

PROBLEMAS PROPUESTOS SOBRE ESTEQUIOMETRÍA INDUSTRIAL

1. Calcula los litros de eteno (medidos en c.n.) que consumirá cada día una planta de producción de etanol que produzca 2 t de etanol/día con un rendimiento M 78 %. Datos: $m_C = 12$; $m_O = 16$; $m_H = 1$.
2. Una planta obtiene 100 000 t anuales de magnesio a partir de agua de mar, precipitando su hidróxido con una disolución de hidróxido cálcico. Luego se redisuelve el precipitado con ácido clorhídrico y se evapora hasta la sequedad. El cloruro de magnesio obtenido se electroliza para dar magnesio y cloro: a) escribe las ecuaciones M proceso; b) calcula los litros de cloro (medidos en c.n.) obtenidos conjuntamente; c) calcula las toneladas de hidróxido cálcico invertidas en el proceso suponiendo que la reacción de precipitación es cuantitativa.
3. Una metalúrgica contamina la atmósfera liberando SO_2 al oxidar Cu_2S con aire. Si el aire contiene un 30 % de O_2 Y se tratan cada día 1000 t de mineral que tiene un 20 % de Cu_2S : a) calcula los m^3 de aire (en c.n.) necesarios; b) ¿cuántos kg de SO_2 se liberarán a la atmósfera?; c) si el SO_2 reacciona con agua atmosférica, ¿cuánto H_2SO_4 habrá por m^3 de aire en los gases de salida?; d) si estos gases se diluyen cien veces en la atmósfera y luego precipitan en forma de lluvia sobre un lago de $1000 m^2$, mezclándose con una capa superficial de agua de 5 cm, ¿cuál es el pH de la capa superficial del lago?
4. Una planta de reciclaje de productos agrícolas produce alcohol etílico por fermentación de productos de desecho. Este etanol se destina a una producción alternativa de polietileno por deshidratación. Calcula los kg de polietileno que se obtendrán diariamente a partir de la fermentación de carbohidratos equivalentes a 1 000 kg de glucosa ($C_6H_{12}O_6$), suponiendo un rendimiento global del 60 % en la fermentación y del 40% en la polimerización.
- 5 Una planta industrial fabrica amoníaco por el procedimiento de Haber-Bosch y emplea parte de su producción en la obtención de ácido nítrico por el procedimiento de Ostwald.
 - a) Escribir, ajustadas, las reacciones químicas que tienen lugar en ambos procesos.
 - b) En la obtención de amoníaco, el rendimiento es del 98%, y en la de ácido nítrico, del 90%. ¿Qué cantidad de hidrógeno se necesita para preparar 1.000 kg de ácido nítrico? *Sol.: b) 54 kg.*
- 6 Se quieren preparar, por el método de Haber, $100 m^3$ de NH_3 , medidos en c.n. Calcular la cantidad de agua que hay que someter a electrólisis para obtener el hidrógeno que se necesita en el proceso. *Sol.: 120,6 kg.*
- 7 Se introduce en un alto horno 1 t de un mineral que contiene 45% de FeO . La combustión incompleta del coque produce CO , que actúa como reductor. a) Escribir la reacción de obtención de Fe . b) Suponiendo que el hierro contiene un 4% de C , ¿qué cantidad de fundición se ha obtenido?
Sol.: a) $FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$; b) 364 kg.
- 8 Se tratan con oxígeno, en un convertidor, 100 t de fundición que contienen: 4% de C , 0,5% de Mn y 0,5% de Si . Cuando termina el proceso, el contenido en C se ha dividido por 8; el de Mn , por 2, y el Si ha desaparecido totalmente. a) Bajo qué formas se han eliminado el Si y el Mn . b) El C se oxida a CO . ¿Qué masa de oxígeno ha sido necesaria? (*Sol.: a) en forma de óxidos; b) 4,7 t de oxígeno.*)
- 9 Contestar, razonando la respuesta, si podría obtenerse ácido sulfúrico por reacción de sulfato de sodio con ácido nítrico concentrado y caliente.
- 10 De las siguientes proposiciones, referentes al método de contacto de obtención de ácido sulfúrico, señale las que se consideren correctas:
 - a) La oxidación de SO_2 a SO_3 es una reacción exotérmica.
 - b) Por ello, el rendimiento en SO_3 es mayor al aumentar la temperatura.
 - c) Este es el motivo de que la reacción se realice a unos $400^\circ C$.
 - d) Por el contrario, al aumentar la presión disminuye el rendimiento en SO_3 , por lo que se trabaja a la presión atmosférica.
 - e) El empleo de un catalizador de platino desplaza casi totalmente el equilibrio a la formación de SO_3 . *Sol.: a, e.*
- 11 ¿Qué volumen de amoníaco, medido en c.n., se necesita para preparar, por el procedimiento de Ostwald, 10 kg de HNO_3 del 68%? El rendimiento global del proceso suponemos que es del 80%. *Sol.: $3,02 \cdot 10^3 L$*
12. En la segunda etapa del proceso de obtención industrial del ácido nítrico tiene lugar la reacción: $2 NO + O_2 \rightarrow 2 NO_2$ Sabiendo que las entalpías normales de formación del NO y del NO_2 son $+90,5$ y $+33,2$ kJ/mol,

