



II OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA EXÁMEN DE NIVEL MEDIO

Examen elaborado por:

Adrian Gallardo Loya
Alex Manuel Martinez Aguilera
Adal Roney Martinez Carbajal

Instrucciones:

Debes escribir tu código dentro del espacio indicado en la primera página del examen. No escribas tu nombre.

Dispones de tres horas para trabajar en los problemas. No leas las preguntas hasta que se indique el comienzo del examen.

Todos los resultados deben ser escritos en los cuadros apropiados. Cualquier procedimiento o respuesta fuera de dichos cuadros no será evaluada. Se recomienda hacer los procedimientos en una hoja separada y después pasarlos a la hoja del examen de manera organizada.

Escribe los cálculos y procedimientos matemáticos relevantes en los cuadros indicados. Si das un resultado correcto para un cálculo complicado sin mostrar un procedimiento puede que no se puntúe.

Los resultados numéricos carecen de significado si no tienen unidades. Serás penalizado si no indicas las unidades. Deberás tener cuidado de expresar tus respuestas con el número apropiado de cifras significativas.

Puedes utilizar calculadoras científicas no programables sin función de graficar, si eres sorprendido utilizando calculadoras con estas funciones se te decomisará.

Sugerimos fuertemente que empieces con las preguntas que se te hagan más fáciles. El examen no está hecho con la intención de que todos lo respondan por completo, así que no te preocupes si no logras responder algunas preguntas.

Debes dejar de trabajar inmediatamente cuando se dé la señal de finalización. Cualquier demora en hacerlo puede conducir a tu descalificación.

;Mucha Suerte!

CONSTANTES Y FÓRMULAS:

Constantes

Número de Avogadro: $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de los Gases Ideales: $8.314 \frac{\text{m}^3 \text{Pa}}{\text{mol K}}$

Fórmulas

Ley de los Gases Ideales: $PV = nRT$

Conversión de Unidades

Presión:

$$1\text{bar} = 0.987\text{atm} = 100000\text{Pa} = 750\text{mmHg}$$

Temperatura:

$$T_K = T_{^\circ C} + 273.15$$

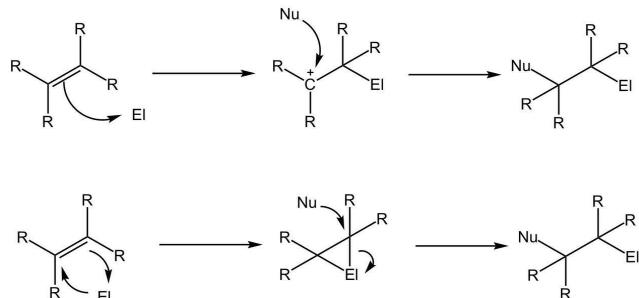
Volumen:

$$1\text{m}^3 = 1000\text{L}$$

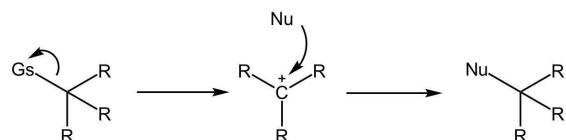
Reacciones Orgánicas Generales

Nu: Nucleófilo, **EI:** Electrófilo, **R:** Sustituyente, **Gs:** Grupo Saliente.

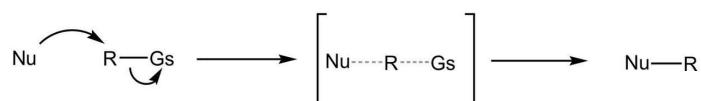
Adiciones a Alquenos:



Sustitución Nucleofílica Unimolecular:



Sustitución Nucleofílica Bimolecular:



