

**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y IX DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

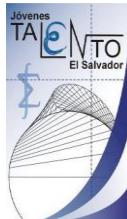
EXAMEN TEÓRICO





Instrucciones generales para el examen teórico

1. Este examen contiene **35 páginas** para 4 problemas teóricos y tiene una duración total de 4:00 horas. La Tabla Periódica de los Elementos se encuentra al final de este folleto. No intentes separar las páginas.
2. Antes de iniciar tu trabajo, lee cuidadosamente todo el examen y las hojas de respuesta.
3. Comienza cuando te lo indiquen.
4. Está estrictamente prohibido comer en el aula donde se realiza el examen. Para ir al baño o ir a beber agua, es necesario solicitar permiso a un asistente.
5. Escribe todas tus respuestas con bolígrafo o lapicero de tinta negra (NO escribas en lápiz).
6. Escribe tu nombre (en la primera hoja) y tu código de identificación en el encabezado. Adicionalmente se te proporcionará un número correlativo el cual deberás escribir en cada hoja del examen.
7. En el cuadro indicado en cada hoja de respuestas, escribe tu nombre y tu código de identificación personal o código de estudiante.
8. Usa solamente tu propia calculadora.
9. Debes escribir todas tus respuestas en los cuadros correspondientes en las hojas de respuesta. Lo que escribas fuera de los cuadros no será corregido. Tampoco escribas en el reverso de las hojas. Si necesitas más hojas para cálculos, solicítala al asistente.
10. Se dará un aviso 15 minutos antes de finalizar el tiempo estipulado.
11. Cuando escuches la señal de terminar, deja de trabajar inmediatamente, en caso contrario, el problema que estés escribiendo será anulado.
12. Cuando termines el examen coloca todas tus hojas en el sobre provisto, ciérralo en presencia del profesor que supervisa el examen. Solamente las hojas que se encuentren en el sobre cerrado serán corregidas.
13. No salgas del aula de examen antes de que te lo autoricen.
14. Es esencial que entregues el enunciado del examen con su nombre y código y que te asegures que todas las páginas lleven su correlativo.





Constantes, Fórmulas y Ecuaciones

Constante de Avogadro	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante Universal de los gases	$R = 8.3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ $R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
Presión atmosférica	$1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$
Cero de la escala Celsius	273.15 K
Constantes de acidez para el ácido carbónico	$K_{a1} = 4.45 \times 10^{-7}$; $K_{a2} = 4.69 \times 10^{-11}$
Constantes para el Hidróxido de cobre (II)	$K_{ps} = 2.20 \times 10^{-20}$; $K_b = 6.25 \times 10^{-8}$
Constantes para el ion hexacuocobre (II)	$K_{ps} = 1.85 \times 10^3$; $K_b = 1.60 \times 10^{-7}$
Viraje para azul de bromotimol	pH 6.00 (amarillo) – pH 7.6 (azul)

Ecuación del gas ideal	$PV = nRT$
Relación entre C_p y C_v	$C_p - C_v = nR$
Propiedades de Logaritmo	$\ln(xy) = \ln(x) + \ln(y)$ $\ln(x/y) = \ln(x) - \ln(y)$ $\ln(x^n) = n \ln(x)$
Ecuaciones de velocidad	$[A] = [A]_0 e^{-kt}$ $\ln[A] - \ln[A]_0 = -kt$ $[A] = [A]_0 / (1 + kt[A]_0)$ $1/[A] - 1/[A]_0 = -kt$
Tiempo de vida media	$t_{1/2} = 1/[A]_0 k$ $t_{1/2} = \ln(2)/k$
pH	$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ $\text{pH} = -\log(C_0 K_a)^{1/2}$ $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2})$





Nombre:	Código:
---------	---------

Numeral	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Puntaje													

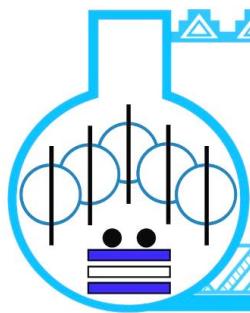
Problema Teórico 1

Análisis de Alcalinidad en Muestras de Agua Geotérmica



En la prueba práctica de ayer, realizaste un análisis químico en vapor condensado generado de una planta geotérmica. En esta oportunidad, estudiaras a nivel teórico los fenómenos químicos que ocurren en algunos análisis de aguas de un pozo geotérmico. El cual es de mucha importancia para dar seguimiento a la generación de vapor en un pozo geotérmico.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

A continuación, podrás observar las diferencias que hay en los cálculos teóricos ideales que suponen la presencia únicamente del analito, en comparación al análisis de una matriz de agua geotérmica que depende del instrumento de medición y de su contenido de especies químicas adicionales.

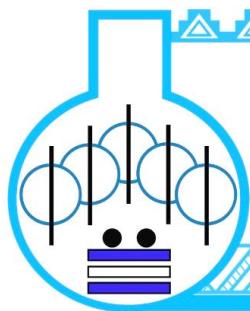
El análisis a estudiar es la determinación de la alcalinidad en aguas de pozo geotérmico. El resultado de este análisis se expresa como contenido de iones carbonato (CO_3^{2-}) y bicarbonato (HCO_3^-) en partes por millón; por lo tanto, es de esperar que el ácido carbónico esté involucrado en este equilibrio ácido base.

1. Escriba las ecuaciones químicas que presentan las constantes de acidez para el ácido carbónico.

2. A partir de las ecuaciones químicas, escriba las expresiones que corresponden a las constantes de equilibrio para el ácido carbónico.

3. Calcule el valor de la constante de equilibrio para el proceso de disociación total del ácido carbónico.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

Una de los cuidados que debe tenerse en cuenta una vez tomadas las muestras, es que estas sean selladas herméticamente para evitar contacto con el aire del medio ambiente ya que esto puede afectar la concentración original de los analitos a determinar.

4. Escriba la reacción química que evidencie la importancia de este cuidado.

El análisis puede llevarse a cabo a través de una titulación potenciométrica. Se toman 25 mL de alícuota de agua geotérmica y se titulan inicialmente con una disolución de HCl 0.020 mol.L⁻¹. El valor de pH del punto de equivalencia para el ion carbonato es 8.25 y para el ion bicarbonato es 4.50.

5. Escriba la reacción de titulación para el ion carbonato.

6. ¿Coincide el pH de equivalencia a partir de la titulación potenciométrica con el valor teórico?
Calcule el pH en el punto de equivalencia para el ion carbonato.





