

COLOQUIO N° 10:

REACCIONES QUÍMICAS: RENDIMIENTO, PUREZA Y REACTIVO LÍMITE

NOTA: Los problemas con el símbolo ** están propuestos para resolver en clase.

**** PROBLEMA 1.**

Balancee y prediga los productos de las siguientes reacciones químicas. Indique si se trata de una reacción de neutralización, de precipitación o solamente de doble sustitución o metátesis:

- $\text{K}_2\text{S}_{(ac)} + \text{NiCl}_{2(ac)} \rightarrow$
- $\text{HNO}_{3(ac)} + \text{NH}_4\text{OH}_{(ac)} \rightarrow$
- $\text{CaF}_{2(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(ac)} \rightarrow$
- $\text{CaCO}_{3(s)} + \text{HCl}_{(ac)} \rightarrow$
- $\text{Ca(OH)}_{2(ac)} + \text{H}_3\text{PO}_{4(ac)} \rightarrow$
- $\text{LiCl}_{(ac)} + \text{Pb(NO}_3)_2_{(ac)} \rightarrow$
- $\text{H}_2\text{SO}_{4(ac)} + \text{KOH}_{(ac)} \rightarrow$
- $\text{CoCl}_{2(ac)} + \text{H}_2\text{S}_{(g)} \rightarrow$
- $\text{AgNO}_{3(ac)} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(ac)} \rightarrow$

**** PROBLEMA 2.**

A continuación, se describen reacciones de neutralización en solución acuosa. De cada una, escriba ecuaciones balanceadas de i) unidades formulares, ii) iónica total y iii) iónica neta:

- | | |
|---|---|
| a) ácido clorhídrico + hidróxido de calcio | f) ácido fluorhídrico + hidróxido de sodio |
| b) ácido sulfúrico + hidróxido de estroncio | g) hidróxido de plomo(II) + ácido sulfhídrico |
| c) ácido perclórico + amoníaco acuoso | h) hidróxido de magnesio + ácido fosfórico |
| d) ácido acético + hidróxido de potasio | i) hidróxido de cobre(II) + ácido nítrico |
| e) ácido sulfuroso + hidróxido de litio | |

PROBLEMA 3.

A continuación, se describen reacciones de precipitación en solución acuosa. De cada una, escriba ecuaciones balanceadas de i) unidades formulares, ii) iónica total y iii) iónica neta:

- Las películas fotográficas en blanco y negro contienen bromuro de plata, el cual puede formarse cuando reacciona bromuro de sodio con nitrato de plata.
- Cuando se toma una radiografía del tracto intestinal, se emplea sulfato de bario. Éste puede prepararse por reacción de cloruro de bario con ácido sulfúrico diluido.
- En los sistemas de purificación del agua, las pequeñas partículas sólidas pueden “atraparse” como un precipitado de hidróxido de aluminio que se hunde al fondo del tanque de sedimentación. El sulfato de aluminio reacciona con hidróxido de calcio (de la cal) para formar hidróxido de aluminio y sulfato de calcio.

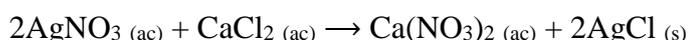
d) En su mayor parte, nuestros huesos se componen de fosfato de calcio. El cloruro de calcio reacciona con fosfato de potasio para dar fosfato de calcio y cloruro de potasio.

e) Los compuestos de mercurio son muy venenosos. El nitrato de mercurio(II) reacciona con sulfuro de sodio para dar sulfuro de mercurio(II), muy insoluble, y nitrato de potasio.

f) Los iones de cromo(III) son muy venenosos, los cuales pueden eliminarse de la solución por precipitación de hidróxido de cromo(III) muy insoluble. El cloruro de cromo(III) reacciona con hidróxido de calcio para formar hidróxido de cromo(III) y cloruro de calcio.

**** PROBLEMA 4.**

El nitrato de plata y el cloruro de calcio reaccionan en solución según la ecuación:



Suponga que mezclamos una solución que contiene 9.45 g de AgNO_3 y otra que contiene 6.30 g de CaCl_2 . ¿Qué masa (en gramos) de AgCl se forma?

PROBLEMA 5.

El hidruro de calcio reacciona con agua para formar hidróxido de calcio e hidrógeno gaseoso.

a) Escriba la ecuación química balanceada para esta reacción.

b) ¿Cuántos gramos de hidruro de calcio se necesitan para formar 4.500 g de hidrógeno?

PROBLEMA 6.

Las bolsas de aire de los automóviles se inflan cuando la azida de sodio, NaN_3 , se descompone rápidamente en sus elementos constituyentes:

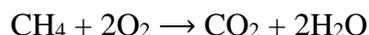
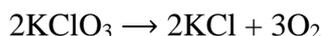
a) ¿Cuántos moles de N_2 se producen por la descomposición de 1.50 moles de NaN_3 ?

b) ¿Cuántos gramos de NaN_3 se requieren para formar 10.0 g de nitrógeno gaseoso?

c) ¿Cuántos gramos de NaN_3 se requieren para producir 0.3 m^3 de nitrógeno gaseoso, aproximadamente el volumen de una bolsa de aire de automóvil, si el gas tiene una densidad de 1.25 g/L ?

