

Problema (3,5 puntos)

En un proceso continuo de fabricación de cal viva (CaO), se introducen en un horno a 1000°C 1 t/h de caliza impura con un 90% de carbonato cálcico (CaCO₃), un 5% de materia inerte y un 5% de humedad. Se pide:

- a) Escriba la reacción que tiene lugar en el horno
- b) Los flujos máxicos de salida de sólidos y de gases del horno
- e) Pureza de la cal viva considerando que la materia inerte de la caliza está incluida en el sólido.
- d) Volumen del gas seco a la salida del horno en condiciones normales

DATOS: Masas atómicas del H, C; 0 y Ca: 1,0; 12,0; 16,0 y 40,0 g/mol. V molar = 22,4 m³/kmol.

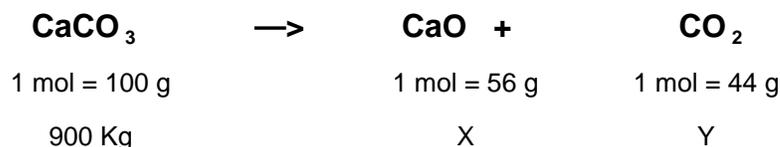
RESOLUCIÓN:

A) La reacción que tiene lugar es: **CaCO₃ → CaO + CO₂**

B) Si se alimenta el horno con 1 Tm/h, las cantidades de cada componente que entran por hora en el horno son:

CaCO₃ 90% de 1Tm/h = 900 Kg/h
Inertes: 5% de 1 Tm/h = 50 Kg/h
Humedad: 5% de 1 Tm/h = 50 Kg/h

C) Para calcular las cantidades que salen del horno, hemos de tener en cuenta la estequiometría de la reacción de descomposición de la caliza, y son:



de donde $X = \frac{56g \cdot 900Kg}{100g} = 504 \text{ Kg/h de CaO}$ $Y = \frac{44g \cdot 900Kg}{100g} = 396 \text{ Kg/h de CO}_2$

Por tanto, la cantidad de sólidos que salen corresponden a la cal formada (504 Kg/h) y los inertes (50 Kg/h) es decir:

FLUJO DE SÓLIDOS = 504 Kg/H de CaO + 50 Kg/h de inertes = 554 Kg/h de sólidos

La cantidad de gases corresponde al CO₂ (396 Kg/h) y a la humedad (50 Kg/h) pues a 1000°C el agua está en forma de vapor:

FLUJO DE GASES = 396 Kg/H de CO₂ + 50 Kg/h de vapor de agua = 546 Kg/h de gases

C) La pureza de la cal la obtenemos teniendo en cuenta que salen 504 Kg/h de cal en un total de 554 Kg/h de sólidos:

Pureza = $\frac{504}{554} \cdot 100 = 90,97\%$ **de pureza de la cal obtenida**

D) El gas seco es el gas exento de humedad, es decir, el CO₂, y su volumen se puede determinar mediante la ecuación general de los gases ideales, o bien teniendo en cuenta el dato que nos dan del volumen molar.

$P \cdot V = \frac{\text{gramos}}{Pm} \cdot R \cdot T \Rightarrow 1 \cdot V = \frac{396000}{44} \cdot 0,082 \cdot 1273; V = 201474 \text{ l} = 201,47 \text{ m}^3 \text{ de CO}_2$

Preguntas (4 puntos). Debe contestar a 4 de las 5 preguntas que se proponen

- 1) Complete la configuración electrónica de un elemento X cuyo electrón diferenciador es 4f¹ indique su nº atómico (Z), a que grupo del Sistema Periódico pertenece y de qué elemento se trata. ¿ Qué números cuánticos son los de su electrón diferenciador ?

RESPUESTA:

Si el electrón diferenciador es el $4f^1$, se trata del primero de los elementos de la serie de los LANTÁNIDOS O TIERRAS RARAS, que es el Lantano. Su configuración electrónica, obtenida por medio de la regla de Moeller, es:



Los cuatro números cuánticos del electrón diferenciador, que es el $4f^1$, son **4, 3, -3, -1/2**

En realidad, en el caso del Lantano, el electrón diferenciador entra en el subnivel $5d^1$ y no en el $4f^1$, por lo que debería ser el siguiente elemento, en Cerio, el que tuviera este electrón $4f^1$ como electrón diferenciador, pero en el caso del Cerio, ese electrón que se ubicó en el Lantano en $5d^1$ sufre una transición y se coloca en el subnivel $4f$, juntamente con el electrón nuevo, por lo que en el Cerio, su configuración electrónica en estos dos subniveles es $4f^2 5d^0$. Por todo ello, si tenemos en cuenta estas configuraciones reales y no las resultantes de la Regla de Moeller, deberíamos decir que no existe ningún elemento cuyo electrón diferenciador sea el $4f^1$

2) ¿ Qué concentración debería tener una disolución acuosa de un ácido monoprotico HA, cuya constante de ionización es $K_a = 1,5 \cdot 10^{-5}$, para tener el mismo pH que una disolución acuosa de ácido clorhídrico $10^{-2} M$.