Correlativo:

Si coinciden

No coinciden

7. Demuestre que la concentración del ion carbonato con respecto al ion bicarbonato en el pH calculado en el numeral 5, es aproximadamente del 1%. Si no hizo el cálculo, considere que el valor del pH es igual a 8.4)

Considere ahora una muestra que no presenta iones carbonato, debido a que su pH inicial es menor a 8.25 según el método.

8. Escriba la reacción de titulación para el ion bicarbonato.

Al llevarse a cabo el procedimiento, se utilizan 5 mL de titulante para alcanzar el punto final de la titulación y se obtiene que la concentración de iones bicarbonato es de 350 ppm.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

9. Calcule el pH en el segundo punto de equivalencia y observe si coincide con el utilizado en el método.

A large empty rectangular box for writing the answer to question 9.

Si coinciden

No coinciden





Correlativo:

10. Calcule la concentración de ion bicarbonato en ppm, para que el pH en el punto de equivalencia si posea un valor de 4.50. Suponga que se utilizaron siempre 5 mL para alcanzar el punto de equivalencia.





Correlativo:

Tal como mencionamos al inicio, debido a la matriz estudiada; el método implica algunos aspectos adicionales para realizar una corrección del resultado.

- En un primer momento, al llegar al punto de equivalencia donde el pH = 4.5, la disolución se burbujea con una corriente de gas nitrógeno por 15 min para eliminar el CO₂ formado.
- Posteriormente se titulan la muestra con NaOH 0.01 hasta el pH de 8.25 y se toma el valor del volumen. Si el pH es mayor a 8.25 se continua titulando hasta el valor del pH inicial y nuevamente se registra el volumen gastado. A la cantidad de moles reaccionantes de ácido les es restado la cantidad de moles reaccionantes con base en cada una de las titulaciones para iones carbonato y bicarbonato.

11. ¿Cuál es la necesidad de realizar esta corrección con una titulación con NaOH?

Considere que una muestra de 25 mL tenía un pH inicial de 8.9. Al titular con HCl 0.020 mol.L⁻¹, la bureta marca un volumen de 2.5 mL hasta el primer pH de equivalencia de 8.25. Se continuó la titulación hasta el pH de 4.5. En este momento la bureta marca un volumen de 13.3 mL de HCl 0.020 mol.L⁻¹ gastado.

Luego del burbujeo con nitrógeno, las valoraciones con NaOH 0.010 mol.L⁻¹, gastó 10 mL hasta un pH de 8.25 y luego 1.1 mL hasta el pH de 8.9.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

12. Calcule la concentración de iones carbonato y bicarbonatos presentes en ppm.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
Facultad de
**CIENCIAS
NATURALES Y
MATEMÁTICA**
ESCUELA DE QUÍMICA

MINISTERIO DE EDUCACIÓN
EL SALVADOR
UNÁMONOS PARA CRECER





Numeral	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Puntaje													

Problema Teórico 2

Análisis de un Mineral Alcalino

El 29 de marzo del presente año aconteció un hecho histórico en El Salvador: la prohibición de la minería metálica en todo el territorio. El país cuenta con una amplia riqueza mineral y actividad geotérmica la cual se aprovecha para generar energía eléctrica.



Sin embargo, en el territorio nacional se han realizado diversos estudios de identificación mineral, constatando la abundancia de minerales metálicos como hierro, oro y plata; no metálicos y energéticos como el petróleo.

Entre estos estudios se analizó un fragmento de mineral A extraído del departamento de Chalatenango que fue disuelto en agua y se realizó un análisis elemental, obteniéndose la composición general de un metal, carbono, hidrógeno y oxígeno.





Correlativo:

Además, se realizó un ensayo de llama con la disolución de mineral, observándose una coloración naranja intensa.

1. Anota el metal existente en el mineral.

Al calentar el mineral en condiciones atmosféricas y a 860°C se observó la formación de un sólido **B** y la liberación de un gas **C**, que al burbujearse en una disolución de hidróxido de bario generó un precipitado blanco **D**. Adicionalmente, al burbujear el gas **C** en agua destilada con azul de bromotimol se observó un cambio de azul a amarillo.

2. Escribe la fórmula del gas **C** y la ecuación química balanceada de su reacción con la disolución de hidróxido de bario en disolución acuosa.

Se adicionó a otra porción de la disolución del mineral 2 gotas de disolución saturada de nitrato de cobre (II), observándose un burbujeo intenso de gas **C** y un precipitado alcalino azul gelatinoso **H**.

3. Anota la fórmula del precipitado **H**.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

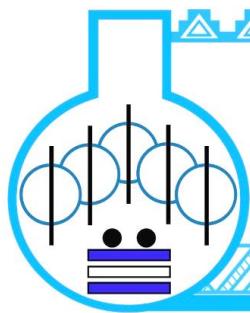
Correlativo:

4. Escribe la ecuación balanceada de disociación en medio acuoso del nitrato de cobre (II) al momento de preparar la disolución 1.0 M a partir del sólido.

5. Anota la ecuación química balanceada del ion cobre (II) en medio acuoso.

6. Escribe la(s) ecuación(es) química(s) balanceada(s) que explica(n) la liberación del gas **C** al agregar la disolución de nitrato de cobre (II) a la disolución del mineral **A**.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

Se tomaron 5 g del mineral **A** y se disolvieron en agua destilada. A la disolución formada se agregaron gotas de disolución saturada de cloruro de calcio hasta equivalencia. Se observó únicamente la formación de un precipitado blanco **E**. Se separó el sólido **E** de la disolución y éste se descompuso al calentarlo a 860°C liberando gas **C** y dejando como residuo el sólido blanco **F**

7. Anota la ecuación química balanceada de síntesis del sólido **E**

8. Escribe la ecuación química balanceada de descomposición para formar el sólido **F** a partir de **E**.

La disolución resultante se calentó a reflujo y se observó la formación del precipitado blanco **E** y la liberación del gas **C**.





Correlativo:

9. Anota la ecuación química balanceada involucrada en la formación del precipitado **E** a partir de la disolución después de efectuar el calentamiento a reflujo.

