



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1803

# 9ª. Olimpiada de Química

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES  
INSTITUTO DE QUÍMICA

Examen

Primera Eliminatoria

Septiembre 3 de 2017

## Instrucciones

- No abra el cuadernillo hasta que el coordinador de la prueba lo autorice.
- No se permite el uso de equipos electrónicos (celulares, tablets, cámaras, audífonos, etc).
- El examen tendrá una duración de tres (3) horas, contadas a partir del momento que el coordinador de la prueba lo indique.
- El examen consta de 48 preguntas. Los estudiantes de grado décimo responden hasta la pregunta 35 y los de undécimo las responden todas.
- Colocar en la hoja de respuesta todos los datos que se solicitan.
- Marque en la tarjeta de respuestas solamente una opción por pregunta rellenando los círculos: **a, b, c ó d.**
- En la última hoja hay espacio en blanco que puede utilizar para resolver algunos problemas.
- Entregar el cuadernillo y la hoja de respuesta al final de la prueba.

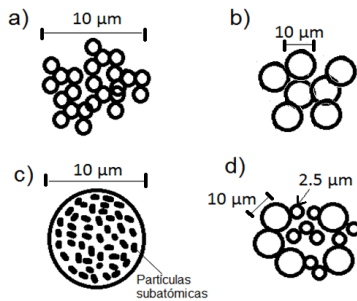
## CALIDAD DEL AIRE

El material particulado (PM), no es más que un agregado de partículas primarias que puede alcanzar diámetros acumulados del orden de las micras. De hecho, el material particulado de 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>) y 10 micras (PM<sub>10</sub>) son uno de los contaminantes con mayor presencia en entornos abiertos urbanos, y con mayores afectaciones sobre la salud. (Organización Mundial de la Salud, 2006).

*Adaptado de [www.medellincomovamos.org/](http://www.medellincomovamos.org/)*

- 1) Una micra es el nombre común para micrómetro ( $\mu\text{m}$ ). Según lo anterior, es posible inferir que el volumen promedio de las PM<sub>2.5</sub> es inferior al volumen de: (nota:  $V_{\text{esfera}} = (4/3)\pi r^3$ )
- Un fullereno C<sub>60</sub> ( $r = 1000$  pm).
  - Un granulo de polen ( $r = 0.1$  mm).
  - Un virus ( $r = 50$  nm).
  - Una bacteria (1000 nm).

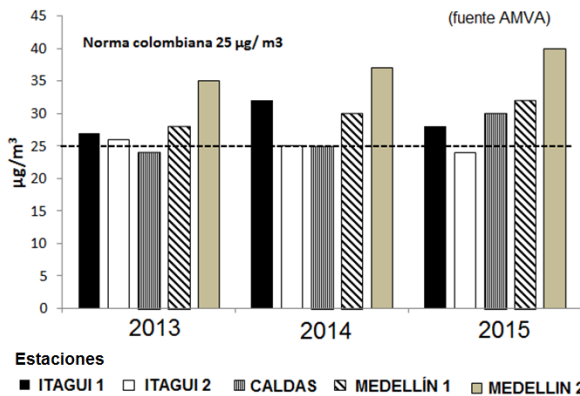
- 2) Cuál de los siguientes esquemas representa mejor el término "agregado de partículas primarias" citado en el texto que hace referencia al PM<sub>10</sub>:



- 3) El término "contaminantes" en el texto hace referencia a:
- Los gases nocivos presentes en las zonas urbanas.
  - Los sólidos suspendidos en el aire de las ciudades.
  - Sustancias químicas diferentes al aire de las urbes.
  - Todas de las anteriores.
- 4) Los contaminantes pueden ser de primer o segundo orden, dependiendo si se forman durante el proceso de combustión o se forman en la atmósfera después de ser emitidos. Cuáles de estas sustancias son primarias (P) y secundarias (S).

