

## V OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA EXAMEN PRESELECTIVO

**Autores:** Valeria Aranzazú Flores Mota, Adrián Gallardo Loya y Adal Martínez

**Nombre del participante:** \_\_\_\_\_ **Puntaje:** \_\_\_\_/100

### 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 **5 minutos** para **revisar** el examen, después de este periodo cuentas con **DOS HORAS** para trabajar en los problemas. **No leas las preguntas** hasta que se indique el comienzo del periodo de revisión.
3. Durante los **5 minutos** del periodo de revisión **deberás leer el examen en su totalidad**. Durante este periodo deberás **verificar que el examen cuente con todas las 5 páginas de preguntas**, en caso de que falten páginas notifica a un supervisor. 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 las preguntas etiquetadas con un asterisco (\*) **tomarán 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. **No te detengas mucho tiempo en preguntas que no puedes resolver**.
8. Debes **DEJAR de trabajar** inmediatamente cuando se dé la señal de finalización. Cualquier demora en hacerlo puede resultar en **tu DESCALIFICACIÓN**.
9. Al terminar el examen **debes escanear** las hojas que contengan tus respuestas y enviarlas como **documento PDF** al correo electrónico [comite@ohquimica.com](mailto:comite@ohquimica.com) con el **asunto "Examen Selectivo TU NOMBRE COMPLETO"**. Verifica que el correo se envíe.

¡Mucho Éxito! - Ten Aaminas

En tu hoja de respuestas indica el número o inciso del problema e indica tu respuesta. Esta respuesta debe ser clara, si hay alguna confusión sobre esta entonces se considerará como incorrecta.

### PARTE I: PROBLEMAS DE SELECCIÓN ÚNICA (50 puntos, 5 p c/u)

**Problema 1.** Dos átomos de un mismo elemento tienen igual número de protones pero diferente número de neutrones. Si uno de ellos, además, ha ganado dos electrones extra, ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe correctamente la relación entre ambos?

- A) Son isóbaros que presentan carga positiva.
- B) Son isótonos y ambos son aniones.
- C) Son isótopos, y el que ganó electrones es un anión del mismo elemento.
- D) Son alótropos, y su diferencia está en la estructura cristalina.
- E) Son isótopos que se transforman en distintos elementos por ganar electrones.

**Problema 2.** Considere los elementos con números atómicos 24-Cr y 29-Cu. Ambos presentan configuraciones electrónicas que no siguen estrictamente el principio de Aufbau. ¿Cuál es la explicación más acertada de este fenómeno?

- A) La estabilidad energética se maximiza cuando los orbitales *s* están vacíos.
- B) Los electrones tienden a distribuirse para lograr subniveles *p* completos.
- C) La semilleneación o llenado completo de subniveles *d* proporciona una mayor estabilidad al átomo.
- D) El principio de exclusión de Pauli impide que los orbitales *d* se llenen completamente.
- E) El principio de Hund exige que los electrones dejen incompletos los orbitales *s* antes de llenar los *d*.

**Problema 3.** En la molécula de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), el nitrógeno presenta una carga formal de +1 y un estado de oxidación de +4. ¿Cuál de las siguientes opciones explica correctamente por qué estos valores difieren?

- A) Porque la carga formal considera la polaridad de los enlaces sencillos, dobles e incluso triples, mientras que el estado de oxidación sólo considera enlaces sencillos.
- B) Porque la carga formal asume una distribución totalmente covalente de electrones enlazantes, mientras que el estado de oxidación asigna todos los electrones al átomo más electronegativo, es decir, asume una distribución electrónica totalmente iónica.
- C) Porque la carga formal se calcula con base en la electronegatividad del átomo central.
- D) Porque el estado de oxidación depende del número total de enlaces sigma y pi.
- E) La afirmación es incorrecta debido a que ambos valores siempre deben coincidir en moléculas covalentes, sin excepción.

**Problema 4.** Durante la expansión de un gas ideal en un sistema cerrado, este realiza trabajo sobre el entorno y absorbe calor. Si la variación de energía interna resulta ser cero, ¿qué interpretación describe mejor el proceso en términos de la primera ley de la termodinámica?

- A) El gas no intercambiaba ni calor ni trabajo, por lo tanto su energía interna permanece constante.
- B) El calor absorbido es mayor que el trabajo realizado, lo que mantiene la energía interna del sistema.
- C) El calor absorbido por el sistema es exactamente igual al trabajo realizado sobre el entorno, lo que mantiene constante la energía interna.
- D) La energía interna aumenta porque el trabajo se convierte completamente en energía térmica.
- E) Cierta cantidad de energía interna desaparece totalmente al transferir calor hacia el entorno, esto como consecuencia de la segunda ley de la termodinámica, referente a la entropía.