Finalmente se realizó una titulación con HCl 0.1 M de una alícuota de 10 mL de disolución del mineral **A**. Observándose que la alícuota reaccionó con 5 equivalentes; adicionalmente se determinó que la masa molar del mineral **A** es 376.01 g/mol

10. Escribe la fórmula del mineral **A**.





Correlativo:

11. Identifique el sólido **B** formado en la descomposición térmica del mineral **A**.

12. Escribe la ecuación química balanceada de la descomposición térmica del mineral **A**.





Nombre:	Código:
---------	---------

Numeral	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Puntaje												

Problema Teórico 3

Problema de Química Física

El Salvador es un país ubicado en el litoral del océano Pacífico y goza de un clima cálido tropical, presentando condiciones térmicas similares durante todo el año. Sin embargo, debido a la franja costera a lo largo del Pacífico, ocurren oscilaciones anuales importantes relacionadas con la brisa marina que transporta humedad y calor. Su topografía es escabrosa debido a las actividades volcánicas y tectónicas. El país se encuentra en el cinturón de fuego del Pacífico, y su territorio volcánico es muy activo, cuenta con veintitrés volcanes individuales, aunque solo cuatro de ellos han tenido una actividad continua. En El Salvador existe una ley de áreas naturales protegidas, que le otorga al Ministerio de Medio Ambiente la potestad de declararlas como tal por medio de un decreto ejecutivo.

A raíz de una erupción en el volcán Iamatepec, un grupo de investigación internacional deciden iniciar un proceso de caracterización de gases de emanación volcánica. Partiendo en vehículo desde la ciudad de San Salvador, inflan los neumáticos a la presión recomendada de 3.21×10^5 Pa, siendo un día caluroso en la capital salvadoreña con una temperatura de 35 °C, realizan un recorrido de 80.7 Km hasta el volcán, cuya región se encuentra a una temperatura de 13 °C, considere que el volumen de los neumáticos ha disminuido un 2.5%.





En relación con la información planteada, responda:

1. ¿Cuál es la presión final en los neumáticos? (Suponga el comportamiento ideal de los gases y el cumplimiento de la ley cero de la termodinámica entre el aire atmosférico, los neumáticos y el interior de estos).

Las especificaciones de los neumáticos indicaban que la presión recomendada no debía disminuir en un 20%.

2. ¿Cuál es el porcentaje en que ha disminuido la presión de los neumáticos? ¿Han excedido el límite? (Si no logró realizar el cálculo anterior utilice el valor de 2.21×10^5 Pa).





3. ¿Cuál es el valor del volumen molar de la mezcla de gases en los neumáticos al llegar al volcán Ilamatepec? El valor de $R = 8.314 \text{ m}^3 \text{ Pa mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

El grupo de investigación realiza un muestreo de gases en las fumarolas del volcán en aproximadamente 45 minutos, y obtienen muestras de dos fuentes diferentes que se encontraban a 55°C; en el lugar lograron determinar que uno de los gases es H_2S , mientras que la otra matriz gaseosa es desconocida. Ambas matrices gaseosas se guardan en ampollas para gases de 0.100 dm^3 presurizadas a 100 atm, 4 ampollas para cada fuente.

4. ¿Cuál es la cantidad de moles totales muestreados en el volcán? Suponga el comportamiento ideal.





5. ¿Cuál es la cantidad total de gramos de H_2S muestreados?

El grupo internacional decide recoger muestras de agua en el lago de Coatepeque, el cual se formó en el cráter de un volcán inactivo, y que se encuentra a 38 Km del cráter del volcán Iamatepec. Al llegar al lago la temperatura atmosférica era de 22 °C, y el muestreo se realizó en aproximadamente 35 minutos.





6. Dado que para el $\text{H}_2\text{S(g)}$ el $C_{P,m}^{\circ} = 34.23 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, calcule el ΔH (cambio de entalpía) y el ΔU (cambio de energía interna) extensivos para dicho gas en el trayecto propuesto, asumiendo que la capacidad calorífica se mantiene constante en ese rango de temperatura. (Si no pudo realizar el cálculo anterior, utilice el valor de 12.8 gramos totales de H_2S muestreados).

Luego de la última recolección de muestra, el grupo investigador se disponía a trasladarse a su próximo destino en un Área Natural Protegida, el Parque Nacional Montecristo, también llamado Trifinio, porque en él convergen las fronteras de los países Guatemala, Honduras y El Salvador; está ubicado a 69.1 Km del lago de Coatepeque, y se eleva a 2,400 m sobre el nivel del mar, cuenta con





fauna propia del lugar, y las temperaturas rondan entre 6 y 18 °C. Entonces se les notifica por un mensaje electrónico que una nube que cruzaba el océano Pacífico a una altura de 2,000 m se dirigía a la cadena montañosa; cuando ésta sube a la altura de 3,500 m pasa sobre el Parque Nacional Montecristo, sufriendo una expansión adiabática, las presiones correspondientes en orden cambiante son 0.802 y 0.652 atm.

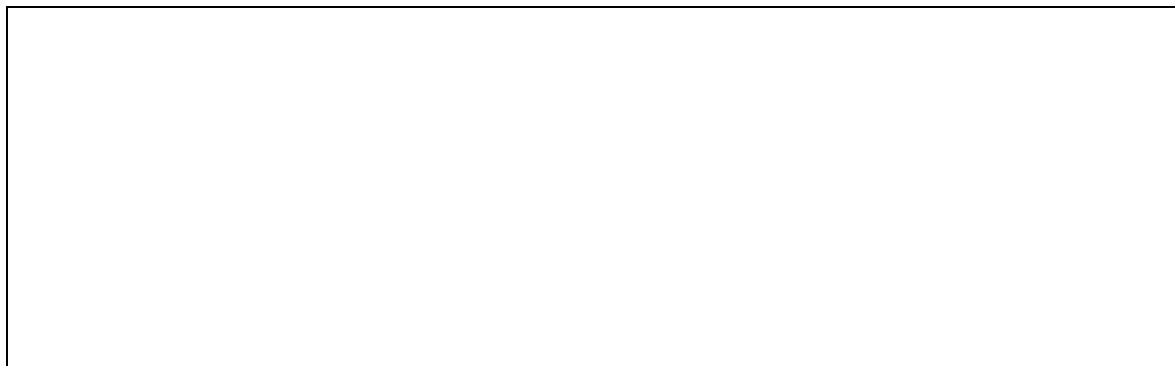
7. Si la temperatura inicial de la masa nubosa es 18 °C, ¿Cuál es la temperatura de la nube cuando pasa sobre las montañas?