1	H	hidrógeno
<small>[1.0078, 1.0082]</small>		
2		

3	Li	litio
<small>6.936, 6.937</small>		
4	Be	berilio

11	Na	sodio
<small>[22.990, 22.995]</small>		

19	K	potasio
<small>[39.998, 40.004]</small>		

20	Ca	calcio
<small>[44.956, 44.964]</small>		

38	Sr	estroncio
<small>[87.62, 87.63]</small>		

40	Rb	rubidio
<small>[65.468, 65.469]</small>		

21	Sc	escandio
<small>[47.987, 47.992]</small>		

22	Ti	titanio
<small>[51.996, 51.998]</small>		

23	V	varadio
<small>[54.938, 54.942]</small>		

24	Cr	cromo
<small>[55.945, 55.947]</small>		

25	Mn	manganeso
<small>[58.933, 58.935]</small>		

26	Fe	hierro
<small>[58.935, 58.936]</small>		

27	Co	cobalto
<small>[58.935, 58.936]</small>		

28	Ni	níquel
<small>[63.566, 63.567]</small>		

29	Cu	cobre
<small>[65.567, 65.568]</small>		

30	Zn	zinc
<small>[65.568, 65.569]</small>		

31	Ga	galio
<small>[72.630, 72.631]</small>		

32	Ge	germanio
<small>[72.630, 72.631]</small>		

33	As	arsénico
<small>[72.631, 72.632]</small>		

34	Se	selenio
<small>[72.632, 72.633]</small>		

35	Br	bromo
<small>[79.901, 79.902]</small>		

36	Kr	krypton
<small>[83.962, 83.963]</small>		

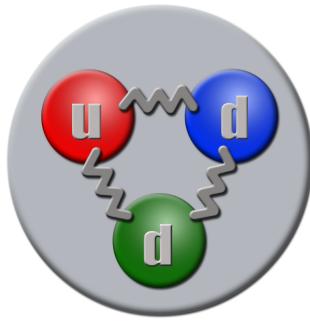
37	Xe	xenón
<small>[131.29, 131.29]</small>		

38	Rn	radón
<small>[174.97, 174.98]</small>		

39	He	helio
<small>[4.0026, 4.0026]</small>		

Clave:

FISICOQUÍMICA, PROBLEMA 1: UN GAS MUY IDEAL



El neutrón es una partícula subatómica inestable, esta misma, junto con los electrones y los protones, forman los átomos. Los neutrones aislados (es decir, fuera de átomos) son inestables, descomponiéndose con el paso del tiempo para formar protones, electrones, y antineutrinos. Pero, si uno fuera a aislar una muestra de estas misteriosas partículas ¿cómo se comportarían? Lo más probable es que estas formen un gas debido a que, a diferencia de las sustancias conocidas, no habría interacciones entre estas mismas ya que no son polares y son difíciles de polarizar, haciendo difícil que se mantengan unidas, y a la vez, facilitando que se encuentren en un estado gaseoso. Además de esto, su tamaño diminuto haría que se comporten de manera extremadamente cercana a la de un gas ideal.

Asumamos que existe un universo alterno, en el cual la única diferencia que hay con el nuestro es que los neutrones aislados son estables, permitiendo que se estudie este peculiar gas hipotético. En este universo alterno se estudian los efectos de la presión atmosférica sobre el volumen de un gas, para esto se infla un globo usando 0.340 gramos de neutrones en la isla de Roatán, donde la presión atmosférica es de 1atm, este globo después se lleva a la ciudad de Santa Rosa de Copán, donde la presión atmosférica es de 0.885bar. La masa molar de los neutrones es de 1.01g/mol. Asume que la temperatura es de 25.0°C.

Pregunta 1.1. Calcula cuántos litros va a ocupar el globo en Roatán y en Santa Rosa de Copán.

/4 Puntos

Pregunta 1.2. Al llevar el globo de Roatán a Santa Rosa, ¿este se infló más o se desinfló? Indique cuántos mililitros se infla o desinfla el globo.

/2 Puntos

FISICOQUÍMICA, PROBLEMA 2: LA CHARAMUSCA PERFECTA

Las charamuscas, también llamadas topogigios, son un dulce tradicional que consta de una mezcla de agua, azúcar, así como varios ingredientes para dar sabor y color. Esta mezcla se congela dentro de una bolsa para después ser degustada como postre.

Usualmente la cantidad de azúcar que se les agrega no es suficiente para notar un fenómeno muy peculiar, el descenso crioscópico. El descenso crioscópico se da cuando un soluto, como el azúcar, se disuelve en un disolvente como el agua, al hacerlo, el punto de congelación de la mezcla disminuye en función de la concentración molal. Digamos ahora, que eres una persona exigente, que solo disfruta de las charamuscas cuando están a -2.80°C exactamente, no más, no menos. Para lograr que tu charamusca se congele exactamente a esta temperatura, decides investigar en tu libro de química favorito la fórmula para el descenso crioscópico, la cual es la siguiente: $\Delta T = c \times k$ donde ΔT representa como un valor positivo la cantidad de grados Celsius que disminuyó el punto de congelación, c es la concentración molal de azúcar (la cantidad de mol de azúcar por cada kilogramo de agua), y k representa la constante crioscópica del agua, la cual desconoces.