PM, O<sub>3</sub>, O\*, CO<sub>2</sub>, OH\*, H<sub>2</sub>O (\*) especie radicalaria

- (P = PM, H<sub>2</sub>O); (S= O<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, O\*, OH\*)
  - (P = PM, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O); (S= O\*, OH\*)
  - (P = PM, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O); (S= O<sub>3</sub>, O\*, OH\*)
  - (P = O<sub>3</sub>, O\*, OH\*); (S= PM, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>)
- 5) En el siguiente gráfico se muestra el perfil de emisión de PM<sub>2.5</sub> entre 2013 y 2015 medido en diferentes estaciones. Con esta información se puede concluir que en el valle de aburra:



- Todas las estaciones superan la norma colombiana.
  - Ha habido un incremento general de PM<sub>2.5</sub> desde 2013.
  - Medellín registra los valores más altos de PM<sub>2.5</sub>.
  - Todas las anteriores.
- 6) Si la norma colombiana para PM<sub>2.5</sub> está dada en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , entonces significa que:
- El tamaño de las partículas aumenta hasta llegar a un máximo de 2.5  $\mu\text{m}$  según el área de monitoreo.
  - A mayor volumen de monitoreo mayor es el número de partículas PM<sub>2.5</sub> emitidas.
  - Hay un máximo de cantidad en masa permitida de PM<sub>2.5</sub> en un espacio determinado.
  - La densidad de partículas de PM<sub>2.5</sub> por máxima área monitoreada.
- 7) La norma de emisión de PM<sub>10</sub> en Medellín está alrededor de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cuál de los siguientes resultados es equivalente:
- $5.0 \times 10^{-5}$  g/mL.
  - $5.0 \times 10^{-5}$  kg/L.
  - $5.0 \times 10^{-5}$  mg/L.
  - $5.0 \times 10^{-5}$  g/L.
- 8) El PM se puede sintetizar en el laboratorio de manera controlada usando una llama de etileno-aire. El PM sintetizado en laboratorio se conoce como hollín y presenta una composición química que se representa como C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>. El hollín sintetizado en el laboratorio es:
- Una molécula gigante.
  - Un material.
  - Una mezcla heterogénea.
  - Una sustancia pura.
- 9) Dependiendo de la fuente de emisión de donde proviene el PM, su composición química puede variar. Por lo tanto, Uno de los posibles materiales a partir de los cuales se puede producir PM es:
- La madera.
  - Biomasa.
  - El carbón.
  - Todas las anteriores.
- 10) El origen del PM se puede rastrear analizando el residuo dejado después de un proceso de oxidación en aire a 800 °C. En un análisis de laboratorio se encontró que la ceniza de un determinado PM presentó un alto contenido de un óxido del tipo X<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. (masa molar en g/mol, N=14, C=12, S =32, P =31)

Composición del PM	Fuente PM
CHNO	Plantación de caña
CHS	Carbón
CHO	Biodiesel
CHNSP	Biomasa

Teniendo en cuenta la tabla y sabiendo que 10 g X<sub>2</sub>O<sub>5</sub> equivale a 0.07 moles, el PM proviene de.

- Un incendio de una plantación de caña.
  - Una planta de carbón.
  - Una incineradora de residuos hospitalarios.
  - La combustión del biodiesel.
- 11) En un laboratorio químico del área metropolitana se encontró que el PM de Medellín consiste en 84 % de carbono, 8 % de

hidrógeno y 8 % de oxígeno (porcentaje en masa). De acuerdo a lo anterior la fórmula mínima promedio del PM es:

- $C_{14}H_{16}O$ .
- $C_{84}H_8O_8$ .
- $C_7H_8O_{0.5}$ .
- $C_4H_4O_2$ .

12) Cuál de las siguientes propiedades que se le mide al PM no es Física.

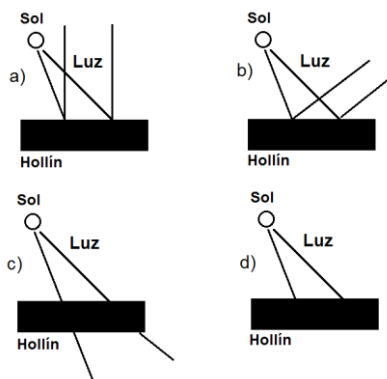
- Área superficial.
- Tamaño de partícula.
- Entalpía de combustión.
- Entalpía de cristalización.

