



Nombre y Apellido:

Año que cursa:

Plantel:

Estado:

XXXIV Olimpiada Venezolana de Química 2015

Prueba Final Teórica 5º Año.

Recomendaciones

- El presente material contiene **siete (7)** problemas.
- Coloca tu nombre y otros datos en el encabezado de esta página.
- **Lee todo el examen cuidadosamente antes de responderlo.**
- Comienza por el problema que para ti, sea más fácil.
- **El examen es individual, responde** limpia y ordenadamente.
- **Solo puedes usar tus propios materiales de trabajo:** lápiz, calculadora, regla.
- **No necesitas la Tabla Periódica**, los datos de masas atómicas se suministran en el (los) problema(s) que lo(s) requiera(n).
- En los problemas de cálculos, se evalúa: **resultados, unidades y el uso correcto de las cifras significativas**

El tiempo de **duración del examen es de 4:00** horas.

“La OVQ representa un medio de encuentro para todos los estudiantes que nos sentimos atraídos por el ámbito científico en nuestro país. Participar en la OVQ 2014 me hizo crecer en muchos aspectos: aprendí que con motivación, curiosidad científica y constancia se puede superar cualquier obstáculo en estas competencias académicas. La Olimpiada nos hace crecer y querer ser los mejores, lo cual se logra con el deseo de aprender cosas nuevas así como el esfuerzo que nos permite mejorar y superar los retos a medida que avanzamos. Yo disfruté al máximo esta experiencia, y sin esperarlo un día estaba compitiendo y compartiendo con delegaciones de otros 16 países en el Uruguay. No debemos ponernos límites sino por el contrario dar lo máximo, porque eventualmente cosecharás los frutos de tu esfuerzo. Mi camino a través de la OVQ me llevó a darme cuenta de esto, te invito a verlo desde tu propia óptica hacia el éxito.

Jesús Colmenares Ostos. 3er. Lugar Concurso Tabla Periódica-2014.Segundo Lugar de la OVQ-2014. Medalla de Plata en la 19ª. Olimpiada Iberoamericana de Química, 2014



Problema 1. Desde Riecito a la Mesa del Comedor: los fertilizantes. *Reacciones químicas, estequiometría, estructura de Lewis.*

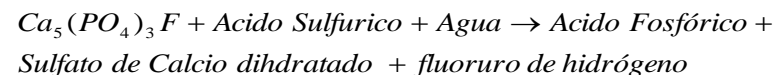
Se estima que la población mundial alcance los 8500 millones para el 2025 y 10.000 o 12000 millones para mitad del Siglo XXI. El cómo alimentar a esta enorme población, representa un enorme reto para la humanidad. Afortunadamente, la Química tiene mucho que aportar en la solución de este problema. Sin el uso de fertilizantes, la producción de alimentos en la actualidad no sería posible. Aquellos abonos con fósforo son ampliamente usados, dado que son fundamentales para el crecimiento de las plantas, debido a que el contenido de este importante elemento en el suelo, no es suficiente.

Uno de los fertilizantes de fósforo más usado es el superfosfato triple, en nuestro país, se prepara a partir de la roca fosfórica. La que se encuentra en yacimientos de la localidad de Riecito, Estado Falcón. Dicho mineral se transporta al complejo Petroquímico de Morón para ser procesado.

En una primera etapa, la roca fosfórica $Ca_5(PO_4)_3F$ es acidulada con ácido sulfúrico en un medio acuoso para producir ácido fosfórico, sulfato de calcio dihidratado y fluoruro de hidrógeno.

En las ecuaciones se mencionan las sales hidratadas, para facilitar el balanceo de las ecuaciones.

Etapa 1

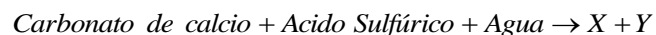


1. Escribe la ecuación química balanceada que representa la reacción de la **Etapa 1**. Indica los estados de agregación de reactivos y productos.

El sulfato de calcio dihidratado se separa por filtración y es una fuente de producción de yeso

Etapa 2

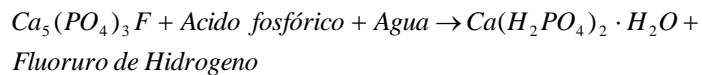
La roca fosfórica contiene cantidades importantes de carbonatos (principalmente carbonato de calcio), que al reaccionar con el ácido se descompone formando la sal **X** y desprendiendo gas **Y**, el resultado es la formación de espuma que dificulta las operaciones en el reactor y los filtros.