Problema 2.1. Para medir la constante crioscópica del agua decides disolver 5.00 gramos de azúcar ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) con 17.0mL de agua (densidad=1g/mL), para después medir el punto de congelación de la mezcla. Este resultó ser de -1.60°C . Calcula el valor de la constante crioscópica.

/6 Puntos

Problema 2.2. Conociendo el valor de la constante crioscópica, calcula cuánta azúcar se necesitará para hacer una charamusca que se congele a tu temperatura favorita usando 200 mililitros de agua. Si no pudiste calcular la constante crioscópica, usa el valor de $k = 2.00 \frac{\text{°C kg}}{\text{mol}}$

/4 Puntos

Problema 2.3. Sugiere una explicación del por qué disminuye la temperatura de congelación al agregar más azúcar al agua.

/2 Puntos

ANALÍTICA, PROBLEMA 3: CUCHAROMETRÍA



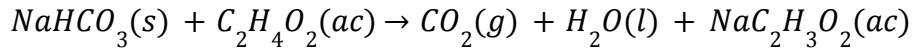
La elaboración de encurtido artesanal es una actividad común realizada de manera casera por varias familias, uno de los ingredientes necesarios para preparar el encurtido es el vinagre de piña. Durante la fabricación del vinagre, las azúcares de la piña son fermentadas naturalmente para producir alcohol etílico, que después es oxidado con aire por acción de unas bacterias conocidas como madre del vinagre. La oxidación del alcohol etílico resulta en la formación de ácido acético, el ingrediente activo del vinagre que le da su característico sabor y olor.

Medir la concentración de ácido acético en los encurtidos es de interés, ya que si no se cuenta con la cantidad suficiente de ácido, el sabor será muy blando, y si la cantidad es muy alta, el sabor será demasiado agrio y podrá producir problemas gastrointestinales. En el control

de calidad de estos productos, se busca que la concentración de ácido acético sea de entre 0.8 molar y 1.2 molar. Tus vecinos te conocen, y reconocen tu pasión por la química, por lo que han solicitado que analices muestras de sus productos para verificar que cumplan con los estándares.



Existe una manera de medir la concentración de ácido acético ($C_2H_4O_2$) en el vinagre, y está es agregando cucharadas de bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) hasta que dejen de salir burbujas, lo cual indica que ha reaccionado todo el ácido acético. Cada cucharada contiene 3.4 gramos de bicarbonato de sodio. La reacción entre el ácido acético y el bicarbonato de sodio es la siguiente:



Ya sabiendo como se puede medir la concentración de ácido acético en los encurtidos de tus vecinos aceptas la tarea de verificar la calidad de sus productos. Para esto haces varios experimentos usando medio litro de cada encurtido y anotas en una tabla la cantidad de bicarbonato que reaccionó con cada lote familiar de encurtido.

Lote Familiar de los Vecinos	Cucharadas de Bicarbonato de Sodio
Familia Gallardo	13
Familia Carbajal	16
Familia Aguilera	12

Problema 3.1. Calcula la concentración molar de ácido acético de cada lote de encurtido.

/4 Puntos

Problema 3.2. Indica cuál, o cuáles lotes no cumplen con los estándares de concentración de ácido acético.

/2 Puntos

Problema 3.3. Indica otra manera de conocer la cantidad de ácido acético en el encurtido.

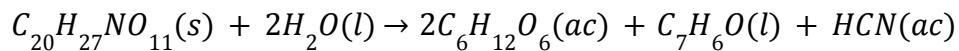
/2 Puntos

ANALÍTICA, PROBLEMA 4: TOXINAS NATURALES



Los funcionarios de SENACYT suelen consumir frutas a menudo para mantenerse sanos y en forma. Se sabe que en las semillas de muchos frutos como las manzanas, uvas, y melocotones, así como en las almendras amargas se encuentra un compuesto llamado amigdalina ($C_{20}H_{27}NO_{11}$) que se hidroliza en el medio ácido del estómago, formando ácido cianhídrico (HCN). El HCN, es una sustancia venenosa cuya dosis letal es de aproximadamente 0.1 mg de ácido cianhídrico por cada kilogramo de masa corporal al ser ingerido. El envenenamiento letal por inhalación del HCN también es posible, y ocurre de manera instantánea a concentraciones de 300 mg de HCN por cada metro cúbico de aire.

La reacción de la amigdalina en el estómago es la siguiente:



Problema 4.1. Si se fuera a hidrolizar por completo 10 gramos de amigdalina, cuántos gramos de ácido cianhídrico se producirían.