Tome en cuenta que para una compresión o expansión adiabática reversible de un gas ideal:

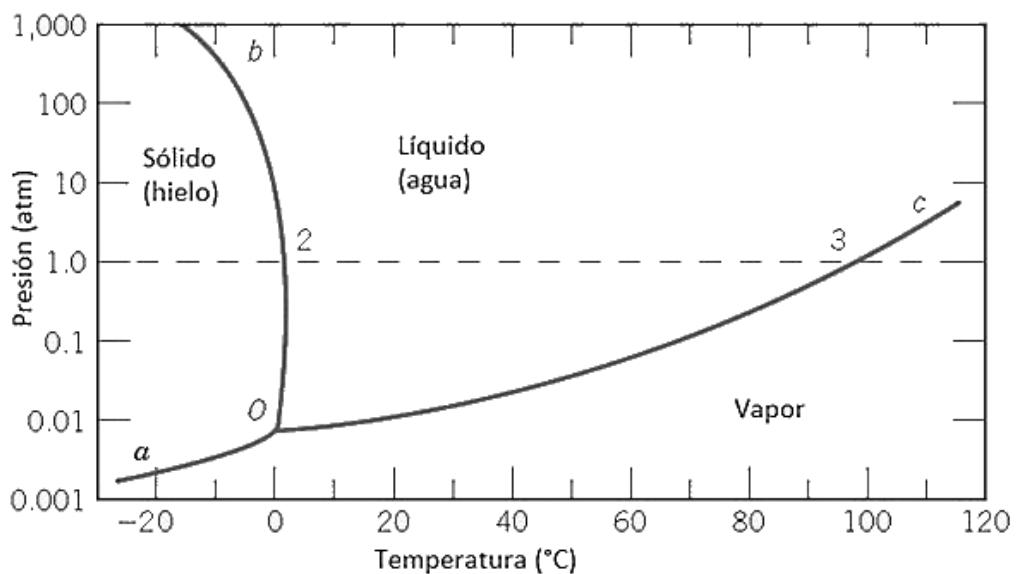
$$\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + (\gamma - 1)\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 0$$

En donde γ es el coeficiente de dilatación adiabática, y es igual a $C_{P,m}/C_{V,m}$. Asuma que $C_{P,m}^{\circ}$ para la nube es 35.860 J K⁻¹ mol⁻¹, el desplazamiento ocurre reversiblemente y la fase gaseosa es ideal.





8. Utilizando el presente diagrama de fases para el agua pura (no está a escala), ubicar de manera aproximada sobre éste el punto que representaría el estado termodinámico intensivo de la nube sobre el Parque Nacional Montecristo, y deducir si estando sobre el Trifinio ¿esperaríamos lluvia, nieve, o que no ocurra precipitación? Si no pudo realizar el cálculo anterior utilice el valor de $T = 268.15\text{ K}$.





Luego de predecir las condiciones climáticas en el Parque Nacional Montecristo, el grupo investigador decide terminar su jornada dirigiéndose a una playa turística salvadoreña llamada Costa del Sol, ubicada en el departamento de La Paz a 125.0 Km de su última ubicación, antes de partir se percata que la muestra gaseosa desconocida se había convertido en un sólido blanco; mediante algunas pruebas lograron comprobar que se trataba de $N_2O_5(s)$, el cual funde a 30 °C y es estable a temperaturas inferiores a los 8 °C. En presencia de luz solar y a temperatura ambiente el N_2O_5 se descompone lentamente en la tropósfera de la siguiente manera:



9. El tiempo de vida media, o simplemente vida media, de la descomposición de este compuesto es 2.05×10^6 s; asumiendo que éste puede considerarse constante en los cambios de temperatura en el trayecto de la muestra. ¿Cuál será la constante de velocidad de la descomposición del N_2O_5 ?





Para que los resultados analíticos de la investigación logren aprobar su sistema de calidad, necesitan antes de procesarlas que la composición de las muestras permanezca intacta en por lo menos un 95% con respecto a la composición en el momento del muestreo.

10. Dado que la muestra más inestable es la de $N_2O_5(s)$, calcular el tiempo límite en horas para que las muestras no puedan ser utilizadas en los estudios del grupo investigador (Si no pudo realizar el cálculo anterior, utilizar el valor de $k = 6.7 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$).





11. Desconociendo el resultado anterior, El grupo de investigación internacional termina su viaje por El Salvador en la playa Costa del Sol. Finalice esta prueba calculando el porcentaje de $N_2O_5(s)$ remanente para cuando éstos llegan a su destino final, tomando en cuenta que la muestra de $N_2O_5(g)$ fue la primera que se tomó, y que cada trayecto en vehículo lo realizaron a la velocidad constante de 80 Km/h. Además, concluya si la investigación tiene probabilidades de ser exitosa o no (Desprecie el cambio de la constante de velocidad en la descomposición del N_2O_5 para el cambio de estado de agregación de éste).





Nombre:

Código:

Numeral	1	2	3	4	5	6	Total
Puntaje							

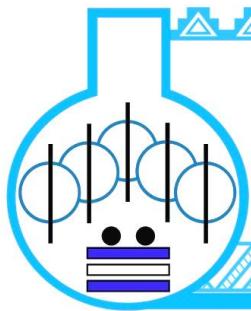
Problema Teórico 4

Química Orgánica

Parte A:

Se tienen tres compuestos **A**, **B** y **C**, que corresponden a la fórmula molecular $C_5H_{12}O$. Al agregar una disolución neutra y fría de $KMnO_4$, sólo **B** y **C** forman como subproducto un precipitado de color café. Los productos obtenidos de la reacción anterior se tratan con la 2,4-Dinitrofenilhidracina, siendo únicamente positiva la prueba para el producto obtenido a partir de **B**.



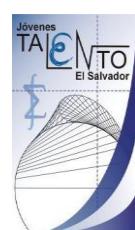


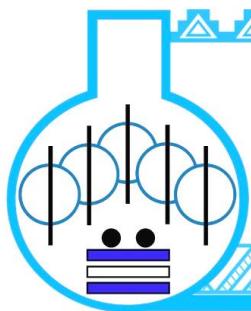
**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

1. Escriba las estructuras posibles para A, B y C.

De los tres compuestos, sólo **B** y **C** presentan centros quirales. Cuando **A** y **B** se ponen en contacto con H_2SO_4 , forman el mismo compuesto **D**, en cambio **C** forma el compuesto **E**.





