

IV OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA
EXAMEN TEÓRICO
CATEGORÍA MARIE CURIE

Autores: Adal Martínez, Saúl Soto Zúñiga, y Adrián Gallardo Loya

Código de participante: _____ **Puntaje:** _____/60

INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN:

1. Debes escribir **tu información** dentro del espacio indicado en esta primera página del examen. **NO debes escribir tu nombre** en ninguna parte del examen, únicamente escribe tu código.
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 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

[illegible]

CONSTANTES, UNIDADES Y FÓRMULAS

Fórmulas:

Vidas medias:

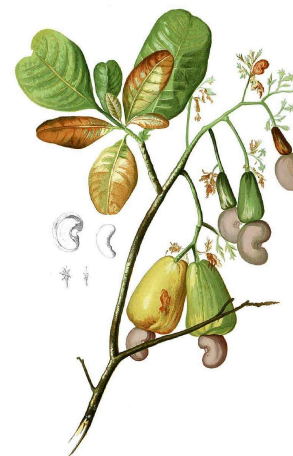
$$N = N_o \left(\frac{1}{2}\right)^{T/T_{1/2}}$$

N : Cantidad de átomos restantes, N_o : Cantidad de átomos iniciales,

T : Tiempo transcurrido, $T_{1/2}$: Tiempo de vida media

QUÍMICA ORGÁNICA, PROBLEMA 1: ACEITE DE MARAÑÓN (15 puntos)

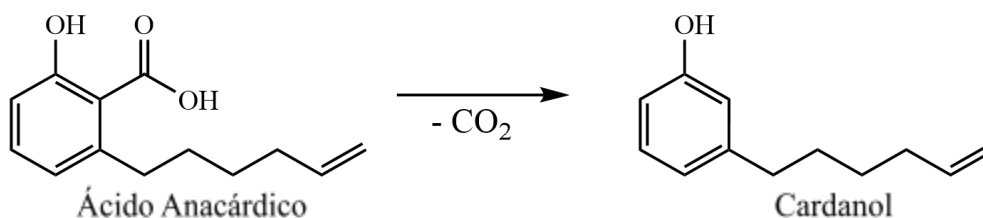
El *anacardium occidentale*, conocido comúnmente como marañón, es una planta originaria de sudamérica, la cual produce pseudofrutos de color amarillos a rojos. Estos vienen acompañados con una nuez o semilla la cual se vende mundialmente. Mientras que el pseudofruto no se vende tanto debido a su corta vida de anaquel, la nuez es bastante comercial a pesar del proceso que se debe hacer para separarla de su cáscara.



El proceso para separar la cáscara de la nuez consiste en dejarlos secar al sol varios días, para después hornearlos y finalmente separar la cáscara de forma mecánica. Este paso es importante debido a que la cáscara contiene lípidos alérgenos, los cuales son indeseables en el producto final. Unos de los principales componentes lípidos en la cáscara son los llamados ácidos anacárdicos, los cuales son derivados del ácido salicílico. Al ser horneada la nuez los ácidos anacárdicos se descarboxilan, es decir pierden una molécula de dióxido de carbono (CO_2), produciendo fenoles llamados cardanoles.

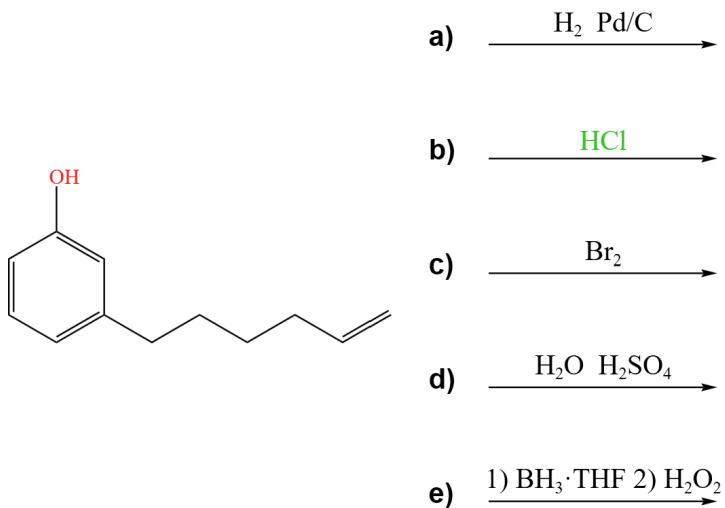
Problema 1.1. Indicar el mecanismo de reacción (usando flechas para indicar el movimiento de los electrones en cada paso) para la descarboxilación, la reacción ocurre mediante una sustitución electrofílica aromática.