respectivamente, calcular la entalpía de la reacción anterior y predecir a qué temperatura (alta o baja) se conseguirá el máximo rendimiento en NO_2 . Sol.: $\Delta H = -114,4 \text{ kJ}$; a temperatura baja.

- 13** Una forma de eliminar NO de las emisiones gaseosas es hacerlo reaccionar con amoníaco, de acuerdo con la siguiente reacción: $\text{NH}_3 + \text{NO} \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ a) Ajustar la reacción.
b) Calcular los gramos de amoníaco que se necesitarán para que reaccionen 16,5 moles de monóxido de nitrógeno. Sol.: a) $2 \text{ NH}_3 + 3 \text{ NO} \rightarrow 5/2 \text{ N}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$, b) 187 g.
- 14** Una incineradora industrial emite $3 \mu\text{g/s}$ de dioxinas a la atmósfera, de las cuales una quinta parte es TCDD. ¿Qué cantidad de este contaminante se emite anualmente? Sol.: 18,92 g.
- 15** ¿Qué cantidad de CaCO_3 se necesita para formar escoria en un convertidor cargado con 1 t de fundición con un contenido en Si del 2%? Sol.: 71,2 Kg.
- 17** ¿Qué cantidad de ácido sulfúrico puede obtenerse a partir de 1 t de pirita (con un contenido de 40% en FeS_2) por el método de contacto. El rendimiento global del proceso es del 90% . Sol.: 804 Kg.
- 18** Hasta la Primera Guerra Mundial, el HNO_3 se obtenía industrialmente lo mismo que en el laboratorio, es decir, a partir de nitrato de sodio (nitrato de Chile) y ácido sulfúrico concentrado y caliente. a) Escribir y ajustar la reacción (se forma bisulfato de sodio).
b) Suponiendo un rendimiento del 80% , ¿qué cantidad de nitrato de Chile se necesita para preparar 1.000 l de HNO_3 del 68% de riqueza y $d = 1,4 \text{ g/c.c.}$? (Sol.: a) $2 \text{ NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{ HNO}_3 + \text{NaHSO}_4$; b) 1.606 Kg.)
- 19** ¿Qué volumen de hidrógeno, medido en c. n., se obtiene en la descomposición de 10 m^3 de agua por el carbón al rojo? (Sol.: $1,2 \cdot 10^7 \text{ L}$)
- 20** Un procedimiento utilizado para eliminar el H_2S del gas natural es hacerlo reaccionar con SO_2 , con lo que se obtiene azufre y agua. A) Escribir y ajustar la reacción. b) Calcular la cantidad de azufre obtenido a partir de 100 m^3 de gas, medidos en C.N., con un contenido en H_2S del $1,3 \%$ en volumen. (Sol.: a) $2 \text{ H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3 \text{ S} + 2 \text{ H}_2\text{O}$ b) 2,79 Kg.)
- 21** En un convertidor industrial se oxidan $1,0 \cdot 10^4 \text{ Kg}$ de un material que contiene 15% de Cu_2S y 10% de FeS a) ¿Qué cantidad de SO_2 se obtiene? b) Para evitar que el gas se escape a la atmósfera, se le hace reaccionar con CaO . ¿Qué cantidad se necesita? (Sol.: a) $1,3 \cdot 10^3 \text{ Kg}$; b) $1,2 \cdot 10^3 \text{ Kg}$.)
- 22** El NPA es un compuesto que juega un importante papel en la formación del smog fotoquímico. Sabiendo que contiene $19,8\%$ de carbono, $2,5\%$ de hidrógeno, $66,1 \%$ de oxígeno y $11,6\%$ de nitrógeno, determina la fórmula empírica de este compuesto. (Sol: $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_5\text{N}$)
- 23** Una planta química vierte a un río, a diario, 60.000 litros de agua residual de $\text{pH} = 1$. ¿Cuánto cuesta neutralizar el agua con hidróxido de calcio, sabiendo que el precio de éste es 23 pts/Kg ? (Sol.: 5.106 pts .)
- 24.** Discútase desde el punto de vista exclusivamente termodinámico, en qué condiciones de presión y temperatura habría que realizar la síntesis del amoníaco para obtener el máximo rendimiento. ¿Por qué en la industria se emplea una temperatura de 500°C ?
- 25** En algunas fábricas de amoníaco, el N_2 y el H_2 necesarios para su síntesis se obtienen haciendo pasar sobre carbón de coque al rojo una corriente de aire y otra de vapor de agua, alternativamente, con lo que se producen las reacciones:
a) $(4\text{N}_2 + \text{O}_2) + 2 \text{ C} \rightarrow 2 \text{ CO} + 4 \text{ N}_2$
b) $\text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{C} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$
la primera exotérmica y la segunda endotérmica, con lo que es posible mantener la temperatura.
- 26.** De las siguientes proposiciones, señálense las que se consideren correctas:
a) En la síntesis de amoníaco (reacción exotérmica), el rendimiento se favorece aumentando la temperatura, por lo que se realiza a 500°C .
b) Asimismo, el rendimiento se favorece aumentando la presión.
El amoníaco puede actuar como oxidante a temperatura elevada
- 27.** En el método industrial de obtención de hidrógeno por reacción del Fe con vapor de agua recalentado se

