



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1803

# **Cuadernillo taller Olimpiada de Química**

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES  
INSTITUTO DE QUÍMICA

## Prueba Eliminatoria

### Modelo de preguntas

#### **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 XX preguntas. Los estudiantes de grado décimo responden hasta la pregunta XX 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.

## CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Nuestra existencia depende en parte de tener gran suministro de aire puro, con sus componentes esenciales; oxígeno, nitrógeno, vapor de agua y dióxido de carbono, acompañados a su vez por otros gases minoritarios, generalmente gases nobles, siendo el argón el más abundante. Sin embargo, el aire es frecuentemente contaminado con sustancias tóxicas que provienen principalmente de la actividad humana.

1) La composición relativa de  $O_2$  y  $N_2$  en el aire es aproximadamente constante a todas las altitudes. Sin embargo, la capa de aire se reduce en volumen con la altura debido al efecto conjunto de presión y temperatura, siendo este último el de mayor efecto. Entonces por qué cuando escalamos una montaña nos sentimos agotados?

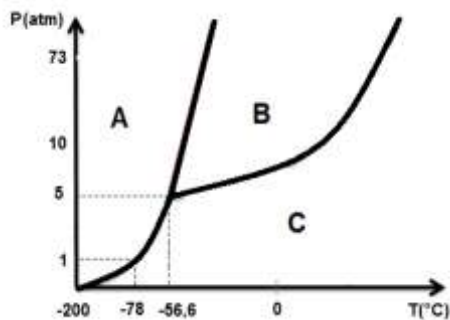
- Porque hay menos oxígeno por unidad de volumen de aire
- El número de moléculas de oxígeno es el mismo a todas las altitudes, pero el volumen de aire es menor con la altura.
- El número de moléculas de oxígeno es menor a mayor altura pero su concentración sigue siendo una constante (21%)
- Ninguna de las opciones anteriores es cierta

2) Cuáles de las siguientes sustancias son mezclas?

- |              |                                       |
|--------------|---------------------------------------|
| I. Aire puro | IV. Lluvia ácida                      |
| II. $N_2$    | V. $CO_2$                             |
| III. He      | VI. $N_2$ industrial al 99% de pureza |

- I, II, IV, VI
- II y V solamente
- I, IV, VI
- III, IV y V

Industrialmente, el  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$  y Ar pueden ser separados del aire a través de un proceso de compresión y de expansión a bajas temperaturas permitiendo la licuación del gas. Luego, el aire líquido entra a la columna de destilación donde se da la separación de cada componente de acuerdo al punto de ebullición. Responder las siguientes 4 preguntas de acuerdo al diagrama de fases del  $CO_2$



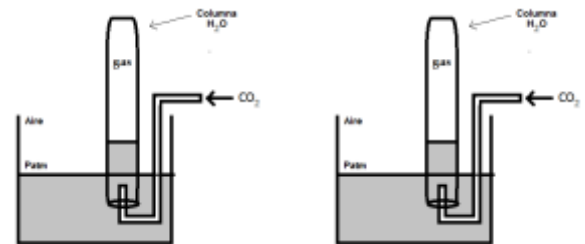
3) Del diagrama se puede inferir que:

- A=líquido, B=sólido, C= gas
- A=sólido, B=gas, C= líquido
- A= sólido, B=líquido, C= gas
- A= gas, B= líquido, C= sólido

4) El proceso de licuación del aire a 1 atm de presión ocurre a una temperatura de  $-194^\circ C$ . Considerando que los puntos de ebullición de  $CO_2$ ,  $N_2$ , Ar,  $O_2$  son  $-57^\circ C$ ,  $-196^\circ C$ ,  $-186^\circ C$  y  $-183^\circ C$ . Cuál sería el estado agregación del  $CO_2$  a esta temperatura y cómo se haría el proceso de separación?