**Problema 5.** Considere la reacción:  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$   $\Delta H = -92 \text{ kJ/mol}$

Si el sistema se encuentra en equilibrio y se disminuye su volumen, ¿qué efecto se observa sobre la constante de equilibrio  $K$  y sobre el desplazamiento de la reacción?

- A)  $K$  disminuye y el equilibrio se desplaza hacia los reactivos, favoreciendo la reacción endotérmica inversa.
- B)  $K$  disminuye y el equilibrio se desplaza hacia los productos.
- C)  $K$  permanece constante y el equilibrio se desplaza hacia la formación de más  $\text{NH}_3$ .
- D)  $K$  aumenta y se produce más amoníaco por aumento de energía cinética.
- E)  $K$  aumenta y el equilibrio se mantiene sin desplazarse apreciablemente.

**Problema 6.** En una reacción entre 4.0 g de hidrógeno ( $\text{H}_2$ ) y 36.0 g de oxígeno ( $\text{O}_2$ ) para formar agua, se obtiene una cantidad teórica de 36,0 g de  $\text{H}_2\text{O}$ . Si durante la reacción se consumen completamente los 4.0 g de  $\text{H}_2$ , ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe correctamente el papel de los reactivos y la interpretación estequiométrica?

- A) El oxígeno es el reactivo limitante porque se encuentra en menor cantidad molar.
- B) Ambos reactivos están en proporciones estequiométricas exactas, por lo que ninguno está en exceso.
- C) El hidrógeno es el reactivo limitante, ya que se consume completamente, y el oxígeno queda en exceso.
- D) El oxígeno determina la cantidad de producto formada, por ser el más pesado.
- E) Ninguno de los dos reactivos limita la reacción porque el agua se forma espontáneamente.

**Problema 7.** Durante la titulación directa de 25.00 mL de ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) con hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) 0.100 M, se requirió de un volumen de 24,80 mL de titulante para alcanzar el punto de equivalencia. Considerando que la reacción se da en una proporción estequiométrica 1:1, ¿cuál de las siguientes conclusiones describe con mayor precisión la naturaleza del proceso y la determinación del punto final?

- A) La neutralización total ocurre cuando el pH alcanza exactamente 7, independientemente del indicador utilizado.
- B) El ácido es el titulante y la base es el analito, ya que se añade la sustancia conocida al desconocido.
- C) En este caso, la titulación directa consiste en añadir una base de concentración conocida al ácido desconocido hasta que el indicador cambie de color, señalando la neutralización.
- D) El volumen del titulante debe ser mayor que el del analito para garantizar un exceso de base.
- E) La volumetría ácido-base directa solo aplica para ácidos débiles y bases fuertes, nunca para ácidos fuertes.

**Problema 8.** Considera las siguientes especies químicas:  $\text{BF}_3$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{NO}$  y  $\text{NH}_4^+$ . ¿Cuál de las siguientes afirmaciones analiza correctamente su relación con la regla del octeto y sus excepciones?

- A) Todas las especies cumplen la regla del octeto porque cada átomo central tiene ocho electrones en su capa de valencia.
- B) Mientras que el  $\text{NH}_4^+$  cumple la regla del octeto, los demás compuestos son ejemplos de octetos expandidos o de octetos incompletos.
- C)  $\text{SF}_6$  viola la regla del octeto porque el azufre no puede tener más de ocho electrones en su nivel de valencia, y esta es la razón por la cual esta molécula no puede existir en la vida real.
- D) El  $\text{NO}$  cumple la regla del octeto porque el número impar de electrones se distribuye simétricamente.
- E)  $\text{BF}_3$  cumple el octeto porque el boro comparte tres pares de electrones con los tres átomos de flúor mientras que los otros dos se manifiestan del vacío.

**Problema 9.** Un gas ideal se encuentra inicialmente a 2.00 atm, 4.00 L y 300 K. Si su temperatura aumenta a 600 K y el volumen se duplica, ¿qué ocurrirá con la presión final del gas según la ecuación de estado de los gases ideales?

- A) La presión final disminuirá a la mitad porque el volumen aumenta el doble.
- B) La presión final será de 1.50 atm, ya que el aumento de temperatura no compensa completamente la expansión del volumen.
- C) La presión final se mantendrá igual porque el producto  $PV/T$  es constante.
- D) La presión final será de 4.00 atm, proporcional al aumento de temperatura.
- E) La presión final disminuirá a una cuarta parte debido al aumento simultáneo de volumen y temperatura.