2. Identifica las especies **X**, **Y**

Etapa 3

Luego el fosfato mineral se acidifica con ácido fosfórico para finalmente obtener el fertilizante “superfosfato triple”, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, durante el proceso se obtiene también fluoruro de hidrógeno.



3. Escribe la ecuación química balanceada de la **Etapa 3**. Indica los estados de agregación de reactivos y productos.

4. En la industria de los fertilizantes, el contenido de fósforo de la roca fosfórica, se expresa como porcentaje en masa de P_2O_5 . Si se tiene un mineral de 32% de P_2O_5 , determina las cantidades de ácido sulfúrico (98%) y agua que se necesitan para producir 100 ton de H_3PO_4 con una pureza equivalente a 30% P_2O_5 . (**Etapa 1**).
Masas atómicas: P=30,97; O=16,00; Ca= 40,08; F=19,00; H=1,01 todas en una



Problema 2. ♪Caramelo Caramelo a kilo...♪. *Química orgánica, estereoisomería.*

Así sonaba una canción interpretada por la inolvidable Celia Cruz, dedicada a la golosina más antigua que se conoce: el caramelo. De fácil preparación, solo se necesita agua, azúcar y algún saborizante. Los encontramos en forma líquida, como el que cubre el delicioso “quesillo”, o como sólidos que saboreamos hasta que se disuelven en nuestra boca. Los caramelos pueden ser duros, suaves, rellenos de sabores frutales o herbales. Estos dulces forman parte de la historia y cultura de muchos países, como el “Alfondoque” o melcocha en Venezuela, “La Violeta” de España y Francia, o los *Jelly Belly* en Estados Unidos.

Entre los caramelos más apreciados tenemos los efervescentes, por la sensación agradable que producen en la lengua, al entrar en contacto con la saliva. La misma se debe al desprendimiento de dióxido de carbono, producto de la reacción química producto entre el ácido tartárico (ácido 2,3-dihidroxiutanodioico) y el bicarbonato de sodio.

Masas atómicas: Na=23,00; H=1,01; C=12,01; O=16,00, todas en una

- a) Escribe la ecuación química balanceada de esta reacción. Indica los estados de agregación de reactantes y productos.

Al analizar uno de estos caramelos efervescentes se determina que la cantidad de dióxido de carbono que produce es 6,00mL

- b) Calcula la cantidad mínima, en gramos, de ácido tartárico y bicarbonato de sodio que deben reaccionar para producir dicho

volumen de gas. Considera que 1mol de gas ocupa 24,0L en condiciones normales de presión y temperatura, CNPT.

Dato. Si desconoce la fórmula del ácido tartárico usa $C_6H_8O_7$

Cuando un átomo de carbono está unido a cuatro sustituyentes diferentes se les llama centro quiral o carbono asimétrico. Una molécula que contiene un centro quiral tiene dos estereoisómeros (isómeros que contienen los mismos grupos unidos al mismo átomo). Estos estereoisómeros tienen imágenes especulares que no se pueden superponer, conocidos como enantiómeros. **Figura 2.** Si la molécula contiene más de un centro quiral, el número de estereoisómeros aumenta y algunos de ellos, tiene imágenes especulares que si se pueden superponer, denominados compuestos meso, **Figura 3.**