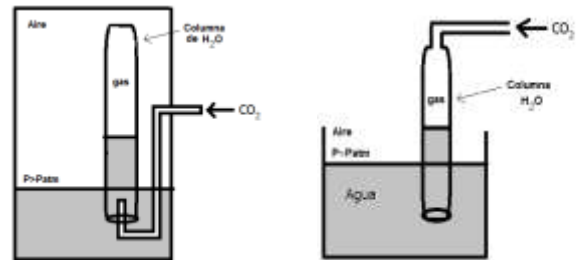
- Líquido-decantación
- Sólido-filtración
- Gas-condensación
- Líquido-ebullición

5) Si se desea recoger  $CO_2$  gaseoso en agua suponiendo baja solubilidad, ¿Cuál de los siguientes montajes es el más apropiado para hacerlo a presión atmosférica?



a)

b)



c)

d)

6) Si este mismo experimento se repite bajo otras condiciones experimentales, por ejemplo, un laboratorio en la costa Atlántica donde la presión atmosférica es mayor, se espera que el volumen de  $CO_2$  sea:

- Igual porque la cantidad recogida no varía
- Mayor porque la presión también es mayor
- Similar porque sólo depende de la temperatura
- Menor debido al aumento de la presión

La contaminación del aire como un problema ambiental se incrementó drásticamente con la revolución industrial en la segunda mitad del siglo XVIII. La aparición de grandes fábricas, la automoción y el consumo de inmensas cantidades de combustibles fósiles (petróleo y carbón, principalmente) en sistemas de combustión aumentaron el volumen de vertidos de productos químicos al ambiente. Algunas de estas sustancias tóxicas (monóxido de carbono, ozono troposférico, cloro-fluoro-carbonados (CFCs), metano, compuestos orgánicos volátiles (COVs), óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, entre otros) están relacionadas con el calentamiento global, la lluvia ácida y el deterioro de la capa de ozono.

7) Los hidrocarburos son compuestos formados por hidrógeno y carbono que se obtienen típicamente a partir del petróleo. Suponiendo combustión completa para el etano ( $C_2H_6$ ), la reacción no balanceada sería: Etano(g) + Oxígeno(g)  $\rightarrow$  Dióxido de carbono(g) + Agua(l). Con base en la estequiometría de la reacción, la velocidad de formación de Dióxido de carbono(g) es:

- Igual a la velocidad de desaparición del Oxígeno(g)
- 7 veces la velocidad de desaparición del Oxígeno(g)
- La mitad de la velocidad de desaparición del Etano(g)
- 2/3 de la velocidad de aparición del Agua(l)

Los cloro-fluoro-carbonados (CFCs) son derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de flúor y/o cloro principalmente. Son considerados gases de efecto invernadero que por acción de la radiación de suficiente energía, se disocian liberando el cloro radical y dando comienzo al proceso de destrucción del ozono estratosférico. La siguiente gráfica muestra la contribución de los gases de efecto invernadero al calentamiento global.

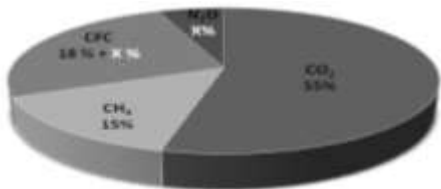


Figura 1. Distribución de contaminantes que contribuyen al calentamiento global

8) De acuerdo con la Figura 1. ¿Con qué porcentaje contribuyen los CFCs al calentamiento global?

- a) 6 %    b) 30 %    c) 24 %    d) 37 %

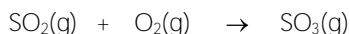
9) La teoría propuesta estima que un solo átomo de cloro que proviene de CFCs destruiría hasta 100.000 moléculas de ozono estratosférico. Lo anterior indica que el cloro actúa en la reacción con el ozono como:

- a) Una especie catalítica  
b) Un radical libre  
c) Un sustituyente de hidrógenos  
d) Un agente oxidante fuerte