13) En una prueba de ruta realizada sobre un automóvil que tiene 10 años de circulación se encontró que produce,  $Y = 50$  mg de PM/km. Si se sabe que el automóvil presenta una autonomía,  $A = 30$  km/gal. Cuál es el porcentaje (p/p) de hollín emitido si el tanque del automóvil tiene una capacidad,  $C = 10$  gal de combustible diesel. (Nota: densidad del diésel  $\rho = 0.82$  g/mL y  $1\text{ gal} = 3.78$  L)

- $\frac{C \cdot A \cdot Y}{3.78 \cdot \rho} * 10^{-3}$
- $\frac{A \cdot Y}{3.78 \cdot \rho} * 10^{-4}$
- $\frac{A \cdot Y}{3780 \cdot \rho} * 10^2$
- $\frac{C \cdot A \cdot Y}{378 \cdot \rho} * 10^{-2}$

El PM es un material particulado de color negro que resulta de la combustión incompleta de un combustible. Algunas de las alternativas que se han propuesto para controlar su emisión es a través del uso de aditivos de combustible, filtros catalíticos, uso de combustibles alternativos. Adaptado de <https://en.wikipedia.org/wiki/Soot/>

14) Si por teoría, el color negro absorbe todas las longitudes de onda del espectro visible. ¿Cuál de las siguientes gráficas explica el color negro del PM?



15) Un ejemplo de un proceso de combustión incompleta se puede representar así:

- $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 802 \text{ KJ/mol}$ .
- $4CH_4 + 5O_2 \rightarrow 4CO + 8H_2O$ .
- $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ .
- $4CH_4 + 7O_2 \rightarrow 2CO + 2CO_2 + 8H_2O$ .

16) El término 802 kJ/mol de la reacción del numeral a) de la pregunta anterior hace referencia a un valor de:

- Trabajo realizado.
- Fuerza electromotriz.

- Energía de reacción.
- Densidad energética.

17) En estudios científicos se ha encontrado que la adición de especies metálicas de hierro al combustible de partida mejora la capacidad de oxidar el PM a menor temperatura. Esta afirmación sugiere que:

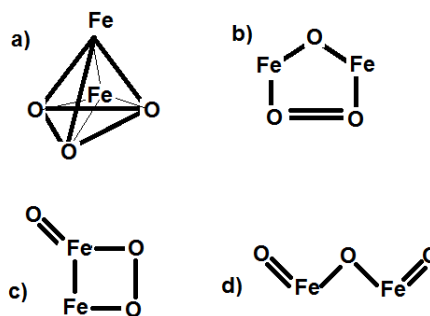
- El Fe disminuye la cinética de la reacción de oxidación.
- El Fe disminuye el tiempo de exposición del oxígeno con el hollín.
- Aumenta la energía de activación de oxidación del PM.
- Disminuye la energía de activación requerida para el proceso.

18) El aditivo de hierro generalmente consta de una componente orgánica R de carbono e hidrógeno enlazada a la especie metálica. Durante la combustión, el aditivo se transforma en un óxido metálico que actúa como catalizador para oxidar el hollín. El mecanismo que describe mejor este proceso es: (Nota: por razones prácticas se obvian los coeficientes estequiométricos de las reacciones de la tabla).

I	$R-Fe(sln) + O_2(g) \rightarrow Fe_2O_3(s) + CO_2(g) + H_2O(v)$
II	$Fe_2O_3(s) + C_{(hollin)} \rightarrow CO_2(g) + FeO(s)$
III	$C_{(hollin)} + O_2(g) + Fe_2O_3(s) \rightarrow CO_2(g) + Fe_2O_3(s)$

- Solo la reacción II es verdadera
- La reacción I precede la reacción III
- La reacción I precede la reacción II
- La reacción I es compleja, por lo tanto, solo las reacciones II y III son válidas

19) La estructura molecular que mejor representa al catalizador de  $Fe_2O_3$  es: (Nota: configuración electrónica Fe =  $[Ar]3d^64s^2$  y O =  $1s^22s^22p^4$ )



20) Si se realiza una prueba en el laboratorio para determinar el volumen de  $CO_2$  generado en la combustión catalítica de 1 g de hollín (fórmula mínima  $C_2H$  y masa molar = 300 g/mol) en aire. Cuál sería el volumen de  $CO_2$  recogido a condiciones normales, si la combustión es completa. (Nota: balancee la ecuación química partiendo de la fórmula molecular)

- $V_{CO_2} = \left[ \frac{1}{300} * \frac{4}{2} \right] * \frac{RT_{(298 \text{ K})}}{P_{(1 \text{ atm})}}$
- $V_{CO_2} = \left[ \frac{1}{300} * \frac{24}{1} \right] * \frac{RT_{(298 \text{ K})}}{P_{(1 \text{ atm})}}$
- $V_{CO_2} = \left[ \frac{1}{300} * \frac{4}{2} \right] * \frac{RT_{(273 \text{ K})}}{P_{(1 \text{ atm})}}$
- $V_{CO_2} = \left[ \frac{1}{300} * \frac{12}{2} \right] * \frac{RT_{(298 \text{ K})}}{P_{(1 \text{ atm})}}$