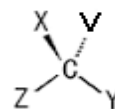


Figura 1. Centro quiral

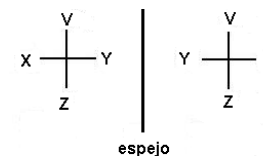


Figura 2. Enantiómeros

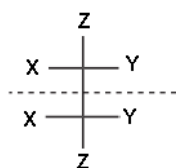
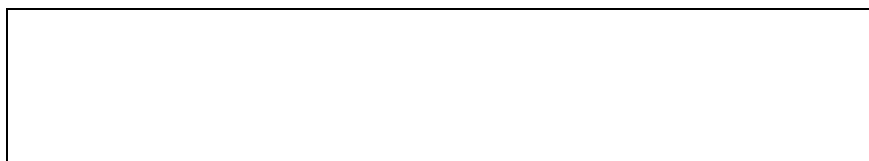
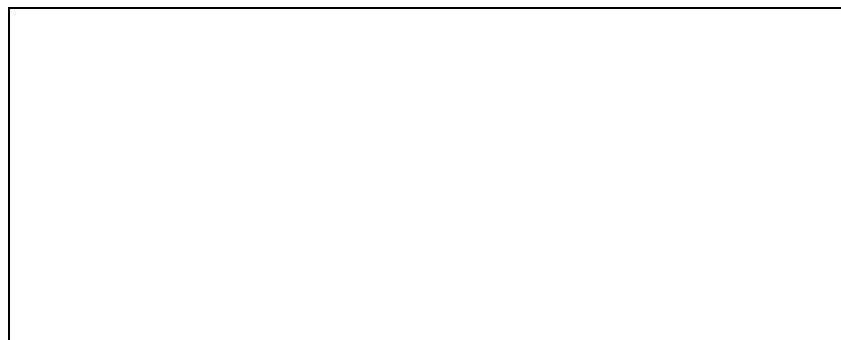
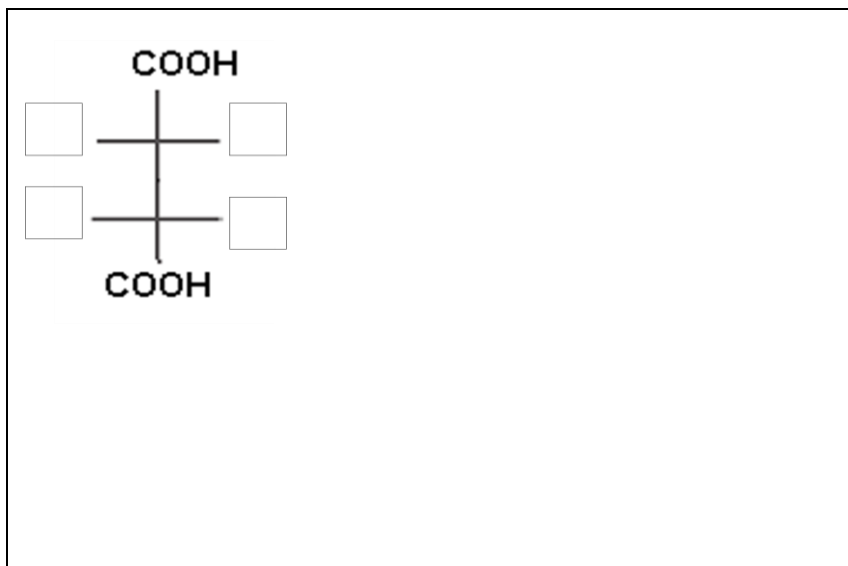


Figura 3. Compuesto meso

- c) Dibuja la estructura del ácido tartárico y marca con un asterisco, si los tiene, los carbonos quirales.



- d) Completa los recuadros y usa la siguiente estructura Fischer para dibujar los enantiómeros y/o compuestos meso del ácido tartárico, si los tiene.



Problema 3. Asociado con el “mal”, de olor desagradable pero con propiedades curativas: el azufre. Reacciones químicas, entalpía de formación, equilibrio químico.

El azufre es un no metal se encuentra en la naturaleza en su forma nativa en regiones volcánicas, o como sulfuros o sulfatos asociados con otros minerales de hierro o cuarzo. En Venezuela se han localizados yacimientos de este elemento en los Estados Anzoátegui, Sucre y Táchira. Las aguas sulfurosas, son aquellas que tienen el olor característico al elemento, independientemente de la temperatura del vital líquido y es lo que las diferencia de las termales. En Caripe, en el Balneario de Moisés, hay pozos con aguas de minerales, incluyendo las de azufre que son muy visitadas por sus propiedades curativas para afecciones físicas y el estrés.

El azufre forma varias formas alotrópicas, la más estable en estado sólido es un anillo de ocho átomos del elemento, S₈. **Figura 1.**

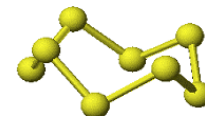
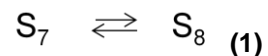


Figura 1

En fase gaseosa, anillos de diferentes tamaños están en equilibrio, como se muestra a continuación



a) Dado que la energía de enlace S-S para el S₇ es 260,0 kJ/mol y para el S₈ es 263,3 kJ/mol, calcula la variación de energía para la reacción (1)

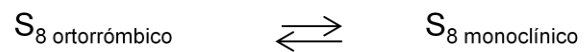
Dato: la energía de enlace es la energía necesaria para formar o romper 1 mol de enlace químico.