10)Cuál de los siguientes gases, entre nocivos y no nocivos que se encuentran en el aire, se espera que tenga menor densidad a condiciones estándar? (Ayuda: Z = número protones o número atómico y N= número de neutrones. Además, las masas molares del oxígeno, nitrógeno y azufre son 16, 14, 32 g/mol respectivamente)

- a) Dióxido de azufre  
b) Óxido nítrico  
c) Gas con Z = 36 y N= 48  
d) Gas noble con una configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  y N = 22

La lluvia ácida es una precipitación con altos niveles de ácido nítrico y/o ácido sulfúrico que destruye infraestructuras, bosques y ecosistemas acidificando las aguas. Se sabe que el SO<sub>2</sub> que proviene mayoritariamente de los procesos de combustión, reacciona con el O<sub>2</sub> del aire para dar el trióxido de azufre, principal precursor de la lluvia ácida.



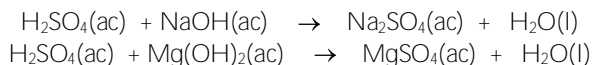
11) De acuerdo con la reacción balanceada, ¿cuántos moles de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> se pueden obtener a partir de 0.5 mol de O<sub>2</sub>?

- a) 0.5 mol    b) 2 mol    c) 1 mol    d) 0.25 mol

12) Una fracción de una corriente gaseosa que proviene de una caldera a carbón se hizo pasar a través de un adsorbente que es selectivo para un compuesto que tiene una composición en masa de 50% S y 50% O.Cuál es la fórmula empírica de este compuesto? (Las masas atómicas del oxígeno y azufre son 16 y 32 respectivamente)

- a) Óxido de azufre (II)  
b) Monóxido de di-azufre  
c) Óxido de azufre (IV)  
d) Tetraóxido de tri-azufre

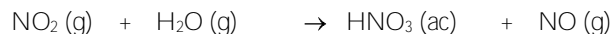
13) En algunas regiones la componente mayoritaria de la lluvia ácida es el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Suponiendo que una solución acuosa de ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, se puede neutralizar con una solución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH, o de hidróxido de magnesio, Mg(OH)<sub>2</sub>. Las reacciones de neutralización no balanceadas, en cada caso, son:



Para neutralizar completamente 3.0 mL de una disolución acuosa de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> se gastan 24.0 mL de una solución de NaOH 0.250 M. Cuando la neutralización se lleva a cabo con una solución de Mg(OH)<sub>2</sub> 0.250 M, se consume un volumen de solución de Mg(OH)<sub>2</sub> de:

- a) 24.0 mL.    b) 12.0 mL.    c) 6.0 mL.    d) 48.0 mL.

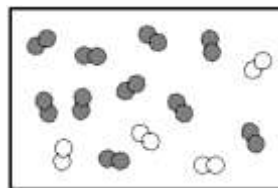
14) El HNO<sub>3</sub>, otro componente importante de la lluvia ácida a parte del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, también puede ser sintetizado industrialmente de acuerdo a la siguiente ecuación no balanceada:



En condiciones normales, un mol de NO<sub>2</sub> reacciona con suficiente vapor de agua para producir.

- a) 3/2 moles de HNO<sub>3</sub>  
b) 4/3 moles de HNO<sub>3</sub>  
c) 5/2 moles de HNO<sub>3</sub>  
d) 2/3 moles de HNO<sub>3</sub>

15) Suponiendo que los núcleos atómicos de nitrógeno y oxígeno se representan por las esferas blancas y grises respectivamente, cuántas moléculas de NO<sub>2</sub> (precursor del HNO<sub>3</sub>) se pueden preparar a partir de la mezcla que se muestra en la figura.

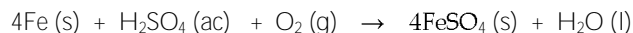


- a) 4 moléculas    b) 6 moléculas    c) 8 moléculas    d) 10 moléculas

16) Suponga que usted requiere medir un volumen exacto de agua lluvia para realizar un análisis cuantitativo.Cuál de los siguientes instrumentos volumétricos proporciona mayor exactitud en la medida

- a) Erlenmeyer  
b) Pipeta volumétrica  
c) Probeta graduada  
d) Pipeta graduada

17) La corrosión de las infraestructuras metálicas (en puentes, barcos, edificios) originadas por la lluvia ácida puede ser descrita a través de la siguiente ecuación:



¿Cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta?