/2 Puntos

Problema 4.2. Para llegar a una dosis letal, una persona de 70 kg tendría que masticar y tragarse más o menos 170 semillas de manzana. ¿Cuántos miligramos de amigdalina contiene cada semilla de manzana?

/4 Puntos

Problema 4.3. Por descuido se libera HCN gaseoso en un laboratorio que mide 14 · 20 · 3 metros. Calcule la cantidad de gramos de HCN que produce la dosis letal dentro del laboratorio.

/2 Puntos

Problema 4.4. El HCN también se puede formar mediante la reacción del cianuro de sodio (NaCN) con ácido sulfúrico (H_2SO_4) formando como producto secundario sulfato de sodio (Na_2SO_4). Escriba la ecuación balanceada para esta reacción. ¿Qué masa de cianuro de sodio se requiere para formar la cantidad de HCN requerida en el inciso anterior? Si no pudiste calcular el inciso anterior asume que se requieren 300 gramos de HCN.

/2 Puntos

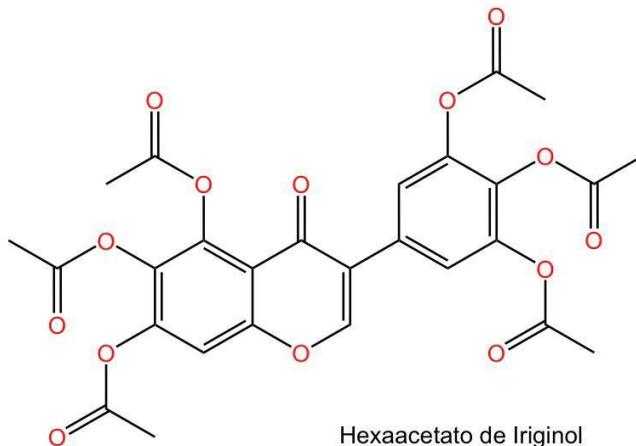
ORGÁNICA, PROBLEMA 5: COMBATIENDO EL VIRUS DEL ZIKA



El virus del Zika, transmitido por algunos mosquitos infectados, ocasiona una enfermedad en la que el paciente presenta los siguientes síntomas: fiebre, dolor de cabeza, dolor en las articulaciones, entre otros. Durante el año 2015 se llegó a reportar más de 32000 casos de Zika en el país. Hoy en día, se han elaborado soluciones para disminuir la cantidad de casos de manera exitosa, entre ellas se encuentran actividades para disminuir la población de

mosquitos infecciosos. A pesar de esto se desea encontrar tratamientos efectivos y seguros para las personas que se lleguen a infectar.

La Dra. Maria Elena Bottazzi, es una destacada científica Hondureña que investigó los efectos de varios compuestos químicos sobre la proteasa del virus del Zika. La proteasa es una enzima que juega un papel importante en la replicación del virus, por lo que si se logra inhibir esta enzima de manera exitosa, el virus dejará de replicarse dentro de un paciente. Uno de los compuestos que investigó fue el hexaacetato de iriginol.



Problema 5.1. Basándote en la estructura proporcionada en la introducción al problema ¿Cuál es la fórmula molecular del hexaacetato de iriginol?

/6 Puntos

Problema 5.2. Calcula la masa molar del hexaacetato de iriginol

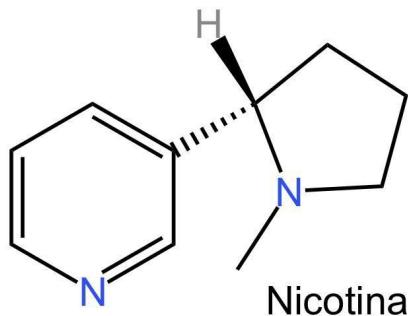
/2 Puntos

ORGÁNICA, PROBLEMA 6: LA FLOR DE COPÁN®



En Copán existen muchas especies de tabaco, entre las cuales destaca el tabaco “copaneco”, el cual se cultiva desde la época prehispánica, en ese entonces la planta tenía importancia ritual y medicinal para los nativos. Al llegar los europeos a Centroamérica usaron el tabaco local con fines sociales y recreativos. En Santa Rosa de Copán se fundó la Real Factoría del Tabaco en 1765, encargada de controlar el comercio y la producción de tabaco en la región. Hoy en día, las actividades económicas relacionadas al tabaco siguen teniendo importancia en la zona.