*El hidrógeno sintético como combustible del futuro puede obtenerse de fuentes renovables de manera abundante, además sería una solución definitiva a la emisión de PM, ya que el producto final de la reacción es agua.*

21) De acuerdo al párrafo anterior, ¿cuál de las siguientes afirmaciones **es incorrecta** con respecto a este combustible sintético?

- Se puede obtener a partir de la electrólisis del agua.
- Es auto sostenible.
- Su reacción con el oxígeno es exotérmica.
- El combustible sintético NO presenta las mismas propiedades que el natural.

22) En general, el término combustible limpio, comúnmente empleado para el hidrógeno, implica que:

- Se obtiene de fuentes renovables y sus productos de reacción son menos dañinos para el medio ambiente.
- Se obtiene de fuentes renovables y sus contaminantes son separados antes de salir al medio ambiente.
- Se esteriliza previamente para que sus productos de reacción sean menos contaminantes.
- Sus materias primas provienen de fuentes reciclables y sus productos de reacción son menos contaminantes.

23) Con un uso sostenible, otro ejemplo de recurso renovable es:

- El carbón.
- La gasolina.
- La madera.
- Ninguna de las anteriores.

24) Dentro de las propiedades de calidad que se le determinan a los combustibles están la densidad y la viscosidad. La densidad se determina fácilmente con el uso de picnómetros. En el laboratorio se realizó un experimento para calcular la densidad de un combustible desconocido. Los resultados se muestran en la siguiente tabla: (Tomado de ref 1)

Picnómetro vacío	15,8000 g
Picnómetro lleno	40,0000 g
Capacidad picnómetro	10,0000 ml

De acuerdo con la información de la tabla se puede obtener la densidad del combustible cuando se:

- Suma el peso del picnómetro vacío con el peso del picnómetro lleno y se divide entre el volumen del picnómetro.
- Resta el peso del picnómetro vacío al peso del picnómetro lleno y se divide entre el volumen del picnómetro.
- Divide el peso del picnómetro lleno entre el volumen del picnómetro.
- Resta el peso del picnómetro lleno al peso del picnómetro vacío y se divide entre el volumen del picnómetro.

25) La viscosidad se determina midiendo el tiempo que tarda una esfera de acero en atravesar un fluido contenido en un recipiente de dimensiones conocidas.

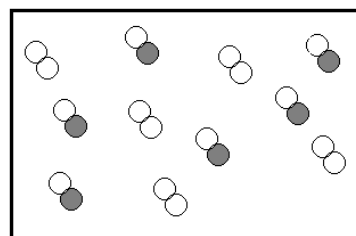
Sustancia	Tiempo (s)
Condensado	5
Gasóleo	30
Keroseno	13
Biodiesel	50

Teniendo en cuenta que la viscosidad es la resistencia que tiene un fluido a desplazarse, el combustible de mayor viscosidad reportado en la tabla es:

- Condensado.
- Gasóleo.
- Keroseno
- Biodiesel.

*Aparte de la emisión de PM, otros contaminantes como el SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, son emitidos al medio ambiente a partir de los sistemas de combustión convencionales.*

26) Suponiendo que los núcleos atómicos de monóxido de carbono y oxígeno molecular se representan con esferas, ¿Cuántas moléculas de CO<sub>2</sub> se producen y cuantas moléculas de reactivo en exceso (RE) quedan sin reaccionar a partir de la mezcla que se muestra en la figura?



- 5 moléculas de CO<sub>2</sub> y 1 moléculas de CO (RE)
- 5 moléculas de CO<sub>2</sub> y 0 moléculas de O<sub>2</sub> (RE)
- 6 moléculas de CO<sub>2</sub> y 2 moléculas de O<sub>2</sub> (RE)
- 6 moléculas de CO<sub>2</sub> y 1 moléculas de CO (RE)

27) El enlace en la molécula de monóxido de carbono es de tipo \_\_\_\_\_, se clasifican como \_\_\_\_\_ y el número total de enlaces presentes en la formación de la molécula de monóxido de carbono es \_\_\_\_\_

- iónico, sigmas, dos
- covalente no polares, pi, tres
- covalente, iónicos, dos
- covalente, sigma y pi, tres

28) Según el modelo de Lewis el CO es una molécula polar debido a que:

- Está constituido de dos sustancias diferentes.
- Sus elementos tienen diferente electronegatividad.
- El C y O tienen diferencias en sus radios iónicos.
- Está constituido por elementos no metálicos.