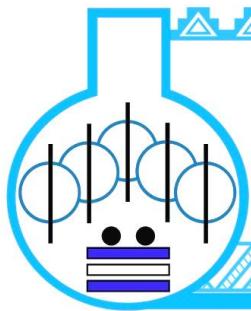
**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

2. Escriba y nombre según la IUPAC las estructuras para los compuestos A, B y C.

El compuesto **D** al ponerse en contacto con $1.O_3$ / $2.(CH_3)_2S$; produce dos compuestos. Uno de ellos forma un precipitado rojo ladrillo con el reactivo de Fehling y el otro no. **E** en presencia de $1.O_3$ / $2.(CH_3)_2S$ produce CO_2 y un compuesto que no forma un precipitado rojo ladrillo con el reactivo de Fehling.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

3. Desarrolle y nombre las estructuras de los compuestos **D** y **E**.

4. Escriba las ecuaciones de todas las reacciones involucradas.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:





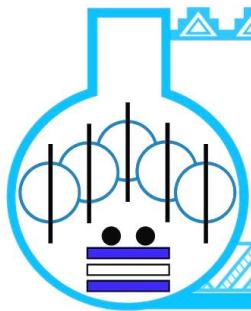
Correlativo:

Parte B:

El compuesto **X** ($C_6H_{11}NO$), al agregarle H_2O/H^+ , forma los compuestos **Y** y **Z**. El compuesto **Y** ($C_4H_6O_2$), burbujea al agregarle $NaHCO_3$ y **Z** (C_2H_7N), al reaccionar con ácido nitroso forma el compuesto **V** ($C_2H_6N_2O$). Al reaccionar **Y** con Br_2/CCl_4 , se decolora la solución, produciendo el compuesto **W** ($C_4H_6Br_2O_2$), que tiene dos centros quirales.

5. Desarrolle la estructura de los compuestos **X**, **Y**, **Z**, **V** y **W**.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

6. Para el compuesto **W**, desarrolle las estructuras de Fischer de todos los estereoisómeros e indique para cada uno la configuración **R** y **S** de sus centros quirales, luego indique los pares de enantiómeros y de diastereoisómeros que pueden darse.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Facultad de
**CIENCIAS
NATURALES Y
MATEMÁTICA**

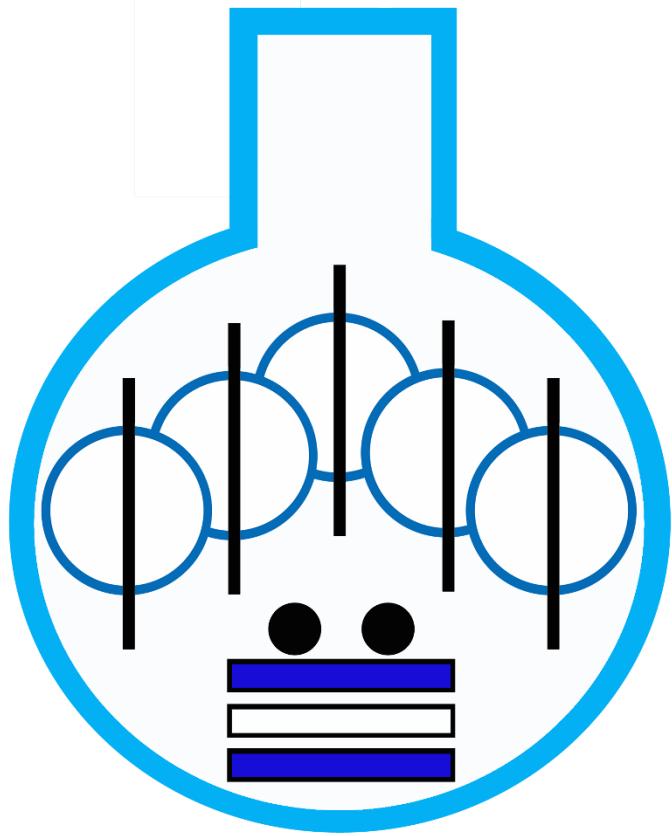
ESCUELA DE QUÍMICA



Tabla Periódica de los Elementos

1																18		
1	1 H 1.008	2 He 4.003														2 He 4.003		
2	3 Li 6.941	4 Be 9.012																
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31																
4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.41	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (97.9)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
6	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209.0)	85 At (210.0)	86 Rn (222.0)
7	87 Fr (223.0)	88 Ra (226.0)	89 Ac (227.0)	104 Rf (261.1)	105 Db (262.1)	106 Sg (263.1)	107 Bh (262.1)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (271)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 Uut (284)	114 Fl (289)	115 Uup (288)	116 Lv (292)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)

6	Lantánidos	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (144.9)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 174.0
7	Actínidos	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np (237.1)	94 Pu (244.1)	95 Am (243.1)	96 Cm (247.1)	97 Bk (247.1)	98 Cf (251.1)	99 Es (252.1)	100 Fm (257.1)	101 Md (258.1)	102 No (259.1)	103 Lr (260.1)



**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y IX DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

EXAMEN PRÁCTICO





Instrucciones generales para el examen práctico.

1. Este examen práctico contiene **22 páginas** para 2 problemas prácticos. La Tabla Periódica de los Elementos se encuentra en la última página de este folleto. No intentes separar las páginas.
2. Durante todo el tiempo que estés en el laboratorio, debes estar equipado con gabacha y lentes de seguridad. Debes utilizar tu propia gabacha, lentes y guantes.
3. Se espera que los estudiantes trabajen en una forma segura y respetuosa y que conserven el material y la mesa de trabajo limpios. Consulta con el instructor de laboratorio si posees alguna pregunta acerca de las normas de seguridad.
4. Este examen práctico tiene una duración de 4:30 horas y está constituido por dos problemas experimentales. Se te sugiere realizar las pruebas en el orden que han sido presentadas en el examen.
5. Antes de iniciar tu trabajo experimental, lee cuidadosamente todo el examen práctico y revisa los espacios para las respuestas. Identifica donde está todo el material que vas a utilizar. Tienes 30 minutos para leer el examen y planificar tu trabajo experimental.
6. Comienza la prueba cuando se te dé la señal de inicio.
7. Dispondrás de 4 horas para llevar a cabo el examen y registrar tus resultados en las hojas de respuesta.
8. Para medir con las pipetas, deberás utilizar únicamente la pera de succión o propipeta.
9. Está prohibido comer en el laboratorio. Podrás pedir autorización al instructor del laboratorio para ir al baño o para beber agua.
10. Escribe todas tus respuestas con bolígrafo (**no uses lápiz**).
11. Escribe tu nombre (en la primera hoja) y tu código de identificación en la cabecera. Adicionalmente se te proporcionará un número correlativo el cual deberás escribir en cada hoja del examen.
12. Solo debes usar el material que se le ha dado y su calculadora.
13. En el caso que necesite más reactivos o el reemplazo de cualquier material de vidrio solicitarla al asistente de laboratorio. Esto será penalizado con un (1) punto por cada solicitud.
14. Debes escribir todas tus respuestas en los espacios reservados en los cuadros de respuestas. **Todo lo que escribas fuera de esta área no será calificado.** Tampoco escribas en la parte posterior de las hojas. Si usted necesita papel borrador para los cálculos pedírsela al ayudante de laboratorio.
15. Se dará un aviso 15 minutos antes de finalizar el tiempo previsto para la prueba.
16. Cuando escuches la señal de terminado, debes dejar de trabajar inmediatamente, de lo contrario el problema que estés resolviendo será anulado.