En la fase sólida, el S₈ cristaliza en dos formas: ortorrómbica y monoclinica, la variación de las entalpías de combustión de las dos formas son:

$$\Delta H_c (S_8, \text{ortorrómbica}, 298 \text{ K}) = -296,8 \text{ kJ/mol},$$

$$\Delta H_c (S_8, \text{monoclinica}, 298 \text{ K}) = -297,1 \text{ kJ/mol}$$

b) Determina el cambio de entalpía a 298K para la siguiente reacción



c) ¿Cuál es la más estable a 298 K? Justifica su respuesta.



Problema 4. Burbujas, aromas y limpieza: los jabones. *Química orgánica, cálculos de porcentajes, Ley de conservación de la masa*

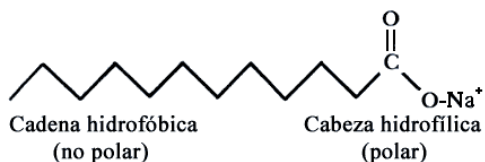
¿Te has preguntado alguna vez por qué los patos que nadan en un lago permanecen secos al salir de él?

El plumaje de estos animales está recubierto de una capa de grasa que los hace impermeables. Este fenómeno se relaciona con el hecho que el agua y el aceite no se mezclan.

Cuando la ropa u otros objetos se manchan con grasa y tratamos de lavarlos con agua sucederá lo mismo: el agua no moja la mancha de aceite. Sin embargo, con la ayuda de jabón sí.

¿Cómo limpia el jabón?

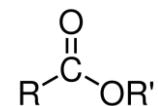
El efecto limpiador del jabón se debe a que en su molécula existe una parte hidrofóbica por medio de la cual se unen a la grasa o aceite, mientras que la otra parte de la molécula es hidrofílica, que tiene afinidad por el agua, por lo que se une con ella. Así, el jabón toma la grasa y la lleva al agua formando una emulsión, o mezcla de dos líquidos inmiscibles.



Estereato de sodio, jabón común

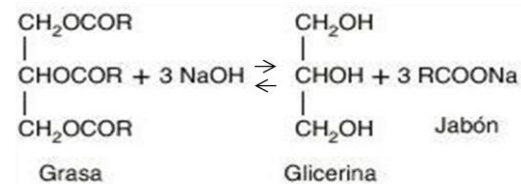
Los jabones se preparan por medio de una de las reacciones químicas más conocidas: la llamada saponificación de aceites y grasas. Los aceites vegetales, como el aceite de coco o de oliva, y las grasas animales, como el sebo, son ésteres de glicerina con ácidos grasos o triglicéridos. Por eso cuando son tratados con una base

fuerte como hidróxido de sodio o potasio se saponifican, es decir producen la sal del ácido graso conocida como jabón y liberan glicerina. En el caso de que la saponificación se efectúe con hidróxido de sodio, se obtendrán los jabones de sodio, que son sólidos, ampliamente usados en el hogar. En caso de hacerlo con hidróxido de potasio, se obtendrán jabones de potasio de consistencia líquida.



Función éster

La reacción química que se efectúa en la fabricación de jabón se representa en forma general como sigue:



Aceite + base fuerte \rightleftharpoons glicerina + jabón

Los distintos aceites vegetales o animales, están conformados por una mezcla de distintos ácidos grasos, como pueden ver a continuación:

Aceite	Triglicéridos					
	Laúrico	Mistérico	Palmítico	Estéarico	Oleico	Linoleico
Coco	55	22	10	3	8	2
Oliva				8	80	12
Palma		1	44	5	40	10