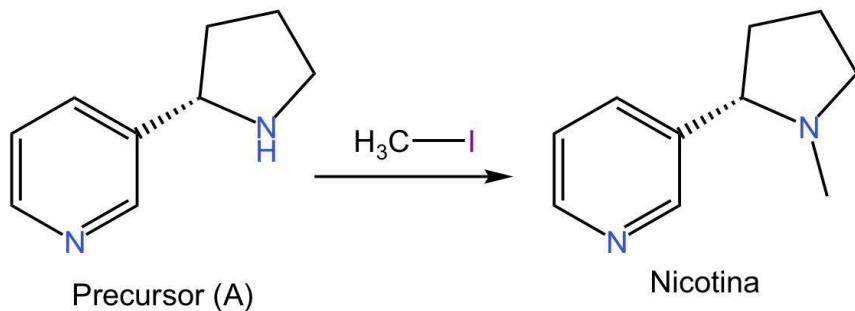
Al fumar el tabaco se producen varios compuestos químicos que son inhalados por la persona que fuma, entre estos destacan: el dióxido de carbono, amoniaco, monóxido de carbono, acetona, ácido cianhídrico, anilina, naftaleno, y pireno. Varios de estos compuestos químicos son dañinos para la salud, por lo que los fumadores pueden desarrollar una variedad de comorbilidades y enfermedades como lo son: fatiga crónica, la hipertensión arterial, varios tipos de cáncer, entre otros. Para un fumador, dejar de fumar es difícil, ya que el tabaco contiene una sustancia química adictiva, la nicotina. La nicotina es un compuesto orgánico, particularmente esta es una amina terciaria y un derivado de la piridina. La nicotina de origen natural es enantioméricamente pura, es decir, en la naturaleza no se presenta el isómero quiral de la nicotina.



Problema 6.1. Basándote en la estructura proporcionada en la introducción al problema, indica si la nicotina tiene un carbono quiral S o R.

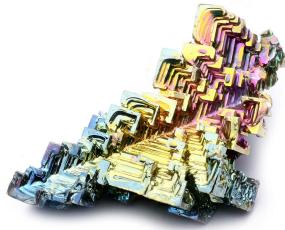
/4 Puntos

Problema 6.2. La nicotina se puede producir de manera artificial a partir de un precursor (A) mediante una reacción de sustitución nucleofílica bimolecular con yoduro de metilo. Elabora el mecanismo de reacción involucrado.



/6 Puntos

INORGÁNICA, PROBLEMA 7: EL PECULIAR BISMUTO



El medicamento que hoy llamamos Pepto-Bismol® originalmente fue desarrollado a principios del siglo XX, cuando los niveles de higiene y salubridad no eran tan elevados como en la actualidad. Mientras se buscaba una cura para una enfermedad alarmante llamada *cholera infantum*, que atacaba a los niños de manera repentina, les causaba diarrea grave y vómitos y, a veces, la muerte. A causa de esto, un médico inventó en su casa un medicamento que probó ser eficaz para tratar estos síntomas.

El medicamento estaba compuesta por pepsina, subsalicilato de bismuto, sales de zinc, salicilato de fenilo, y aceite esencial de gaulteria, junto con un colorante que le daba un tono rosado, y lo llamó “Mixture Cholera Infantum”. Varios años después, los investigadores descubrieron que el *cholera infantum* era causado por una infección bacteriana, que se podía tratar con antibióticos. Con el paso de los años se descubrió, a base de estudios, que el subsalicilato de bismuto es el ingrediente que hace funcionar a Pepto-Bismol®.

Los usos del bismuto no se limitan a la farmacia, este metal blanco y quebradizo es un componente de algunas aleaciones metálicas de bajo punto de fusión. Las aplicaciones de estas aleaciones son amplias, y algunos ejemplos de sus usos son en los sistemas de aspersión contra incendios y en la tipografía.