- Se trata de una reacción redox
- El hierro metálico es un agente reductor
- El  $\text{Fe}^{2+}$  es un agente oxidante
- El hierro metálico se reduce a  $\text{Fe}^{2+}$

A finales de la década de los 60, la contaminación y el deterioro medioambiental comenzaron a ser considerados como un problema político en varios países industrializados. Como consecuencia muchos países fueron introduciendo una legislación medioambiental y sobre la década de los 80 se crearon agencias de protección medioambiental encargadas de establecer los límites máximos permisibles en la emisión de contaminantes. Esto a su vez impulsó el desarrollo de diferentes metodologías de control entre las que se encuentran; rediseño de sistemas de combustión, uso de combustibles alternativos, filtros de aire, adsorbentes, aditivos, celdas de combustible y convertidores catalíticos, entre otros.

18) Se dice que un senador de la nación ha dado un apasionante discurso en el que argumenta que la política ambiental de estado debe llevar el pH del agua lluvia por debajo de cero. Asumiendo que usted es colaborador del senador, que consejo o sugerencia le daría?

- Apoyaría al senador en su campaña ambiental referente al tema del pH del agua lluvia
- Desaprobaría el límite de pH propuesto, ya que este valor no tiene sentido por debajo de cero
- Llevar el pH del agua lluvia a niveles mínimos sería imposible debido a la constante actividad humana
- El nivel de pH propuesto por el senador esta en contravía de las políticas ambientales

19) El Pt usado como catalizador en las celdas de combustible tiene un número atómico (Z) de 78 y su isótopo de mayor abundancia natural es el 195. Si recordamos que  $Z =$  número de protones o número de electrones, y  $A =$  número de protones más neutrones, entonces la siguiente afirmación es cierta:

- El platino tiene 195 neutrones y 78 protones
- El platino tiene 39 protones y 39 electrones
- El platino tiene en su isótopo más estable 117 neutrones
- El platino tiene en su isótopo más estable 273 protones

20) Si consideramos que la masa de un electrón es despreciable respecto a la masa de un protón, y si consideramos que un neutrón pesa aproximadamente igual que un protón (1 uma), entonces para el isótopo 195 el ión  $\text{Pt(II)}$  pesa alrededor de:

- 199 uma
- 197 uma
- 193 uma
- 195 uma

21) En la configuración electrónica el número cuántico principal (n) más alto representa el periodo en el que está ubicado el elemento químico, por ejemplo, para el hidrógeno es  $1s^1$  donde  $n=1$ . Para el caso del Pt 195, la configuración electrónica es  $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^9 ns^1$  donde n es:

- 1
- 4
- 10
- 6



Si usted es estudiante de décimo, su examen termina aquí

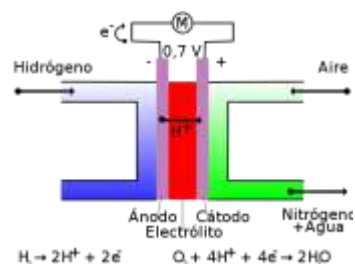


Figura 2. Celda de combustible

22) Viendo el esquema de la Figura 2, por el ánodo ingresa hidrógeno y por el cátodo aire. Sin embargo a la salida sólo se obtiene nitrógeno y agua, esto significa que:

- El aire al reaccionar produce nitrógeno y agua en cantidades equimolares
- Todo el oxígeno del aire se consume en la reacción con la formación de agua
- El nitrógeno proviene de la carga de hidrógeno al reaccionar en el ánodo
- El nitrógeno se forma de la reacción del oxígeno con los protones del electrolito