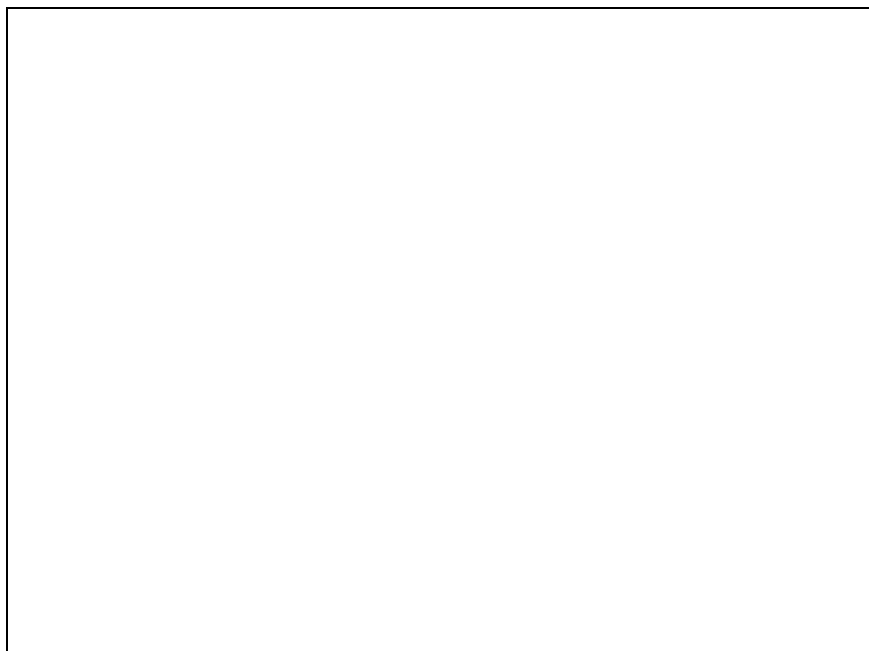
Se quiere producir un jabón con la siguiente formulación:

120 g aceite de oliva, 100 g aceite de palma, 80 g de aceite de coco, para que la reacción de saponificación ocurra completamente, y suponiendo que no queda ningún aceite sin saponificar, se utiliza 100 gramos de una solución de hidróxido de sodio al 45%.

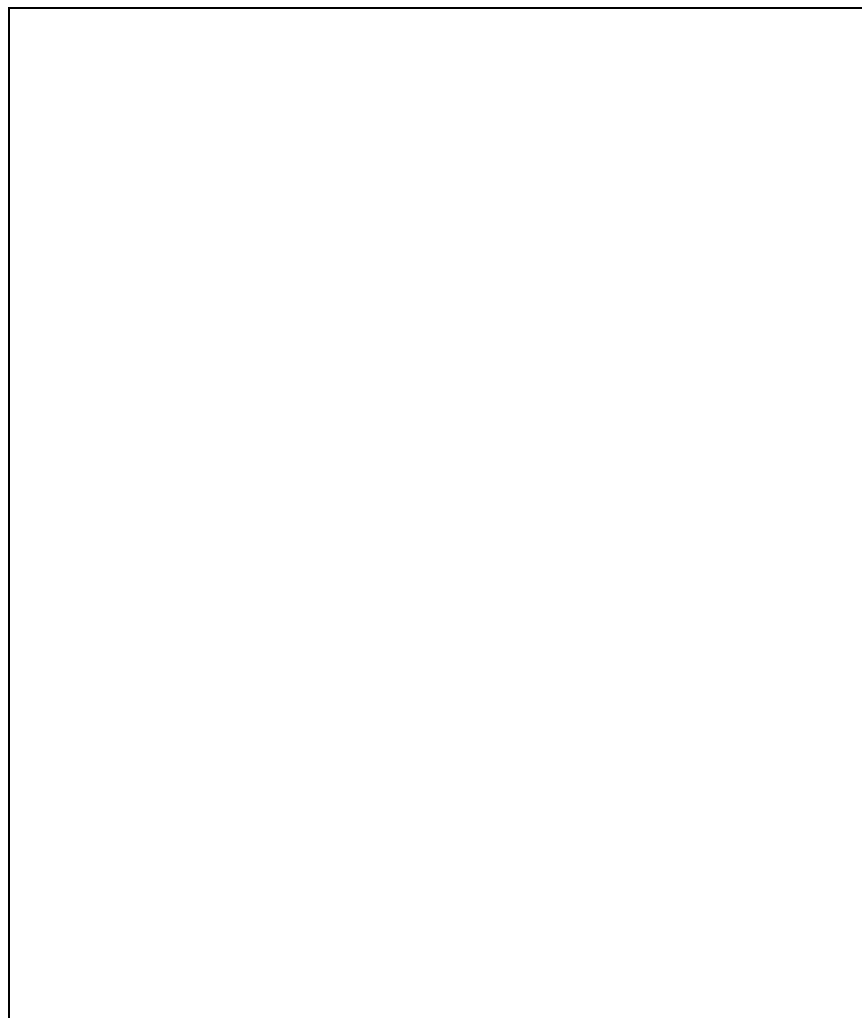
Cuando se produce jabones se tiene dos maneras de colocar los ingredientes en la etiqueta, la primera es hacerlo en orden descendiente, de mayor a menor porcentaje, de **TODO** lo que va dentro del reactor o recipiente de reacción. La segunda, contiene **TODOS** los productos de la reacción, de igual en manera descendiente.