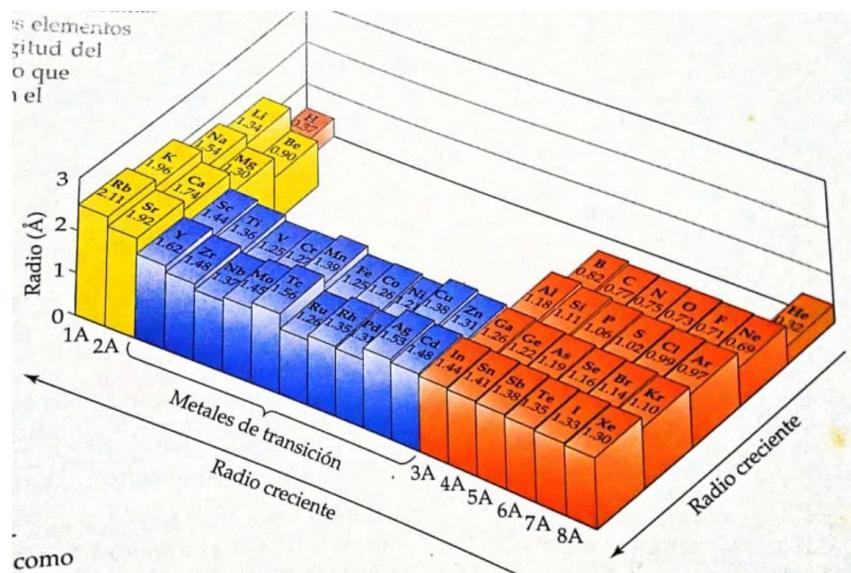
Problema 7.1. Cómo explicarías la diferencia entre las propiedades que tiene el bismuto como un elemento en contraste con el resto de elementos pnícogenos (nitrógeno, fósforo, arsénico, y antimonio)

/2 Puntos

Pregunta 7.2. El Bismuto-209 es el isótopo estable más pesado de todos los elementos. ¿Cuántos protones y neutrones están presentes en este núcleo?

/2 Puntos

Pregunta 7.3. Los radios atómicos covalentes del talio y el plomo son 148 pm y 147 pm respectivamente. Utilizando estos valores y los de la figura adjunta, extrapole para predecir el radio atómico del bismuto elemental. Explique su respuesta.



/2 Puntos

Pregunta 7.4. Proponga una explicación para el aumento general de los radios atómicos cuando descendemos por los elementos del grupo 15.

/2 Puntos

Pregunta 7.5. La densidad del Bi a 25 °C es 9.808 g/ml. ¿Cuántos átomos de Bi están presentes en un cubo del elemento que mide 5 cm por lado? ¿Cuántos moles del elemento están presentes?

/2 Puntos

INORGÁNICA, PROBLEMA 8: MERCURIO Y ODONTOLOGÍA



Las amalgamas son aleaciones formadas por mercurio y otros metales, como metal líquido, el mercurio puede disolver varios otros elementos metálicos, y extrañamente, también puede formar amalgamas con amoníaco, el cual no es un metal.

Uno de los usos más habituales de las amalgamas es en los empastes dentales. La composición del amalgama dental consiste aproximadamente en un 50% de mercurio, 27% de plata, 13% de estaño, y 10% de zinc por masa. Al tener mercurio, un metal tóxico, existe preocupación

sobre el riesgo de envenenamiento, sin embargo, los odontólogos y médicos aún no han llegado a un consenso definitivo para determinar si el uso de estas amalgamas afectan más a la persona de lo que la ayudan. De todas formas, las amalgamas dentales han sido prohibidas en varios países como los de la unión europea. En Honduras hubo una moción para prohibir este tipo de empaste durante el año 2019.

Problema 8.1. Un dentista quiere preparar 2.34 gramos de empaste de amalgama para un paciente, indica cuantos gramos se ocuparan de cada metal.

/2 Puntos

Problema 8.2. El mercurio metálico reacciona con ácido nítrico para formar nitrato de mercurio II, dióxido de nitrógeno, y agua. Propón la ecuación de reacción balanceada.

/2 Puntos

Problema 8.3. El mercurio metálico puede formar amalgamas que cuentan con propiedades inusuales, la amalgama de mercurio y aluminio es muy frágil, y se corroerá fácilmente en el aire. Propón una explicación del por qué se debilita el aluminio al agregar mercurio.

/2 Puntos

Problema 8.4. El mercurio metálico se obtiene al descomponer sulfuro de mercurio II (HgS), el cual es el componente principal del mineral llamado cinabrio, este último es de color rojo. El metacinabrio es otro mineral que también consta de HgS , sin embargo este es de color negro. La diferencia entre el cinabrio y el metacinabrio es su estructura, los átomos de mercurio y azufre están conectados de manera distinta en cada uno. El metacinabrio puede convertirse en cinabrio si se calienta en agua por varias horas, este proceso es irreversible. Hay otros compuestos como el tetrayodomercuriato de plata (Ag_2HgI_4) que pueden cambiar de estructura de manera reversible al calentarse y enfriarse, a esto se le conoce como termocromismo. Sugiere una aplicación para este tipo de compuestos.

/2 Puntos