17. Al completar el examen debes poner todas sus hojas en el sobre recibido y sólo deberás cerrarla en presencia del ayudante del laboratorio. Sólo las hojas que correspondan al sobre cerrado serán reconocidas y calificadas.
18. No se puede abandonar el laboratorio sin tener autorización.
19. Es esencial que entregues el enunciado del examen con su nombre y código y que se asegure que todas las páginas lleven su correlativo.





REACTIVOS DISPONIBLES		
1	Tiosulfato de sodio 5×10^{-3} mol.L ⁻¹	100 mL
2	Yodo (concentración desconocida)	100 mL
3	Ácido Sulfúrico 1 mol.L ⁻¹	25 mL
4	Indicador de Almidón	10 mL
5	Anilina	5 mL
6	Ácido Acético	7 mL
7	Anhídrido Acético	7 mL
8	Carbón Activado	1 g
9	Etanol	4 mL
10	Muestra de vapor geotérmico condensado	20 mL

MATERIAL DISPONIBLE EN LA MESA		
1	Agitador magnético	1
2	Bomba de vacío	1 por mesa
3	Bureta de 10 mL	1
4	Bureta de 25 mL	1
5	Condensador	1
6	Cronómetro	1
7	Embudo Büchner	1
8	Embudo de vidrio pequeño	1
9	Frasco lavador	1
10	Goteros de plástico	3
11	Gradilla	1
12	Hot-Plate con agitación	1
13	Kitazato de 250 mL	1
14	Mangueras	2
15	Matraz de fondo redondo de 100 mL	1
16	Matraz Erlenmeyer de 125	6
17	Microespátula	1
18	Papel filtro	3 círculos





MATERIAL DISPONIBLE EN LA MESA		
19	Papel Parafilm	3 trozos
20	Perlas de ebullición	3
21	Pinza para tubo de ensayo	1
22	Pinzas de extension	2
23	Pinzas de sosten	2
24	Pinzas para bureta	2
25	Pipeta volumétrica de 10 mL	1
26	Pipeta volumétrica de 5 mL	1
27	Probeta de 100 mL	1
28	Probeta de 25 mL	1
29	Soporte metálico	2
30	tubos de ensayo	2
31	vaso de precipitado de 100 mL	15
32	Vaso de precipitado de 30 mL	1
33	Vaso de precipitado de 50 mL	3
34	Vidrio de reloj	2





Correlativo:

Nombre:	Código:
---------	---------

Numeral	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Puntaje													

Problema Práctico 1

Determinación de Sulfuro de Hidrógeno (H_2S) por Yodometría en una muestra de Vapor Geotérmico Condensado.

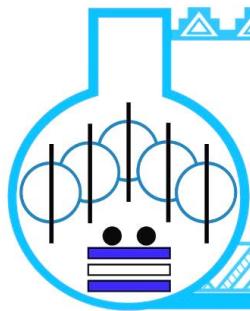
En El Salvador, LaGeo es la empresa que se encarga de generar energía eléctrica a partir de fuentes geotérmicas. El 25% de la energía eléctrica generada para el país, se obtiene a partir de este recurso.

Para el correcto funcionamiento de una planta geotérmica, debe de llevarse a cabo un estudio sobre la composición química de los componentes principales; ya sea del agua de los pozos geotérmicos, así como del vapor generado por dichos pozos. En el caso del vapor, es importante cuantificar la cantidad de gases que lo componen para el correcto funcionamiento de las turbinas generadoras de energía eléctrica; entre estos gases, se encuentra el sulfuro de hidrógeno (H_2S).



En esta práctica, deberá determinar la cantidad de sulfuro de hidrógeno contenido en una muestra de vapor geotérmico condensado. Para preservar la muestra, el vapor condensado se mezcla con una disolución fuertemente alcalina de hidróxido de sodio.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

1. Escriba la ecuación de la reacción entre el sulfuro de hidrógeno y el hidróxido de sodio.

2. ¿Por qué se dice que la reacción anterior tiene como función la “preservación de la muestra”?

La determinación de sulfuro de hidrógeno se llevará a cabo a través de una retrovaloración yodométrica, lo que implica utilizar tiosulfato de sodio como disolución estándar y además deberá de conocer la concentración de la disolución de yodo a utilizar.

3. ¿En qué consiste una retrovaloración?





Correlativo:

Estandarización de la disolución de yodo.

- En una bureta de 25.00 mL, adicionar la disolución estándar de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 5×10^{-3} mol. L^{-1} . Preparar el sistema de valoración, tomando en cuenta que se hará uso de agitación magnética.
- En un matraz Erlenmeyer de 125 mL, colocar el magneto para agitación, posteriormente adicionar 10 mL de disolución de yodo y agregar aproximadamente 50 mL de agua destilada.

Deberá realizar este procedimiento rápidamente, ya que el yodo gaseoso puede escaparse fácilmente de la disolución.



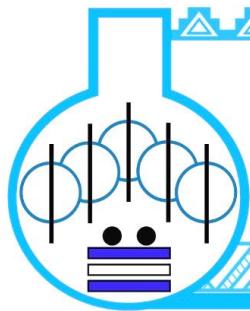
- Valorar con la disolución de tiosulfato de sodio 5×10^{-3} mol. L^{-1} (no olvidar encender la agitación) hasta tener una disolución de color amarillo débil o amarillo paja. En este momento, agregar 10 gotas de disolución indicadora de almidón, con lo que la disolución de yodo cambiara a un azul intenso.
- Seguir titulando hasta que desaparezca el color azul, lo cual le indicará el punto final de la titulación. Para ello contará con una cartulina blanca que podrá utilizar para verificar con mayor facilidad el cambio de la disolución a incolora.

Realice la estandarización de la disolución de yodo por triplicado. Anote los resultados en la tabla que se presenta a continuación:

Número de valoración	1	2	3	
Lectura inicial de la bureta				mL
Lectura final de la bureta				mL
Volumen de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ estándar				mL

4. Promedio de volumen de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ estándar: _____





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

5. Conociendo que los pares redox que participan en esta reacción de titulación son I_2/I^- y $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$. Escriba la ecuación redox para la reacción de titulación en la estandarización de la disolución de yodo.