5 puntos



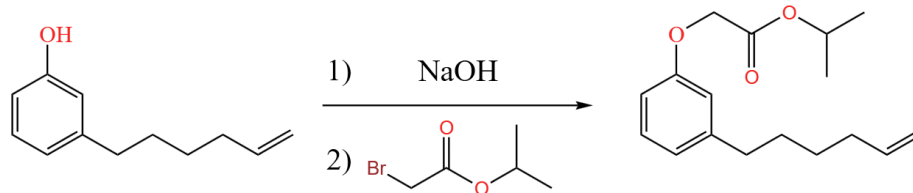
Problema 1.2. El cardanol puede sufrir reacciones de alquenos sobre el doble enlace de la cadena alquímica como se muestra a continuación, indicar el producto principal de cada reacción.

5 puntos



Problema 1.3. La reacción de formación de éteres de Williamson entre el cardanol y el bromoacetato de isopropilo se da mediante una sustitución nucleofílica bimolecular. Indique el mecanismo de reacción. Recuerda que los fenoles tienen propiedades ácidas.

5 puntos



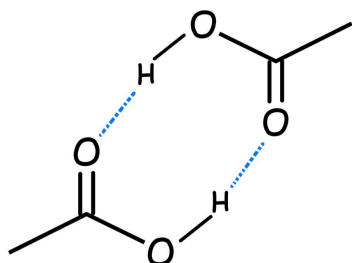
FISICOQUÍMICA, PROBLEMA 2: LA CHICHA DE PIÑA (15 puntos)

La “chicha” es una bebida tradicional de Latinoamérica, elaborada a partir de cáscaras de piña, las cuales se hierven en agua, añadiendo azúcar y canela. Durante el proceso de fermentación de esta bebida, las levaduras transforman la glucosa ($C_6H_{12}O_6$) en dióxido de carbono (CO_2) y etanol (C_2H_5OH). La generación de CO_2 por la fermentación ocurre de manera anaeróbica, sin consumir oxígeno de los alrededores, la concentración del CO_2 va subiendo, haciendo que la presión absoluta del fermentador aumente considerablemente. Usualmente estos fermentadores cuentan con una válvula de control de presión, llamada *air-lock*, la cual tiene el objetivo de desplazar la mezcla de gases hacia fuera, para equilibrar la presión, mientras que el aire del exterior no puede entrar, incluso si la presión manométrica fuera a ser negativa.



Problema 2.1. El aire dentro del fermentador se comporta como un gas ideal, y antes de la fermentación contenía sólo oxígeno (O_2) y nitrógeno (N_2). **a)** Siendo que esta mezcla de gases tiene una densidad de 1.21 g/L cuando está a 20 °C, calcula la masa molar **promedio** de la mezcla de gases. **b)** Indicar la proporción molar (fracción molar) de nitrógeno y oxígeno.

5 puntos



Un productor comercial de chicha no pudo vender su producto debido a errores de fabricación, así que este productor decide utilizarla para generar vinagre (ácido acético). Esta sustancia, así como otros ácidos carboxílicos, tiende a formar dímeros moleculares al evaporarse, tal como se muestra en la imagen. Por lo tanto, una unidad gaseosa de ácido acético en realidad estará conformada por dos moléculas del mismo.

Problema 2.2. Si una botella de vinagre marca en su etiqueta una concentración de 8 % en masa de ácido acético, y se han evaporado 37 g de esta sustancia **a)** Calcula la cantidad de moles de ácido acético que se han evaporado. **b)** Calcula el volumen de esta sustancia al evaporarse en condiciones de 0.8 atm de presión y 25 °C. Asume que el dímero molecular se comporta como un gas ideal.

5 puntos

Problema 2.3. Un estudiante de química compra por separado la chicha alcohólica y el vinagre para después purificar los ingredientes activos. **a)** Indica el nombre de la técnica más apropiada para separar mezclas líquidas homogéneas con un componente más volátil que otro, como es el caso de la chicha alcohólica. **b)** Una vez el estudiante tiene el alcohol puro y el vinagre los hace reaccionar, formando agua y acetato de etilo. Este último no es miscible con el agua, por lo cual se puede separar de manera más sencilla, indica el nombre de la técnica que se puede usar para separar dos sustancias líquidas no miscibles entre sí.

5 puntos

QUÍMICA INORGÁNICA, PROBLEMA 3: PLÁTANO RADIANTE (15 puntos)



Muchos de los alimentos que consumimos a diario son ligeramente radiactivos debido a que pueden contener isótopos radiactivos debido a la existencia de isótopos radiactivos naturales o incluso debido a la contaminación ambiental. Un ejemplo es el plátano, el cual es ligeramente radiactivo; esto se debe a que los plátanos contienen potasio-40, un isótopo natural del potasio que es radiactivo. Sin embargo, la radiación emitida es extremadamente baja y no representa un riesgo para la salud humana. Este tipo de radiación es algo común en muchos alimentos ricos en potasio, como las papas, los frijoles entre otras frutas y verduras.