regenera el hierro pasando por el Fe_3O_4 caliente una corriente de CO. ¿Es ésta una reacción redox? Escribir la ecuación ajustándola por el método del número de oxidación.

- 28.** En las reacciones que tienen lugar en un alto horno intervienen las siguientes sustancias: a) piedra caliza; b) coque; c) aire. Explicar qué papel juegan cada una de ellas en el proceso y escribir, ajustadas, las ecuaciones químicas correspondientes.
- 29.** La producción de ácido sulfúrico a partir de la pirita (FeS_2) tiene lugar según la siguiente serie de reacciones:
$$4 \text{FeS}_2 + 11 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{SO}_2$$
$$2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$$
$$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$$
A partir de 100 Kg de pirita, ¿cuál es la cantidad máxima de ácido sulfúrico que se podrá obtener?
- 30.** En los motores de los automóviles se produce la reacción siguiente, que provoca la contaminación atmosférica por óxidos de nitrógeno: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}$. Esta reacción tiene una constante de equilibrio a 25°C de 10^{-30} , pero a temperaturas elevadas es mucho más alta. Indicar si la reacción es exotérmica o endotérmica y estudiar el efecto de un incremento de presión sobre el equilibrio.
- 31 .** El insecticida lindano contiene C, H y CL Al quemar una muestra de 3,00 g del mismo se obtienen 2,72 g de dióxido de carbono y 0,56 g de agua. Calcular la fórmula empírica de este compuesto.
- 32 .** En los países industriales, uno de los principales contaminantes es un compuesto gaseoso formado por azufre y oxígeno. Al analizar 1,09 g de este compuesto, se ha encontrado que contiene 0,54 g de oxígeno y 0,55 g de azufre. Determinar su fórmula empírica