

XIII OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA

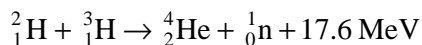
Murcia 8 - 10 abril 2000

PROBLEMA 1

Las reacciones de fusión nuclear consisten en la combinación de dos núcleos para formar otro núcleo con una masa mayor. Muchas reacciones de fusión liberan grandes cantidades de energía. Estas reacciones son diferentes a las de fisión nuclear utilizadas en las centrales nucleares actuales en las cuales el proceso es el contrario, es decir, un núcleo se rompe para dar varios núcleos más pequeños, aunque tienen en común con las anteriores que en algunos casos la cantidad de energía liberada también es muy alta.

Si se consiguiera controlar el proceso de fusión, se produciría un avance científico y tecnológico gigantesco, ya que los reactores de fusión nuclear prometen energía virtualmente ilimitada para el futuro. La razón está en que el combustible, es decir, los isótopos del hidrógeno, existen en una cantidad prácticamente ilimitada en la Tierra. Las investigaciones llevan desarrollándose más de 40 años pero hasta el momento, desgraciadamente, el éxito no ha sido el deseado.

Entre las reacciones utilizadas, una de la más prometedora como posible fuente de energía es la que hace reaccionar un átomo de deuterio y otro de tritio para dar un átomo de helio y un neutrón:



Si fuésemos capaces de aprovechar toda la energía liberada en esta reacción, un sólo kg de combustible sería suficiente para proveer de energía eléctrica a todos los hogares de la Región de Murcia durante algo más de un mes^(*).

Suponiendo que fuese aplicable el modelo atómico de Bohr para la descripción de todos los electrones implicados, determine:

- La diferencia entre el momento angular del electrón de los isótopos de hidrógeno y el de los electrones del átomo de helio.
- De toda la energía desprendida, ¿cuál es el porcentaje debido a la energía electrónica?.
- ¿Qué relación existe entre la velocidad de los electrones en el helio y la que poseen el electrón del deuterio y del tritio? Calcule cuantitativamente dicha relación.
- ¿Qué relación existe entre el radio de la órbita de los electrones en los átomos de helio, deuterio y tritio?.

^(*) Estimación aproximada tomando 1100000 habitantes y 300000 hogares, cada uno con un consumo medio de 300 kw·h al mes.

DATOS

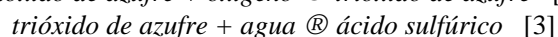
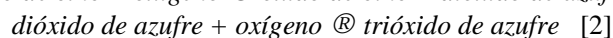
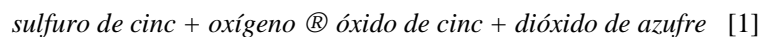
$E = -13.6 Z^2/n^2$ (eV). Donde E representa la energía del electrón, Z es el número atómico, y n es el nivel energético correspondiente.

Masa del electrón = m_e

Constante de Planck = h

PROBLEMA 2

El ácido sulfúrico puede obtenerse a partir de la tostación de la blenda (mineral cuyo principal componente es sulfuro de cinc), según el proceso:



- ¿Cuántos kilogramos de blenda, con un 53 % de sulfuro de cinc se necesitan para obtener 200 kg de ácido sulfúrico 3.15 M?. Densidad del ácido sulfúrico 1.19 g·cm⁻³.
- ¿Qué volumen ocupa el oxígeno necesario en la primera etapa, o de tostación, medido a 20 °C y 3 atm?
- ¿Cuál es la molalidad y tanto por ciento en peso del ácido sulfúrico obtenido?.
- En la reacción [2] se observa que si la concentración inicial de dióxido de azufre se duplica, manteniendo constante la de oxígeno, la velocidad de reacción se multiplica por 8, mientras que si se mantiene constante la de dióxido de azufre y se triplica la de oxígeno, la velocidad de reacción se triplica. Calcule el orden de la reacción.
- Si los valores de las constantes de velocidad de la reacción [2] son 0.55 a 600 K y 1.5 a 625 K, respectivamente, expresadas en las mismas unidades ¿cuál es la energía de activación de la reacción en el intervalo de temperaturas considerado?.

DATOS

Masas atómicas relativas: H = 1 , O = 16 , S = 32 , Zn = 65.3

R = 8.3144 J·K⁻¹·mol⁻¹

PROBLEMA 3.