Problema 3.1. El ^{40}K tiene una abundancia natural de 0.0117 % y una vida media de 1.28×10^9 años. Este experimenta una desintegración radiactiva por tres mecanismos: 89% de las veces decae emitiendo una partícula beta negativa, 11% de las veces capturando un electrón del átomo, y 1% de las veces por emisión de una partícula beta positiva. **a)** Calcula la cantidad de neutrones, protones y electrones presentes en un átomo de ^{40}K . **b)** Escriba las ecuaciones nucleares de los tres mecanismos por los cuales se desintegra el núcleo del ^{40}K . **c)** Calcula la cantidad de mol de átomos de ^{40}K que están presentes en 150 g de plátano si estos típicamente contienen un 0.3% en masa de potasio, y del cual solo el 0.0117% es ^{40}K . **d)** Calcula la cantidad de tiempo que tomará el ^{40}K de este plátano para que se desintegre el 85% del isótopo.

5 puntos

Problema 3.2. Así como muchas frutas y vegetales pueden contener trazas de isótopos radiactivos al ser absorbidos a través del suelo o ser expuestos a la radiación, los mariscos como los pescados, camarones, mejillones y almejas pueden absorber isótopos radiactivos del agua, como el ^{226}Ra , ^{40}K , ^{137}Cs y ^{90}Sr . Se tiene una disolución 0.01110 M de ^{90}Sr , y después de 2 años se observa que la concentración disminuyó hasta llegar a 0.01059M. **a)** Calcula la vida media del estroncio-90. **b)** Calcula la cantidad de estroncio-90 que quedará después de 5 años.

5 puntos

Problema 3.3. Se tienen 300 mL de una disolución de sulfato de cesio (Cs_2SO_4) 0.007 M, en la cual el 2% de los átomos de cesio son de cesio-137 que cuenta con una vida media de 30 años. **a)** Calcula la cantidad en mol de átomos de cesio-137 en la disolución. **b)** Calcula cuántos decaimientos nucleares ocurren en una semana. **c)** Una de las unidades usadas para cuantificar la radiación es el Becquerel (Bq), el cual representa cuántos núcleos decaen a lo largo de un segundo. Calcula la actividad nuclear de la disolución en Becquerel.

5 puntos

QUÍMICA ANALÍTICA, PROBLEMA 4: VITAMINA C EN GUAYABAS (15 puntos)

Una de las frutas con mayor contenido de vitamina C es la guayaba, de la cual hay muchas variedades producidas en Choluteca. La vitamina C, también conocida como ácido ascórbico, es una vitamina hidrosoluble y se comporta como un antioxidante en el organismo. Las propiedades antioxidantes del ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) se deben a que esta molécula es un agente reductor, oxidándose para formar ácido deshidroascórbico ($C_6H_6O_6$). Esta característica química hace que sea posible cuantificar el ácido ascórbico mediante permanganometría, en la cual se usa una disolución que contenga ión permanganato como agente oxidante para oxidar un agente reductor, todo esto en medio ácido. Mientras se agrega el permanganato, este se puede reducir al ión manganeso $2+$, el cual es prácticamente transparente, por lo cual inicialmente se observa la pérdida del color morado del permanganato. No es hasta que se acaba el agente reductor que el permanganato deja de perder el color morado al agregarse a la disolución.



Problema 4.1. Balancea la ecuación química de la reacción entre el permanganato de potasio y el ácido ascórbico por el método que identifique como más conveniente. Escribe tu respuesta final en los espacios correspondientes. Muestra tu procedimiento.

5 puntos



Problema 4.2. A partir de 5 guayabas con un peso total de 480 g, se extrae todo el ácido ascórbico. Este ácido ascórbico se disuelve en agua y se coloca en un matraz Erlenmeyer junto con 10 mL de H_2SO_4 con una concentración 2 M. Después, con ayuda de una bureta de 25 mL, se procedió a gotear una disolución 0.10 M de permanganato de potasio. La titulación requirió de 13.2 mL de la disolución de permanganato para llegar al punto de equivalencia. Calcule la cantidad (en mg) promedio de vitamina C presente en cada guayaba.

5 puntos

Problema 4.3. Si la permanganometría se realiza en un medio básico o neutro, se formará dióxido de manganeso (MnO_2) en lugar de la sal de manganeso $2+$. Basándose en las propiedades fisicoquímicas del dióxido de manganeso explica brevemente porque no se puede realizar una permanganometría sin un exceso de ácido.

5 puntos

FIN DEL EXÁMEN