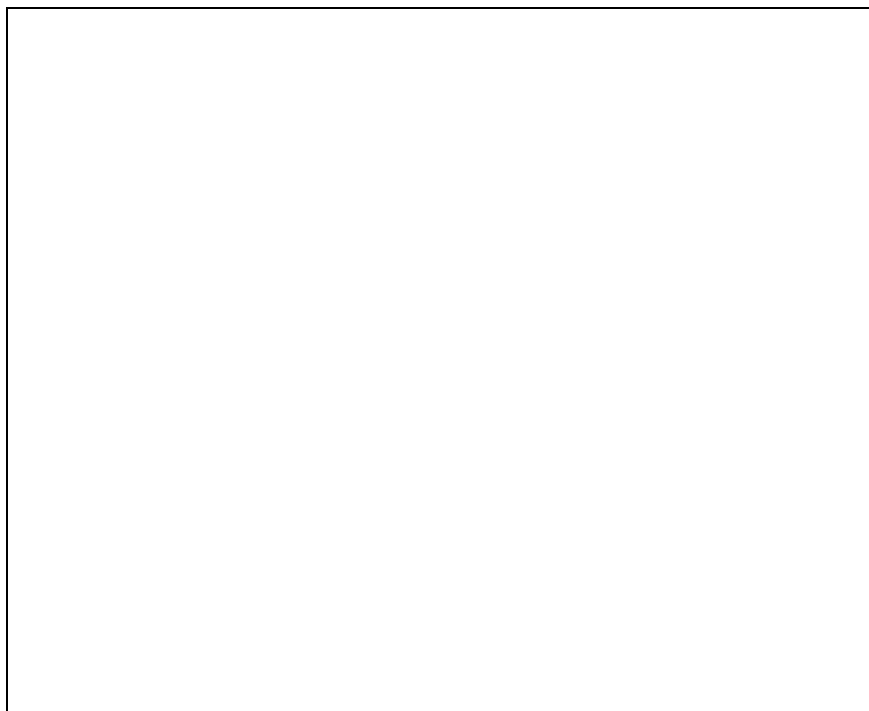
Masas atómicas: Na=23,00; O=16,00; H=1,01; C=12,01 todas en una.

1. Dibuja un diagrama donde un grupo de moléculas de jabón rodea la grasa/sucio cuando limpia e identifica la parte hidrofílica, la parte hidrofóbica de las moléculas de jabón, la grasa y el agua involucrada.



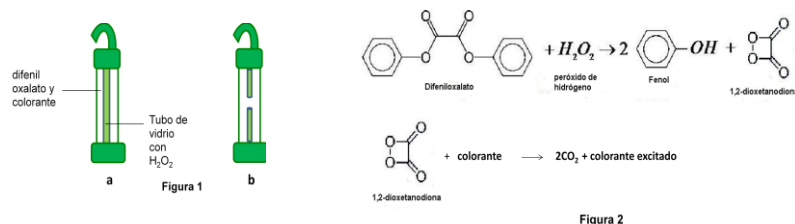
2. Escribe la etiqueta de identificación de los ingredientes del jabón de las dos maneras que son aceptadas, recuerda que para la segunda opción tiene que escribir cada uno de las sales de sodio de los ácidos grasos individuales, en el orden percentil, que salen de la reacción, por ejemplo: en vez de colocar ácido palmítico, hay que colocar el palmeato de sodio total que proviene de todos los aceites involucrados.





en excursiones, **Figura 1a**, o la de los accesorios que brillan en las fiestas.

La reacción química ocurre cuando se rompe el tubo interno que contiene peróxido de hidrógeno, **Figura 1b**, que entra en contacto con el difenilo oxalato produciendo 1,2-dioxetanodiona, un compuesto muy inestable que se transforma en dióxido de carbono, liberando energía. La que es captada por los electrones del colorante que al regresar del estado excitado al fundamental emiten luz de colores. **Figura 2**



- a) Diseña un experimento que te permita relacionar la temperatura y la intensidad de la radiación quimiluminiscente. Para ello dispones de: varios recipientes, agua, termómetro, varias varillas luminosas, hielo y recipiente para calentamiento de agua. Indica procedimiento experimental, variables, registro y tratamiento de datos, interpretación de resultados, comenta brevemente fuentes de error de la experiencia.