29) Los elementos O y S que hacen parte de los SO<sub>x</sub> se encuentran en el segundo y tercer periodo del grupo 16 de la tabla periódica. Esto significa que presentan una configuración electrónica terminal:

- 2p<sup>4</sup> y 3p<sup>4</sup>.
- 2d<sup>4</sup> y 3d<sup>4</sup>.
- 4p<sup>2</sup> y 4p<sup>3</sup>.
- 4d<sup>2</sup> y 4d<sup>3</sup>.

30) El núcleo atómico,  ${}^{14}_7\text{N}$ , presente en los  $\text{NO}_x$ , pertenece al grupo 15 de la tabla periódica, lo que significa que tiene \_\_\_\_ electrones, \_\_\_\_ protones y \_\_\_\_ neutrones.

- 7, 7, 7
- 7, 7, 14
- 14, 7, 7
- 14, 14, 0

31) Si nos desplazamos a la izquierda de la tabla periódica llegamos al C, el cual tiene un radio atómico mayor que el N porque tiene:

- una mayor electronegatividad.
- un electrón más en los orbitales p.
- una menor carga nuclear efectiva.
- una mayor energía de ionización.

32) De acuerdo con la información presentada en la tabla es válido afirmar que: (Tomado y adaptado de ref 1)

Átomo	Protones	Electrones	Neutrones	Carga
X	19	18	20	1+
Y	20	18	20	2+
Z	19	19	21	0

- Y y X son el mismo elemento con diferente carga.
- Z es el catión del elemento Y.
- X y Y tienen igual masa atómica.
- X y Z son átomos de un elemento diferente a Y.

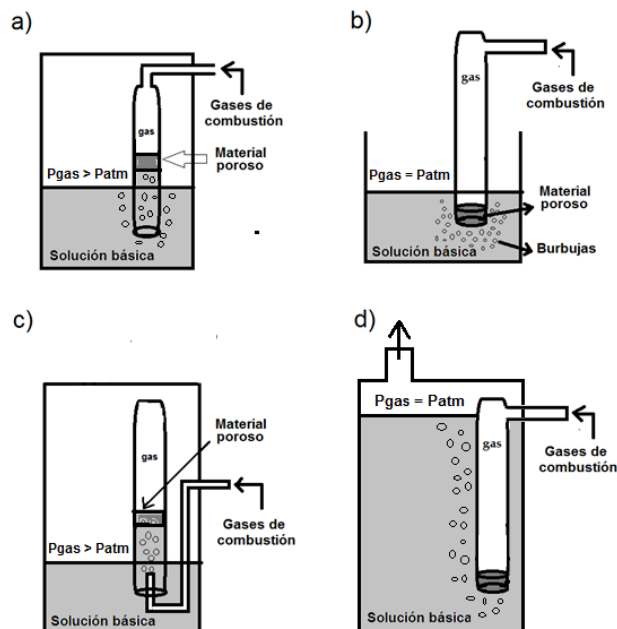
33) El contaminante dióxido de nitrógeno puede reaccionar con vapor de agua para obtener ácido nítrico, lo que origina parte de la llamada lluvia ácida. La ecuación química que representa el enunciado anterior es:

- $3\text{NO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{HNO}_{3(ac)} + \text{NO}_{(g)}$
- $\text{NO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{HNO}_{3(ac)}$
- $3\text{N}_2\text{O}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{HNO}_{3(ac)} + \text{NO}_{(g)}$
- $\text{N}_2\text{O}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{HNO}_{3(ac)}$

34) La captura continua de estos contaminantes genera la obtención de 1L de solución acuosa ácida. Si utilizó 10 mL de una solución de NaOH 0.1 mM ( $1\text{mM} = 1 \times 10^{-3}\text{M}$ ) para neutralizar esta solución, ¿Cuál era la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  en la solución?