El fosgeno, $(\text{CO})\text{Cl}_2$, nombre trivial del cloruro de carbonilo, es un gas incoloro, de olor sofocante, que licúa a $8\text{ }^\circ\text{C}$. Fue descubierto por Davy en 1812. Debido a su gran reactividad resulta extremadamente tóxico por inhalación (reacciona con el agua dando cloruro de hidrógeno y dióxido de carbono) aunque no parezca inmediatamente irritante, provocando edemas pulmonares, característica que lo hace muy apropiado como arma química, de ahí su empleo como gas de combate durante la 1ª Guerra Mundial. También presenta aplicaciones industriales; así, se emplea para la preparación de isocianatos, destinados a la fabricación de poliuretanos, y para la síntesis de colorantes derivados del trifenilmetano.

A $900\text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura y 1.3 atmósferas de presión el fosgeno contenido en un recipiente herméticamente cerrado está parcialmente disociado, coexistiendo en equilibrio con monóxido de carbono y cloro molecular. En esas condiciones la densidad del fosgeno es $0.725\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Determine:

- El grado de disociación en las condiciones de presión y temperatura dadas.
- Las concentraciones de cada una de las especies químicas presentes en la mezcla gaseosa.
- El valor de la constante K_p , suponiendo comportamiento ideal de la mezcla gaseosa.
- Si estando la mezcla en equilibrio se reduce el volumen del sistema hasta un tercio de su valor inicial (sin que resulte afectada la temperatura), ¿qué concentración le corresponderá a cada una de las especies en el nuevo equilibrio?
- ¿Cómo afectaría, a este nuevo equilibrio, la adición al sistema de 1 mol de He, manteniendo constantes tanto su volumen como su temperatura?

Masas atómicas relativas: $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$, $\text{Cl} = 35.5$

$R = 0.082\text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

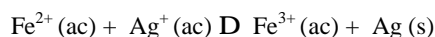
$1\text{ atm} = 1.013\text{ bar}$

PROBLEMA 4.

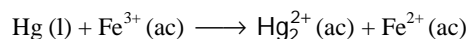
En la vida diaria son muy diversos los procesos que implican un flujo de electrones, desde el fenómeno de un relámpago hasta la pila que hacen funcionar radios, relojes o marcapasos. También un flujo de cargas hace posible el funcionamiento del sistema nervioso en los animales. La electroquímica es la rama de la química que estudia la interacción entre la electricidad y la materia.

En base a sus conocimientos de electroquímica y por aplicación de la ecuación de Nernst y leyes de Faraday, conteste a las siguientes cuestiones:

- a) A concentraciones equimoleculares de $\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$ y $\text{Fe}^{3+}(\text{ac})$, ¿cuál debe ser la concentración de $\text{Ag}^+(\text{ac})$ para que el potencial de la pila galvánica formada por los pares $\text{Ag}^+(\text{ac})|\text{Ag}(\text{s})$ y $\text{Fe}^{3+}(\text{ac})|\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$ sea igual a cero?
- b) Determine la constante de equilibrio a 25°C para la reacción



- c) Cuando se añade mercurio líquido en exceso a una disolución acidificada de $\text{Fe}^{3+}(\text{ac})$ de concentración 1 mM se comprueba que, una vez alcanzado el equilibrio, el 94.6% del hierro inicial se ha reducido hasta $\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$. Calcule E° para el par $\text{Hg}_2^{2+}(\text{ac})|\text{Hg}(\text{l})$ suponiendo que la disolución se encuentra a 25°C y que la única reacción que se produce es:



- d) Sabiendo que en medio ácido el par $(\text{MnO}_4)^{2-}(\text{ac}) \longrightarrow (\text{MnO}_4)^-(\text{ac})$ tiene un potencial $E^\circ = 0.56$ voltios, ¿qué fuerza electromotriz estándar tendrá esta semipila en medio básico?
- e) Un electrodo de hidrógeno ($P_{\text{H}_2} = 0.9 \text{ atm}$) se sumerge en una disolución en la que existe un electrodo de referencia cuyo potencial es de 0.3 V ; al conectar ambos electrodos a través de un puente salino se obtiene una pila de 0.689 V de fem. Calcular el pH de la disolución.

Datos: $E^\circ, \text{Ag}^+(\text{ac})|\text{Ag}(\text{s}) = 0,799 \text{ V}$
 $E^\circ, \text{Fe}^{3+}(\text{ac})|\text{Fe}^{2+}(\text{ac}) = 0,771 \text{ V}$
 $R = 8.3144 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
 $F = 96500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$