

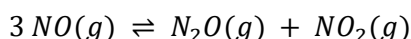
**Tercer Concurso de Ciencias Básicas de la ANFEI**  
**Ronda Final de Química**

1. El HCN es un gas venenoso, el cual se puede generar por una reacción en el laboratorio o por la combustión de productos del hogar que contengan acrilán ( $\text{CH}_2\text{CHCN}$ ). La dosis letal es de 300 mg de HCN por kg de aire inhalado.
  - a) Calcula la masa en gramos de HCN que produce la dosis letal en un laboratorio cuyas dimensiones son 5 x 4 x 3 m. La densidad del aire es  $0.00118 \text{ g/cm}^3$  a  $25^\circ\text{C}$ .
  - b) Si se mezcla NaCN con  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ¿a partir de qué masa de NaCN podría ser letal la reacción para el laboratorio del inciso (a)?
  - c) Si se incendia una habitación cuyas dimensiones son 4 x 3 x 3 m en la cual hay una alfombra tapizando toda la superficie de la habitación. La alfombra contiene 1 kg de acrilán ( $\text{CH}_2\text{CHCN}$ ) por  $\text{m}^2$ , ¿qué superficie de la alfombra tendría que quemarse para producir la cantidad letal de HCN, asumiendo que la relación estequiométrica entre el HCN y el  $\text{CH}_2\text{CHCN}$  es 1:1?
  - d) En caso de incendio se puede neutralizar el HCN con NaOH, que es comúnmente usado en los productos de limpieza. Se dispone de 1 kg de Fácil Off que contiene NaOH al 10% en peso. ¿Será suficiente para evitar la intoxicación, si se vacía sobre la alfombra en combustión del inciso (c) cuando se ha quemado un 30% de la superficie?
  
2. Cuando el magnesio metálico se quema con los dos elementos más abundantes del aire, se generan dos productos: A y B. Cuando se agrega agua al compuesto B, reacciona para formar A y amoníaco gaseoso. A partir de la información anterior, responde:
  - a) Prediga las fórmulas de A y B
  - b) Escriba una ecuación balanceada para la reacción de B con agua.
  - c) En un experimento, un trozo de cinta de magnesio hace combustión con aire en un crisol. La masa de la mezcla después de la combustión es 0.470 g. Al agregar agua al crisol, ocurre otra reacción, el crisol se calienta hasta secarse y el producto final es una muestra de 0.486 g de A. Calcule el porcentaje en masa del compuesto B en la mezcla obtenida después de la combustión inicial.
  - d) B también se puede formar mediante la reacción del metal con amoníaco a alta temperatura. Escriba una ecuación balanceada para esta reacción. Si una cinta de 6.3 g de Mg reacciona con 2.57 g de  $\text{NH}_3(\text{g})$  y la reacción es completa, ¿qué componente es el reactivo limitante? ¿Qué masa de hidrógeno gaseoso se forma en la reacción?
  - e) La entalpía de formación estándar de B sólido es  $-461.08 \text{ kJ/mol}$ . Calcule el cambio de entalpía estándar para la reacción entre el magnesio metálico y el amoníaco gaseoso.

**Tercer Concurso de Ciencias Básicas de la ANFEI**  
**Ronda Final de Química**

3. En la química del nitrógeno, existen compuestos en todos los estados de oxidación formales entre -3 y +5, y óxidos de nitrógeno en cada uno de los cinco estados de oxidación de +1 a +5. El óxido de nitrógeno (I), también conocido como óxido nitroso o protóxido de nitrógeno, fue el primer anestésico sintético que se descubrió y el primer propulsor para aerosoles comerciales; sus propiedades beneficiosas contrastan con las de otros óxidos como el de nitrógeno (II), también conocido como óxido nítrico, y el de nitrógeno (IV) que son contaminantes atmosféricos a concentraciones elevadas.

A 25°C y 1 atm, el óxido nítrico es termodinámicamente inestable. A presiones elevadas, se descompone rápidamente en el intervalo entre 30 y 50°C, de acuerdo con la siguiente reacción en la que intervienen los tres óxidos de nitrógeno mencionados:



- Dibuje las estructuras de Lewis más probables para estos tres óxidos de nitrógeno.
- Indique y justifique la geometría molecular del óxido nitroso y del dióxido de nitrógeno, de acuerdo con el modelo de repulsiones de pares de electrones de la capa de valencia (RPECV).
- Especifique la polaridad de las moléculas, justificando con el momento dipolar que presentan estos tres óxidos de nitrógeno.
- Determine la  $K_p$  de la reacción a 25°C suponiendo un comportamiento ideal de la mezcla gaseosa. Considere que los valores de  $\Delta H_f^\circ$  y  $S^\circ$  no varían con la temperatura.

Datos (25°C)	NO (g)	N <sub>2</sub> O(g)	NO <sub>2</sub> (g)
$\Delta H_f^\circ$ (kJ.mol <sup>-1</sup> )	90.2	82.0	33.2
$S^\circ$ (J.K <sup>-1</sup> .mol <sup>-1</sup> )	210.6	219.7	235.0

- Calcule la presión total, una vez alcanzado el equilibrio, después de introducir 1 mol de óxido nítrico en un reactor cerrado de 2 litros a 25°C.
- Explique cómo influirían en la descomposición del óxido nítrico:
  - El aumento del volumen del reactor.
  - El aumento de la temperatura del reactor.
- Para esta reacción se encuentra experimentalmente que, en el intervalo de 0 a 1000°C, existe una relación lineal entre el log  $K_p$  y la inversa de la temperatura absoluta. Calcule el valor de  $K_p$  a 800°C.

**Tercer Concurso de Ciencias Básicas de la ANFEI**  
**Ronda Final de Química**

4. La energía eléctrica con la que funcionan los automóviles proviene de los acumuladores de plomo, los cuáles consisten en seis celdas galvánicas idénticas ensambladas en serie. Se sabe que las reacciones de reducción involucradas en el funcionamiento de la celda son las siguientes:

$PbSO_4(s) + 2e^- \rightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(ac)$	$\epsilon^\circ = -0.355 \text{ V}$
$PbO_2(s) + 4H^+(ac) + SO_4^{2-}(ac) + 2e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$	$\epsilon^\circ = 1.685 \text{ V}$

Basado en la información anterior:

- Identifica la semi-reacción que corresponde al cátodo y la semi-reacción que corresponde al ánodo.
- Escribe la reacción global que ocurre en la celda.
- Calcula el potencial estándar de una celda.
- Determine el voltaje generado por las seis celdas conectadas en serie.
- Se encontró que un automóvil no está generando el mínimo de corriente esperado. Durante el escaneo del coche a una temperatura de 25°C, se encontró que el pH de las celdas es de 3 y que la concentración de iones sulfato presentes es 0.85 M. Bajo estas condiciones, ¿cuál es el voltaje generado por cada una de las celdas del acumulador? ¿Cuál es el rendimiento del acumulador?