- 1.0 mM
- $1.0 \times 10^{-5}$  mM
- 0.1 mM
- $1.0 \times 10^{-2}$  mM

35) En muchos procesos de combustión industrial, es muy común usar reactores de lavado para neutralizar los gases ácidos producidos en la reacción. Si se desea hacer un experimento a escala de laboratorio para capturar los gases ácidos de combustión, el montaje experimental más eficiente sería:



**Si usted es estudiante de décimo, su examen termina aquí!**

*Algunos de los aditivos de combustión que se usan actualmente para controlar las emisiones de contaminantes y aumentar el rendimiento de los combustibles en sistema automotor son de carácter orgánico.*

Los siguientes compuestos orgánicos que son usados como aditivos oxigenados en el diésel presentan esta información:

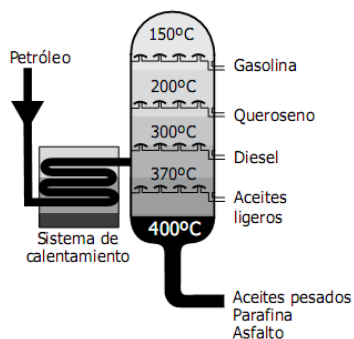
Combustible	Fórmula molecular	Masa molar (g/mol)	Solubilidad en Agua	Estabilidad química
Muestra 1	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$	98	Poco soluble	Baja
Muestra 2	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$	98	Poco soluble	Alta

(Tomado y adaptado de ref 1)

36) De acuerdo con los datos de la tabla, es correcto afirmar que de los combustibles evaluados

- Uno es polar y el otro es no polar.
- Ambos pertenecen al mismo grupo funcional oxigenado.
- Ambos son isómeros estructurales con grupo funcional en diferente posición.
- Ambos compuestos son completamente distintos en estructura y grupo funcional.

37) La destilación fraccionada es un proceso utilizado en la refinación del petróleo; su objetivo es separar sus diversos componentes mediante calor, como se representa en el siguiente esquema.



(Tomado y adaptado de ref 1)

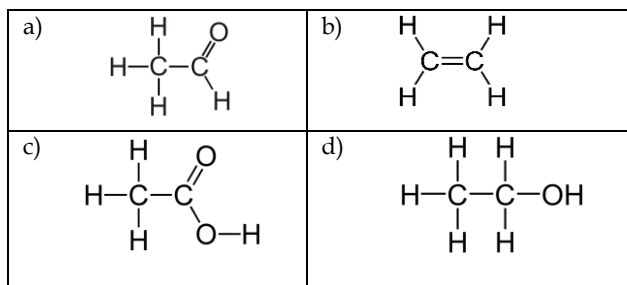
Si en la torre de destilación se daña el sistema de calentamiento, impidiendo llegar a temperaturas superiores a 250 °C, se esperaría separar:

- aceites ligeros y diésel.
- diésel y gasolina.
- gasolina y queroseno.
- aceites pesados y parafina.

La resolución 40277 de 2017, expedida por el Ministerio de Minas y Energía, señala que la mezcla de bioetanol en la gasolina aumentó del 6 % al 8% como parte de las soluciones al problema de contaminación que afecta a Medellín.

Adaptado de [www.elcolombiano.com/](http://www.elcolombiano.com/)

38) El bioetanol obtenido de la fermentación de azúcares se puede representar así:



39) ¿Cuánta agua se debe separar de una matriz de etanol/agua al 70 % v/v para obtener 3 L de combustible?

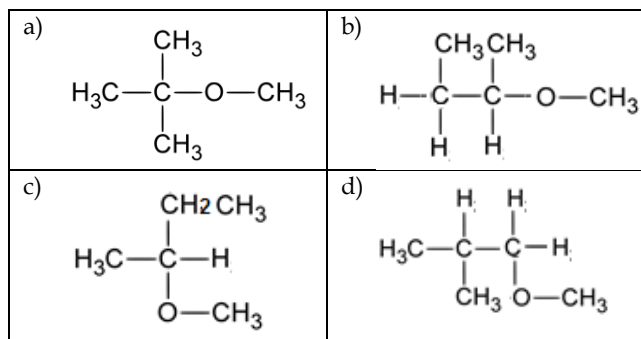
- 630 mL.
- 1286 mL.
- 900 mL.
- 1714 mL.