RESOLUCIÓN

El pH de la disolución de HCl $10^{-2} M$, teniendo en cuenta que se trata de un ácido fuerte y está completamente disociado, de acuerdo con la estequiometría de su reacción de disociación es:

	HCl	\rightleftharpoons	H_3O^+	Cl^-	$pH = -\lg[H_3O^+] = -\lg 10^{-2} = 2$ pH = 2
Inicial	10^{-2}		----	----	
En equilibrio	----		10^{-2}	10^{-2}	

Para el caso del ácido dado HA, su reacción de disociación es:

	HA	\rightleftharpoons	H_3O^+	A^-	siendo X = n^a de mol/l de HA disociados, y es también, el n^o de mol/l de H_3O^+ formados, es decir: $[H_3O^+] = 10^{-2}$
Inicial	C		----	----	
En equilibrio	C - x		x	x	

Dado que en este caso se trata de un ácido débil, la expresión de su constante ácida nos permite obtener el valor de la concentración inicial C:

$$K_a = \frac{[H_3O^+].[A^-]}{[HA]} \text{ y para este caso es: } 1,5 \cdot 10^{-5} = \frac{10^{-2} \cdot 10^{-2}}{C - 10^{-2}} \text{ de donde } \mathbf{C = 6,68 \text{ Molar}}$$

3) Defina los siguientes conceptos: *descenso crioscópico; orden de reacción; catalizador y orden de enlace.* Ponga en cada caso un ejemplo que lo ilustre.

El descenso crioscópico es la variación de la temperatura de congelación que experimenta un disolvente al disolver en él un soluto no volátil. Se aplica, por ejemplo, al añadir al agua de los radiadores de los automóviles "anticongelante", el cual no es más que un soluto no volátil (suele ser etilenglicol: CH_2OH-CH_2OH) el cual hace que el agua congele a temperaturas inferiores a los $0^{\circ}C$.

La ecuación de velocidad de una reacción química: $a.A + b.B \rightarrow c.C + d.D$ suele ser de la forma:

$$v = k.[A]^x.[B]^y \text{ donde } [A] \text{ y } [B] \text{ son las concentraciones de los reactivos A, y B y los exponente "x" e$$

“Y” reciben el nombre de Orden de reacción con relación a los reactivos A o B respectivamente, el cual no tiene por qué coincidir con el coeficiente que afecta a ese reactivo en la reacción “a”, el cual recibe el nombre de Molecularidad. Por tanto el Orden de reacción con respecto al reactivo A se definiría como “el exponente que afecta a la concentración de dicho reactivo en la correspondiente ecuación de velocidad, mientras que el orden total de la reacción será la suma de los órdenes con relación a todos los reactivos, en este caso sería : “ X + Y”.

Un catalizador es una sustancia cuya sola presencia en una reacción, aún en cantidades muy pequeñas, modifica sensiblemente la velocidad de la misma ya que modifica la energía de activación necesaria para que comience la reacción, sin alterar su composición química; . Así, por ejemplo en el proceso de obtención del amoniaco, la combinación del Hidrógeno y Nitrógeno transcurre de forma muy lenta, pero la presencia de hierro hace que el proceso se desarrolle más rápidamente lento.

El Orden de enlace es una variable que aparece como consecuencia de la teoría de los orbitales moleculares. Estos orbitales moleculares pueden ser de dos tipos: enlazantes o antienlazantes, según que su contenido energético sea menor o mayor, respectivamente, que los orbitales atómicos de los cuales proceden los electrones que los conforman. En una molécula, recibe el nombre de Orden de enlace el número de enlaces netos que posee dicha molécula, después de tener en cuenta la cancelación de enlaces y antienlaces. Se calcula por la fórmula:

$$\text{Orden de enlace} = \frac{(\text{Orbitales enlazantes}) - (\text{Orbitales antienlazantes})}{2}$$

4) Marque la respuesta correcta para la siguiente pregunta, en la electrolisis de la alúmina fundida para obtener aluminio, el oxígeno no se desprende como O₂ en el ánodo debido a que:

- a) En el ánodo se desprende el F₂ de la criolita que se usa como fundente
- X b) El O₂ formado reacciona rápidamente con el ánodo de grafito dando CO y CO₂**
- c) El O₂ se desprende en el cátodo
- d) En el ánodo el oxígeno se desprende como oxígeno atómico

5) Para obtener una gasolina de alto *índice de octano* es recomendable usar el "craqueo térmico" o el "craqueo catalítico". ¿qué productos se obtienen mayoritariamente en cada caso?

El craqueo térmico se realiza a elevadas temperaturas y presiones para romper las moléculas grandes de hidrocarburos obteniéndose otras más pequeñas, pero también grandes cantidades de coque (combustible sólido y poroso).

En el proceso de craqueo catalítico, el crudo se divide (craquea) en presencia de un catalizador finamente dividido. Ésto permite la producción de muchos hidrocarburos diferentes que luego pueden recombinarse mediante alquilación, isomerización o reformación catalítica para fabricar productos químicos y combustibles de elevado octanaje para motores especializados, es, por tanto mucho más rentable y, por tanto, recomendable