales que respondan ante la presencia de compuestos aromáticos.



Considera la molécula de linalool, un alcohol terpénico presente en la lavanda y otros perfumes florales. Su fórmula molecular es $C_{10}H_{18}O$ y posee un momento dipolar de 1.71 D (Debye). La polarizabilidad media de la molécula ha sido determinada experimentalmente, teniendo un valor de $\alpha = 18.5 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$.

Problema 1.1. a) Explica cómo el momento dipolar molecular y la polarizabilidad afectan la interacción de una molécula con un campo eléctrico externo. ¿Qué tipo de molécula (polar o no polar) respondería más intensamente ante dicho campo? **b)** En perfumes, la persistencia de un aroma depende en parte de la polaridad de las moléculas. Compara cuál se evaporaría más rápido a temperatura ambiente: una molécula con momento dipolar de 0.4 D o una de 2.3 D, suponiendo masas moleculares similares. Justifica tu respuesta.

10 puntos

Problema 1.2. **a)** Una molécula de linalool se expone a un campo eléctrico de 5.0×10^5 V/m. Estima la energía potencial (en joules) asociada con su orientación en el campo eléctrico, usando su momento dipolar. (Considera: $1 \text{ D} = 3.33564 \times 10^{-30} \text{ C}\cdot\text{m}$) **b)** Si la polarizabilidad de la molécula es $\alpha = 18.5 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$, calcula el momento dipolar inducido cuando la molécula está en el mismo campo eléctrico del punto anterior. **c)** Considerando tus respuestas anteriores, discute cuál de los dos efectos (momento dipolar permanente vs momento dipolar inducido) es más relevante en la interacción con un campo eléctrico para esta molécula específica.

15 puntos

QUÍMICA INORGÁNICA, PROBLEMA 2: HEXAACUOCOBRE(II) (25 puntos)

Los complejos de coordinación metálicos tienen un papel fundamental en catálisis, sensores, medicina y colorantes. Sus propiedades dependen de la estructura electrónica del ion central, la geometría del complejo y la naturaleza de los ligandos.

Considera el siguiente complejo octaédrico para las siguientes preguntas:



Problema 2.1. Explica qué características de los orbitales d del Cu^{2+} permiten que forme un complejo octaédrico con moléculas de agua. ¿Qué configuración electrónica tiene el ion?

5 puntos

Problema 2.2. a) Dibuja el diagrama de campo cristalino octaédrico para el ion Cu^{2+} (d^9). Cómo se reparten los electrones en los orbitales t_{2g} y e_g . **b)** Si esperas que el complejo sea paramagnético o diamagnético, justificando.

10 puntos

Problema 2.3. Un complejo $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ es diamagnético, mientras que $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ es paramagnético. **a)** Explica esta diferencia en términos de la teoría del campo cristalino y el número de electrones desapareados. **b)** ¿Cuál de estos complejos tiene un mayor valor de Δ_o y por qué?

10 puntos

QUÍMICA ANALÍTICA, PROBLEMA 3: PURIFICACIÓN DE AGUA (25 puntos)

En Honduras un gran problema para la temporada de verano es el acceso al agua potable, principalmente en lugares rurales donde el acceso a plantas de tratamiento es limitado. Hay muchas alternativas para purificar agua en casa o en la comunidad, una solución práctica para desinfectar y purificar el agua es el uso de permanganato de potasio (KMnO_4). Esta sustancia actúa como un potente agente oxidante que elimina bacterias, materia orgánica y compuestos reductores en el agua, volviéndose prácticamente incolora después de reaccionar.



El proceso se basa en una reacción redox entre el ion permanganato (MnO_4^-) y diversos agentes reductores, como el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) o el ácido oxálico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$). Estas reacciones deben ser cuidadosamente calculadas para garantizar la dosis adecuada, ya que un exceso de KMnO_4 puede ser tóxico. Uno de los métodos más precisos para ajustar estas reacciones es el balanceo por el método del ion-electrón (método redox).

Problema 3.1. a) ¿Por qué el ion permanganato (MnO_4^-) es considerado un buen agente oxidante en medio ácido? Explica en términos del número de oxidación del manganeso y la estabilidad de los productos formados, considera que en medio básico el producto formado es dióxido de manganeso y en medio ácido se forman sales del ion manganeso 2^+ .

5 puntos

Problema 3.2. a) Balancea por el método del ion-electrón la siguiente reacción que ocurre en medio ácido entre el ácido oxálico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) y el ion permanganato (MnO_4^-) en medio ácido, considera que el ácido oxálico se oxida para formar dióxido de carbono (CO_2).

10 puntos

Problema 3.3. a) Se agregaron 250 mL de una solución 0.020 M de KMnO_4 a un recipiente con ácido oxálico en exceso. ¿Cuántos gramos de CO_2 se produjeron en la reacción? **b)** Una comunidad necesita purificar 500 litros de agua usando 2.00 mg de KMnO_4 por litro. ¿Qué masa total de KMnO_4 se debe usar y qué volumen de una solución 0.010 M se requiere para esa masa?

10 puntos

QUÍMICA ANALÍTICA, PROBLEMA 4: EQUILIBRIOS COMPLEJOS (25 puntos)

Los equilibrios químicos permiten entender cómo se distribuyen las especies en una reacción reversible. En química de coordinación, son clave para describir la formación, disociación y desplazamiento de ligandos en complejos metálicos, con aplicaciones en análisis y síntesis.

Problema 4.1. Se prepara una disolución de $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$. Se toma una alícuota de 25.00 mL y se le añade exceso de ácido para liberar los iones Cl^- . Se titula con AgNO_3 0.0500 M, requiriendo 37.50 mL hasta el punto final. ¿Cuál es la concentración de la sal de cobalto en la disolución original?

10 puntos

Problema 4.2. Se agrega HCl a una disolución que contiene $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$. Explica cómo afectaría el equilibrio del complejo si el HCl se agrega en exceso, considerando el principio de Le Châtelier y la competencia entre ligandos.

5 puntos

Problema 4.3. La constante de formación global (β) para el complejo $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ es 1.1×10^{13} . Si se mezclan 0.010 mol de Cu^{2+} con 0.040 mol de NH_3 en un volumen final de 1.00 L, calcula la concentración de $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ en equilibrio.

10 puntos

FIN DEL EXÁMEN