40) La razón por la que aumentar el porcentaje de etanol en la mezcla reduce las emisiones contaminantes es porque:

- es un compuesto de menor peso molecular.
- es un aditivo altamente oxidante.
- permite mejorar el grado de combustión total.
- todas las anteriores.

También se ha demostrado que la gasolina al ser aditivada con el 1,1-dimetil-1-metoxi-etano, también conocido como metil-terbutil éter (MTBE), mejora su rendimiento en la reducción de emisiones contaminantes.

41) La fórmula estructural del compuesto anterior es:



42) Una manera de obtenerlo en el laboratorio es a través de la reacción catalítica entre el metanol con el isobutileno:

- $\text{CH}_3\text{OH} + (\text{CH}_3)_2\text{CCH}_2 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OCH}_3$
- $\text{CH}_3\text{OH} + (\text{CH}_3)_2\text{CCH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OC}(\text{CH}_3)_3$
- $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{OCHCH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
- $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_3\text{CHCHCH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{OCHCH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

43) El isobutileno de la reacción anterior contiene enlaces \_\_\_\_\_:

- $\text{sp}^3$  solamente.
- $\text{sp}^2$  y  $\text{sp}^3$ .
- $\text{sp}^2$  solamente.
- $\text{sp}$  y  $\text{sp}^2$ .

El gas natural es el combustible fósil que menor cantidad de material particulado emite a la atmósfera luego de su uso, por lo tanto se ha fomentado su uso en el sector transporte, por ejemplo en los buses de Metroplus. El principal componente del gas natural es el metano, con presencia de algunos hidrocarburos de mayor masa molar.

44) ¿Cuál de los hidrocarburos gaseosos mencionados tiene el punto de ebullición más alto?

- $\text{CH}_4$ .
- $\text{C}_2\text{H}_6$ .
- $\text{C}_3\text{H}_8$ .
- $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .

45) La combustión completa para el  $\text{C}_2\text{H}_6$  produce dióxido de carbono y agua. Con base en la estequiometría de la reacción, la velocidad de formación de  $\text{CO}_2$  es:

- Igual a la velocidad de desaparición del oxígeno.
- Siete veces la velocidad de desaparición del oxígeno.
- El doble de la velocidad de desaparición del etano.
- 2/3 de la velocidad de aparición del agua.

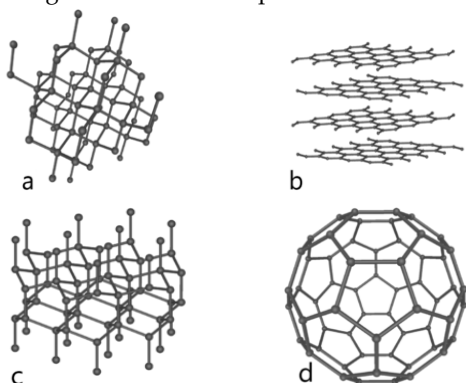
46) La combustión de hidrocarburos gaseosos, además de su aplicación en el sector transporte, también es empleada en calderas a nivel industrial para llevar grandes cantidades de agua a su punto de ebullición. Por lo tanto, esas reacciones son:

- endotérmicas.
- exotérmicas.
- endergónicas.
- isotérmicas.

47) Uno de los componentes mayoritarios del PM es el carbono, el cual se puede encontrar en la naturaleza formado alótropos, es



decir, arreglo de átomos de carbono en diferentes geometrías. Por ejemplo, el grafito es un arreglo de carbonos con hibridación  $sp^2$  formando una estructura laminar de panel de abejas. La figura más adecuada para ilustrar lo anterior es:



48) En estudios científicos se ha mostrado que los combustibles con mayor grado de insaturación, son más propensos a producir PM. De acuerdo a lo anterior, ordene los siguientes combustibles puros de mayor a menor grado de capacidad para emitir hollín.

**etino, benceno, n-decano, 1,3-butadieno**

- a) n-decano > benceno > 1,3 butadieno > etino
- b) etino > benceno > 1,3 butadieno > n-decano
- c) benceno > 1,3 butadieno > etino > n-decano
- d) n-decano > benceno > etino > 1,3 butadieno

#### Referencias

- 1) **Muñoz, J.I.**, "Adaptación de un banco de preguntas de Química bajo el criterio de respuesta al ítem que facilite su sistematización y análisis en procesos de verificación de conceptos no aprendidos", Trabajo de Maestría de Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2014

**ESPACIO DISPONIBLE PARA HACER CÁLCULOS**