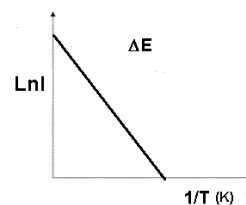
Problema 5. En el Año Internacional de la Luz: *Glow sticks* u objetos luminosos, los animadores de la “Hora Loca”. *Diseño experimental.*

Las fuentes de luz artificial son el producto de la conversión de alguna forma de energía en radiación electromagnética. Dicho proceso, físico, ocurre a nivel atómico cuando átomos o moléculas excitadas regresan a su estado fundamental, o de menor energía, emitiendo radiación. De acuerdo con la fuente de excitación estos fenómenos se clasifican como incandescencia y luminiscencia. Para el primero la fuente es térmica. Para el segundo tienen diversos orígenes como: absorción de fotones o fotoluminiscencia, producto de un ser vivo bioluminiscencia, o por una reacción química o quimiluminiscencia. Esta última es la responsable de la luz que se genera en las varitas de luminosas usadas

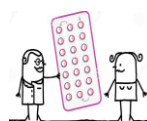
Datos: ver ecuación y gráfico.

$$\frac{N^*}{N_0} = e^{\frac{-\Delta E}{T}}, \quad \frac{N^*}{N_0} = \text{intensidad de la radiación}, I \Rightarrow \ln I = \frac{-\Delta E}{T}$$

N*: partículas en estados excitados; N₀: partículas en estado fundamental, T: temperatura en K, ΔE: energía entre el estado fundamental y el excitado



- b) ¿A qué temperatura la varita luminosa tiene mayor y menor duración?



Problema 6. Por un ejercicio de una sexualidad responsable. *Química orgánica, reacciones, enlace, polaridad*

Los esteroides son productos naturales tetracíclicos (contienen cuatro cadenas carbonadas en forma de ciclos fusionados), son muy abundantes en la naturaleza, y tienen diversas actividades fisiológicas, como el colesterol **Figura 1**. Muchos esteroides funcionan como hormonas, regulando ciertos procesos bioquímicos. En el cuerpo humano, controlan los procesos de desarrollo sexual y fertilidad. Otros esteroides, sintetizados en laboratorios, se emplean para el tratamiento del cáncer, la artritis y el control de la natalidad.

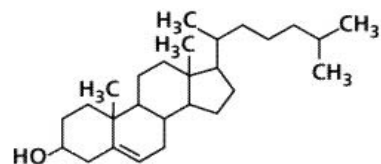


Figura 1. Colesterol, precursor de hormonas esteroideas

- a) Encierra en un círculo los grupos funcionales presentes en la molécula de colesterol e indica su nombre.

Tanto para países con elevados índices de pobreza y crecimiento demográfico, así como aquellos como Venezuela, con altas cifras de embarazos en adolescentes, existen diversos programas de planificación familiar, en los que se recomiendan métodos anticonceptivos efectivos, seguros, con ausencia de efectos adversos y de bajo costo. Entre ellos, se consideran los “anticonceptivos orales combinados”, compuestos por un conjunto de hormonas llamadas prostágenos. En la actualidad, éstos se clasifican como de primera, segunda y tercera generación. Las diferencias entre ellos se debe a: su composición, efectos adversos y precio. La noretisterona, noretindrona, diacetato de etinidol y el linestrenol, pertenecen al grupo de primera generación.

El linestrenol, **Figura 2**, produce una transformación secretoria del endometrio, muy similar a la que ocurre en la segunda fase del ciclo menstrual. Su principal efecto sobre el organismo es el bloqueo de la ovulación, ya que el linestrenol disminuye la secreción de las hormonas responsables de este proceso.

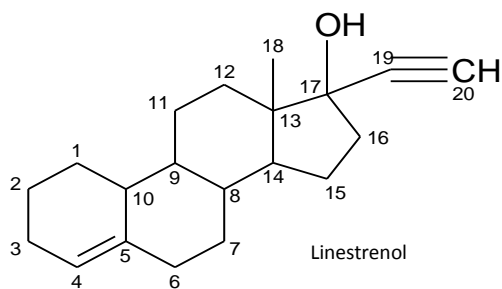


Figura 2. Linestrol

- b) Usa la **Figura 2**, cuyos carbonos están numerados, para responder cada uno de los siguientes enunciados. Escribe en el recuadro el átomo de carbono con el número que le corresponde. En algunos

casos, puede haber más de una respuesta, escribe todas las opciones posibles.