**Problema 10.** En un laboratorio se cuenta con ácido pícrico ( $C_6H_3O_7N_3$ ) y con nitroformo ( $CHN_3O_6$ ), los cuales tienen  $pK_a$ 's de 0.30 y 0.25 respectivamente. Con estas dos sustancias se preparan dos disoluciones de la misma concentración 0.1 M, así como una tercera disolución que tiene las dos sustancias en concentración 0.1 M. Indique qué enunciado es falso.

- A) La disolución más ácida es la que tiene ambas sustancias.
- B) La disolución que tiene sólo nitroformo tiene menor pH que la que sólo tiene ácido pícrico.
- C) La sustancia más ácida es el nitroformo.
- D) Las dos sustancias deben su acidez a grupos nitro.
- E) La disolución con mayor pOH es la del ácido pícrico.

--- CONTINÚA EN LA PRÓXIMA PÁGINA ---

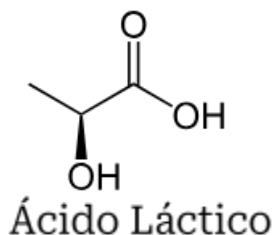
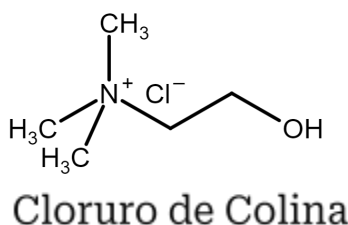
## PARTE II: SOPA DE CAMARÓN (50 puntos)

Los disolventes eutécticos profundos (DES, por sus siglas en inglés) son una clase de disolventes verdes, típicamente formados mezclando una especie donadora de puentes de hidrógeno (HBD), la cual aporta el hidrógeno polar, y una aceptora de puentes de hidrógeno (HBA), esto bajo determinada temperatura. La mezcla resultante suele tener un punto de fusión notablemente más bajo que el de sus componentes individuales. Los disolventes eutécticos profundos a menudo son considerados como un tipo de líquido iónico, debido a sus similitudes en cuanto a propiedades físicas y químicas, como su baja presión vapor y su capacidad para ser utilizados como disolventes.



**Problema 1.** En un laboratorio de biopolímeros se busca preparar nanocristales de quitina mediante la hidrólisis de quitina proveniente de cáscara de camarón, utilizando un disolvente eutéctico profundo conocido como CCLA, compuesto por el HBA y el HBD en una relación molar 1:2. Para la preparación de los nanocristales, la quitina se trata con CCLA en una proporción de 1:25 (g de quitina / mL de CCLA). Asumiendo que la densidad de CCLA es de 1.175 g/mL, y que se dispone de 7.20 g de quitina como materia prima, responda las siguientes preguntas.

**a)** Identifique a partir de las estructuras cuál de las sustancias es un donador de puentes de hidrógeno (HBD) y cuál es un aceptor de puentes de hidrógeno (HBA). **(7 puntos)**



**b)** Calcula la masa molar de cada componente del disolvente eutéctico (CCLA). **(8 puntos)**

**\*c)** Indique la masa de cloruro de colina y ácido láctico necesaria para disolver 7.20 g de quitina de acuerdo a las especificaciones mencionadas. **(10 puntos)**

**Problema 2.** Los DES basados en fluoruro de colina exhiben hidrataciones y propiedades volumétricas de forma no lineal. Esto difiere del caso de los DES basados en cloruro de colina, donde suele observarse un comportamiento lineal de sus propiedades volumétricas como puede ser la conductividad con respecto a su concentración en agua.

**a)** Explique por qué  $F^-$  forma interacciones  $R-OH \cdots F^-$  más fuertes que  $Cl^-$  y cómo eso afecta cualitativamente la estructura del aducto agua-haluro de colina. **(10 puntos)**

**\*b)** Se tiene un globo hecho de un material tipo quitina modificada, resistente al flúor. Dicho globo cuenta con una masa inicial de 2.50 g y se infla con una mezcla de  $F_2$  y  $Cl_2$  hasta llegar a un volumen de 2.4 L (medidos a una presión de 0.90 atm y una temperatura de 280 K). La masa del globo inflado fue de 7.95 g. Calcule la fracción molar de  $Cl_2$ .  $R = 0.0821 \text{ atmL/molK}$ . **(15 puntos)**

**FIN DEL EXÁMEN**