6. Calcule la concentración de la disolución de yodo.

Análisis de la muestra.

- En un matraz Erlenmeyer de 125 mL colocar **20.0 mL** de disolución de yodo y con una bureta de 10 mL, agregue una alícuota de H_2SO_4 1 M necesaria para llevar a pH 6.5 – 7.0. (**El volumen de alícuota será indicado por su instructor**). Adicionar **70 mL** de agua destilada aproximadamente y mezclar. Sellar el frasco Erlenmeyer con ayuda de papel parafilm.
- A la mezcla del literal anterior, añadir una alícuota de 5.0 mL de la muestra, agitar suavemente y rotar el matraz Erlenmeyer. Sellar el frasco con papel parafilm y dejar reposar en la oscuridad por 5 minutos.





Correlativo:

En los literales a) y b), deberá realizar este procedimiento rápidamente, ya que el yodo gaseoso puede escaparse fácilmente de la disolución.



c) Despues de transcurridos los cinco minutos, valore el yodo en exceso con la disolución de tiosulfato de sodio 5×10^{-3} mol.L⁻¹ (nuevamente, no olvide encender el agitador), hasta tener una disolución de color amarillo débil o amarillo paja. En este momento, agregue 10 gotas de la disolución indicadora de almidón, con lo que la disolución de la muestra cambiará a un color azul intenso. Siga valorando hasta que desaparezca el color azul (punto final de la titulación).

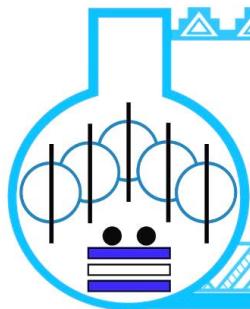
Realice el análisis de la muestra por triplicado. Anote los resultados en la tabla que se presenta a continuación:

Número de retrovaloración	1	2	3
Lectura inicial de la bureta			mL
Lectura final de la bureta			mL
Volumen de Na ₂ S ₂ O ₃ estandar			mL

7. Promedio de volumen de Na₂S₂O₃ estandar: _____

8. ¿Por qué motivo debe disminuirse el pH a un valor en un rango de 6.5 a 7.0?
(Las constantes de acidez del H₂S son K_{a1}= 9.6×10^{-8} y K_{a2}= 1.3×10^{-14})





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

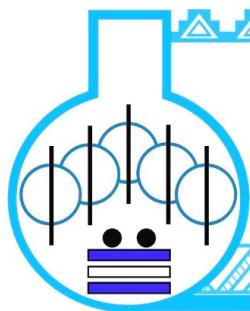
Correlativo:

9. Conociendo que los pares redox que participan en la reacción entre la muestra y el yodo son S/H_2S y I_2/I^- . Escriba la ecuación redox para dicha reacción.

10. Calcule la cantidad de mmoles de I_2 iniciales.

11. Calcule la cantidad de mmoles de I_2 que se encuentra en exceso.





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

12. Calcule la cantidad de mmoles de I_2 que reaccionaron con la muestra y determine la concentración de H_2S presente en partes por millón.





Correlativo:

Numeral	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Puntaje																

Problema Práctico 2

Síntesis y Purificación de la Acetanilida.

La Acetanilida o N-Feniletanamida (C_8H_9NO), se obtiene a partir de la reacción entre la anilina y anhídrido acético. La acetanilida por sí misma es un analgésico, pero no es un fármaco útil pues ocasiona daños hepáticos cuando se toma durante un período de tiempo prolongado. De hecho, otro compuesto que puede obtenerse a partir de la acetanilida, la 4-bromoacetanilida, se desempeña de mejor manera como analgésico.

En la industria farmacéutica la acetanilida ha sido empleada como un precursor en la síntesis de la penicilina y otros medicamentos.



En este problema práctico se preparará acetanilida mediante un sistema de reflujo; el producto así obtenido se purificará por recristalización.

- **Síntesis**

1. En un matraz de fondo redondo de 100 mL introduce 3 mL de anilina y 5 mL de ácido acético glacial.
2. Añade lentamente a la mezcla 5 mL de anhídrido acético. Observarás desprendimiento de calor.
3. Adapta al matraz un refrigerante de reflujo (condensador). Añade tres perlas de ebullición y calienta la disolución hasta ebullición (Colocando en el hot plate (calentador, estufa) una temperatura de 320 °C). Continuar con el reflujo **durante 10 min.**





Correlativo:

- Retira la fuente de calentamiento y deja enfriar el contenido del matraz durante 5 minutos y viértelo poco a poco en un vaso de precipitado (Beaker) que contenga 25 mL de agua y 25 g de hielo (aproximadamente), agitando con una varilla de vidrio (agitador) hasta la formación de cristales.
- Pese el papel filtro** y recolecte los cristales por filtración al vacío. Lave dos veces con porciones de 5 ml de agua a temperatura ambiente y continúe la succión **por 3 minutos** más, luego pesa el producto con el papel filtro, anota tus resultados y **no olvides la firma de tu instructor para validar**lo. Deberás purificar el producto por recristalización como se indica en la siguiente parte de la práctica.

Datos de la acetanilida impura

	Masa en gramos	Firma del instructor
Papel filtro		
Papel filtro más sólido		
Masa de sólido		

- Selección del Solvente de Recristalización.**

Para la selección del disolvente de recristalización, realiza pruebas de solubilidad con etanol y agua; con base al procedimiento siguiente:

- Toma una pequeña cantidad del compuesto en un vidrio de reloj.
- Tritura los cristales con el fondo de un tubo de ensayo y con una espátula, traspasa una mínima cantidad (cantidad que se toma con la punta de una microespátula) de la muestra finamente dividida a un tubo de ensayo.
- Utilizando uno de los disolventes y utilizando el gotero que posee cada frasco con disolvente, añade gota a gota **1 mL (20 gotas)** al compuesto, con agitación continua. Después de haber agregado el disolvente observa la mezcla cuidadosamente. Si todo el soluto se ha disuelto en el solvente frío, el solvente **no es el adecuado** y ensaye con el otro disolvente. Si no se ha disuelto todo el sólido, continúe con el numeral siguiente.
- Calienta la mezcla moderadamente colocando el tubo de ensayo en un baño de maría hasta que el solvente alcance el punto de ebullición o cerca de él. Si se disuelve todo el sólido puede decirse que es fácilmente soluble en el disolvente caliente.