Los compuestos orgánicos volátiles (COVs), provienen principalmente del proceso de combustión. Sin embargo, también están presentes en disolventes, pinturas y otros productos químicos. Estos contaminantes se consideran peligrosos para el aire por ser precursores del ozono troposférico y destructor del ozono estratosférico debido a su alta volatilidad a temperatura y presión atmosférica. Junto con el carbono, los COVs presentan en su composición otros elementos como hidrógeno, oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. (Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Compuestos\\_organicos\\_volatiles](http://es.wikipedia.org/wiki/Compuestos_organicos_volatiles))

Teniendo en cuenta la variedad de grupos funcionales que pueden resultar a raíz de la composición elemental de los COVs, responda las siguientes preguntas:

23) El grupo funcional de:

- Una cetona es  $-\text{CH}_2\text{OH}$
- Una amina es  $-\text{CONH}_2$
- Un aldehído es  $-\text{CHO}$
- Un nitruro es  $-\text{C}=\text{N}$

24) La fórmula molecular  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ , corresponde a un compuesto con un único grupo funcional. Podrá ser por tanto:

- Un alcohol
- Un aldehído
- Una cetona
- Ninguno de ellos

25) Las cetonas, los aldehídos, los ácidos carboxílicos y los ésteres pueden:

- Reducirse a alcoholes con reactivos reductores
- Formar amidas por reacción con aminas
- Formar olefinas por reacciones de eliminación
- Ninguna de las anteriores respuestas es posible

Tabla 1. Fórmula molecular, temperaturas de ebullición ( $T_{eb}$ ) y masa molar ( $M$ ) de algunos compuestos orgánicos.

Nombre	Fórmula	$T_{eb}$ ( $^{\circ}C$ )	$M$ (g/mol)
Benceno	$C_6H_6$	80	78.11
2,3-dimetilpentano	$C_7H_{16}$	90	100.2
Metilbenceno (Tolueno)	$C_7H_8$	111	92.14
Hexano	$C_6H_{14}$	69	86.18
Etilbenceno	$C_8H_{10}$	136	106.2
2,3,4-trimetilpentano	$C_8H_{18}$	113	114.23
Etenilbenceno (Estireno)	$C_8H_8$	145	104.15
2-metilhexano	$C_7H_{16}$	90	100.2
Ciclohexano	$C_6H_{12}$	81	84.16
Heptano	$C_7H_{16}$	98	100.2
Biciclo(4.4.0)deca-1,3,5,7,9-penteno (Naftaleno)	$C_{10}H_8$	218	128.17
Decano	$C_{10}H_{22}$	174	142.29

Con Base en la tabla anterior responda las siguientes preguntas:

- 26) Diga cuáles compuestos corresponden a isómeros:
- Etilbenceno y Etenilbenceno
  - Benceno, Hexano y Ciclohexano
  - 2,3-dimetilpentano, 2-metilhexano y Heptano
  - Naftaleno y Decano
- 27) Cuáles compuestos es probable que no sean compuestos orgánicos volátiles:
- Naftaleno y Decano
  - Benceno y Estireno
  - Hexano y Etilbenceno
  - Heptano y Hexano
- 28)Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa:
- A mayor masa molar, mayor es la temperatura de ebullición
  - Los compuestos aromáticos tienen menor temperatura de ebullición que los compuestos alifáticos con igual número de átomos de carbono
  - Los compuestos que sean isómeros tienen igual temperatura de ebullición
  - Todas son falsas
- 29) El formaldehído, compuesto orgánico incoloro e inodoro, es un COV y conocido agente cancerígeno liberado al aire desde artículos que normalmente se encuentran en casa (repelentes, aromatizantes, esmaltes, lacas, etc). Una forma de controlar su emisión es a través de un proceso de oxidación. Cuáles serían los productos de oxidación del formaldehído?
- Ácido fórmico y posteriormente dióxido de carbono
  - Ácido fórmico y posteriormente ácido acético
  - Metanol y posteriormente ácido fórmico
  - Metanol y posteriormente monóxido de carbono