Enunciados	C ⁿ
Forma parte de un enlace covalente altamente polarizado	
Forma parte de un enlace covalente altamente no-polarizado	
Es un átomo de carbono con hibridación tipo sp	
Es un átomo de carbono con hibridación tipo sp^2	
Es un átomo de carbono con hibridación tipo sp^3	

- c) A continuación se dan varios enunciados *incorrectos* acerca de la molécula, justifique brevemente por qué lo son.

Enunciado incorrecto	Justificación
Linestrenol es altamente soluble en agua.	
La fórmula molecular de linestrenol es $C_{20}H_{2}O$	
La cantidad de anillos fusionados le da a linestrenol un gran carácter aromático	

<p>La reacción de bromuro de hidrógeno con linestrenol genera un producto bromado vía Markonikov, adicionándose un átomo de Br en C¹⁹.</p>	
<p>El C¹⁷ sirve de base para considerar a linestrenol como un alcohol primario.</p>	



Problema 7. En las profundidades marinas el hielo arde. *Fórmula empírica, molar y gases.*

En el fondo del mar y en el subsuelo de regiones polares, existen grandes cantidades de metano almacenados en una estructura de red o jaula compuesta de agua, conocidas como clatrato. Este compuesto, conocido también como hidrato de metano, de aspecto similar al hielo, se quema al acercársele un fósforo encendido, liberando energía. Es por ello que para los países que carecen de petróleo o gas, se constituye en una posible fuente energética. En la actualidad, se hacen estudios para el desarrollo de nuevas tecnologías para su explotación y que la misma sea sustentable.

Masas atómicas: Ca=40,08; C=12,01; O=16,00; C=12,01; H=1,01 todas en una.

- a) Escribe la ecuación química balanceada de la combustión del metano, CH₄, en presencia de exceso de oxígeno. Indica los estados de agregación de reactantes y productos.

Si se tiene 100g de una muestra de hidrato de metano de estructura (CH₄)_x(H₂O)_y, se quema en presencia de exceso de oxígeno en un recipiente cerrado. Luego de la reacción se recupera 116,92g de agua y el gas luego de ser agitado con un exceso de agua de cal, produce 84,73g de carbonato de calcio.

- b) Determina la fórmula empírica del hidrato de metano en el clatrato.

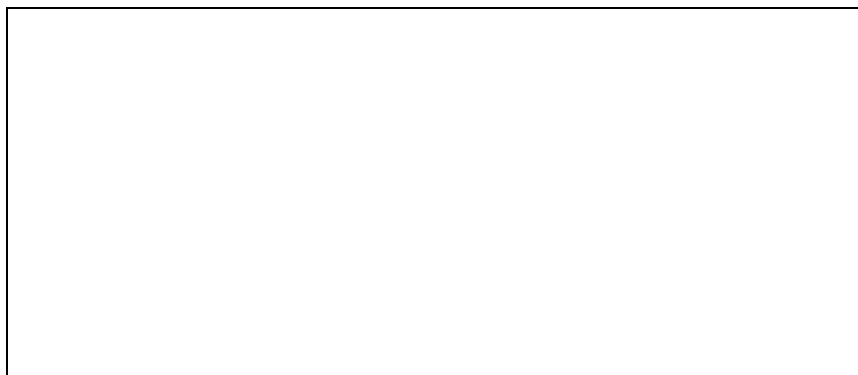
c) Si la masa molar del hidrato de metano es 2835,18g/mol, determina la fórmula molecular del hidrato de metano.



Frecuentemente el metano se libera del clatrato y sube a la superficie marina.

d) Se ha estimado que en el fondo de un lago hay $6,67 \times 10^{11}$ kg de metano. Determine el volumen que ocuparía el gas, si se libera en invierno cuando la temperatura es de $-19,0$ °C.

Dato: Use la ecuación de los gases ideales, $PV=nRT$, exprese la presión en Pascal, el volumen en m^3 , el valor de $R= 8,31$ J/ Kmol. Considere $1 \text{ atm} = 1,0 \times 10^5$ Pa; $1J$ es $1Pa \cdot m^3$.



AVOQUIM agradece a los Olímpicos

Jesús Colmenares
Reinaldo Hernández
Dimytro Kandaskalov
Natasha Prospero
Gabriel Sanoja
Alessandro Trigilio
César Urbina
Jeff Wilkesman

sus valiosos aportes a esta prueba