Correlativo:

- Si luego de calentar, el compuesto con el disolvente no se disuelve del todo, añada más disolvente en porciones de 0.5 ml hasta que todo el sólido se disuelva en el punto de ebullición o cerca de él (sin exceder un total de 3 ml de disolvente). Si en caliente permanece todavía algo de sólido sin disolver, puede decirse que difícilmente soluble y debe probar otro disolvente de cristalización.
- En cada caso cuando se obtiene una disolución del sólido en caliente, enfríe lentamente la disolución y raspe las paredes internas del tubo de ensayo con un agitador para provocar la recristalización. Observe la facilidad y la cantidad con que se forman los cristales, complete la tabla y elija el mejor disolvente de recristalización.

Marque con una equis (x) la solubilidad de la acetanilida en los dos disolventes a las diferentes condiciones estudiadas.

Solubilidad de la Acetanilida	Etanol		Agua	
	T° Ambiente	T° Ebullición	T° Ambiente	T° Ebullición
Soluble				
Poco Soluble				
Insoluble				
Solvente elegido				

Recristalización de la Acetanilida.

- Después de pesar la acetanilida impura, trasládala a un vaso de precipitado (Beaker) de 100 mL, añadiéndole 25 ml del disolvente de recristalización.
- Sostén con una pinza versátil (presa) el vaso de precipitado (Beaker) de 100 mL y hierve suavemente hasta que la acetanilida se disuelva totalmente. Si se establecen dos fases, una es disolución de acetanilida en el disolvente y la otra es acetanilida sin disolver; agrega 40 ml de





Correlativo:

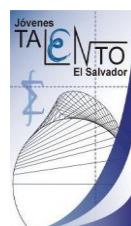
del disolvente, mezcla bien con agitación y sigue calentando hasta alcanzar la ebullición. Si la disolución no se completa, agrega más disolvente en porciones de 5 ml hasta obtener una disolución completa.

- Si la acetanilida presenta coloración, añade poco a poco con movimiento rotativo aproximadamente 0.1 g de carbón activado (cantidad que se puede tomar con la punta de una espátula) y hierve la sustancia durante tres minutos más
- Filtrá la disolución al vacío (empleando un kitazato, embudo Buchner y bomba de vacío). Para evitar que la acetanilida cristalice en el embudo, **la filtración debe hacerse estando la disolución muy caliente, acabada de preparar.**
- Agregá la disolución en porciones pequeñas y sigue calentándola hasta vaciar todo el contenido del vaso de precipitado (Beaker) de 100 mL. Lava lo que queda en el papel con una pequeña porción de disolvente caliente. Deja reposar el filtrado hasta que se enfríe a temperatura ambiente. Lave las paredes del Kitazato con una pizeta para arrastrar los cristales en el contenido del vaso de precipitado (Beaker) de 100 mL en baño de hielo.
- Pesa un papel filtro** y recolecte los cristales por filtración al vacío. Lave dos veces con porciones de 5 ml de solvente frío y continúe la succión **por 3 minutos** más.
- Retira el papel filtro con los cristales del embudo, dóbllalo a la mitad de modo que los cristales queden en medio del papel.
- Pese los cristales de acetanilida en una balanza semianalítica. Anota tus resultados a continuación, **no olvides la firma de tu instructor para validar tu resultado.**

Datos de la acetanilida recristalizada

	Masa en gramos	Firma del instructor
Papel filtro		
Papel filtro más sólido		
Masa de sólido		

- El producto obtenido en el papel filtro, colócalo en un recipiente de plástico rotulado con el **código asignado.**





Correlativo:

- A continuación, lea detenidamente las afirmaciones y conteste con una X verdadero o falso dentro del paréntesis.

1. En el procedimiento de recristalización, el soluto debe de ser muy soluble en el disolvente a cualquier temperatura.

a) Verdadero () b) falso ()

2. La técnica de recristalización, utilizada en esta práctica, es importante porque permite incrementar el tamaño de los cristales.

a) Verdadero () b) falso ()

- Encierre en un círculo la respuesta correcta en cada enunciado.

3. El carbón activado en esta práctica se utiliza como:

a) Reactivo de síntesis b) Catalizador
c) Reactivo de purificación d) ningunas de las anteriores

4. En la obtención de acetanilida añadimos de 5 mL de anhídrido acético para:

a) Catalizar la reacción b) Utilizarlo como reactivo
c) Bajar la temperatura d) Ninguna





Correlativo:





Correlativo:

8. Calcule el porcentaje de rendimiento de la reacción de la muestra impura

1. **What is the primary purpose of the study?** (10 points)

9. Calcule el porcentaje de rendimiento de la reacción de la muestra recristalizada

1. **What is the primary purpose of the study?** (10 points)

- Encierre en un círculo las respuestas correctas:

10. La Anilina es una:

11. La acetanilida es una:





Correlativo:

- Conteste correctamente lo que se le pide:

12. ¿Por qué no se debe emplear un catalizador diferente al ácido acético en la síntesis de la acetanilida?

13. ¿Qué efecto tiene la transformación de la anilina en acetanilida ante una reacción posterior de sustitución aromática electrofílica (SAE)?

14. ¿Por qué, durante la primera filtración de la disolución de acetanilida, se debe utilizar disolvente caliente?





**XI OLIMPIADA CENTROAMERICANA
Y VI DEL CARIBE DE QUÍMICA
EL SALVADOR 2017**

Correlativo:

15. ¿Qué propiedad física podría utilizarse para determinar la pureza del producto obtenido?



Tabla Periódica de los Elementos

1																				18
1	1 H 1.008	2																		2 He 4.003
2	3 Li 6.941	4 Be 9.012																		
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31																		
4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.41	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80		
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (97.9)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3		
6	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209.0)	85 At (210.0)	86 Rn (222.0)		
7	87 Fr (223.0)	88 Ra (226.0)	89 Ac (227.0)	104 Rf (261.1)	105 Db (262.1)	106 Sg (263.1)	107 Bh (262.1)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (271)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 Uut (284)	114 Fl (289)	115 Uup (288)	116 Lv (292)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)		
6	Lantánidos	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (144.9)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 174.0					
7		90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np (237.1)	94 Pu (244.1)	95 Am (243.1)	96 Cm (247.1)	97 Bk (247.1)	98 Cf (251.1)	99 Es (252.1)	100 Fm (257.1)	101 Md (258.1)	102 No (259.1)	103 Lr (260.1)					