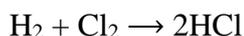
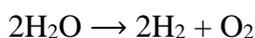
**** PROBLEMA 7.**

¿Qué masa de clorato de potasio se necesita para obtener la cantidad adecuada de oxígeno que se requiere para quemar 78.88 g de metano, CH_4 ?



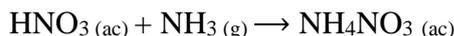
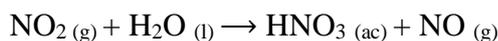
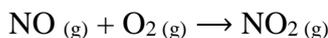
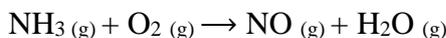
PROBLEMA 8.

El hidrógeno, que se obtiene por descomposición electrolítica de agua, se combina con cloro para dar 444.2 g de cloruro de hidrógeno. Calcule la masa de agua que se descompuso.



PROBLEMA 9.

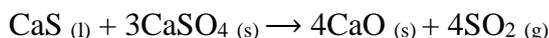
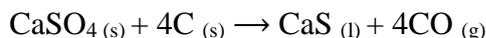
El nitrato de amonio, conocido por su uso agrícola, puede obtenerse a partir de amoníaco mediante la secuencia siguiente de reacciones:



- Balancee cada ecuación.
- ¿Cuántas moles de átomos de nitrógeno se requieren por cada mol de nitrato de amonio (NH_4NO_3)?
- ¿Cuánto amoníaco se necesita para preparar 200.0 gramos de nitrato de amonio (NH_4NO_3)?

PROBLEMA 10.

El sulfato de calcio es el componente principal del yeso y rocas sedimentarias. Los desperdicios de sulfato de calcio pueden convertirse en cal viva, CaO , por reacción con carbono a temperatura elevada. Las dos reacciones siguientes representan la secuencia de reacciones que pueden ocurrir:



¿Qué masa de dióxido de azufre (en gramos) puede obtenerse a partir de 1.500 kg de sulfato de calcio?

REACTIVO LÍMITE**** PROBLEMA 11.**

Se hacen reaccionar 15 g de NaOH con 15 g de HCl para producir agua y cloruro de sodio. ¿Cuántos gramos de NaCl se obtienen?

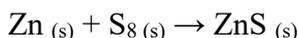
**** PROBLEMA 12.**

Se combinan 600 g de amoníaco gaseoso con 1,2 Kg de dióxido de carbono gaseoso, para obtener urea $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ y agua. Calcular:

- Masa de urea producida.
- Masa que queda sin reaccionar del reactivo en exceso

PROBLEMA 13.

¿Qué masa de sulfuro de zinc se produjo en una experiencia en el que se calentaron 7,36 g de zinc con 6,45 g de azufre? ¿Qué masa sobró, del reactivo en exceso? Considerar que estas sustancias reaccionan de acuerdo con la ecuación:



PROBLEMA 14.

Se mezclan 700 Kg de carbonato de sodio con 500 Kg de hidróxido de calcio y se conoce que reaccionan entre ellos, produciendo hidróxido de sodio y carbonato de calcio. Calcular los moles de hidróxido de sodio producidos.

**** PROBLEMA 15.**

El disulfuro de carbono reacciona con el oxígeno gaseoso, para producir dióxido de carbono y dióxido de azufre. Se mezclan 15 g de disulfuro con 35 g de oxígeno gaseoso. Calcular:

- Masa del reactivo que queda sin ser consumido
- Volumen total de los gases producidos, si se recogen a 350 °C y 1,5 atm

**** PROBLEMA 16.**

El proceso Haber es la producción de amoníaco en fase gaseosa, partiendo de nitrógeno e hidrógeno moleculares. La reacción química se lleva adelante a 200 atm y a 500 °C. Se colocan dentro de un reactor 600 Kg de nitrógeno y 150 Kg de hidrógeno. Considerando que el reactivo limitante se consume por completo, calcular la presión parcial para cada uno de los gases presentes en la mezcla final. Considerar la presencia del reactivo en exceso mezclado con el amoníaco producido.

PROBLEMA 17.

¿Qué ocurrirá si se hacen reaccionar 8.5 moles de cloro y 6.4 moles de aluminio para formar cloruro de aluminio.

- El reactivo limitante es el aluminio.
- Sobran 0.73 moles de cloro.
- Se forman como máximo 4.67 moles de cloruro de aluminio.
- Sobran 0.73 moles de aluminio.

CÁLCULOS CON RENDIMIENTO Y PUREZA**** PROBLEMA 18.**

Cierto mineral de plomo, la galena, tiene 10.0% de sulfuro de plomo, PbS, y 90.0% de impurezas en masa. ¿Qué masa de plomo hay en 110.5 g de este mineral?

PROBLEMA 19.

¿Qué masas a) de Sr y b) de N hay en 267.7 g de $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ de 88.2% de pureza? Considere que las impurezas no contienen los elementos mencionados.

PROBLEMA 20.

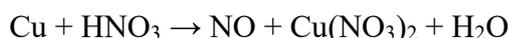
¿Qué porcentaje en masa de sulfato de cobre(II) (cúprico), CuSO_4 , hay en una muestra de sulfato cúprico pentahidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$? ¿Qué porcentaje en masa de CuSO_4 hay en una muestra que contiene 74.4% de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en masa?

**** PROBLEMA 21.**

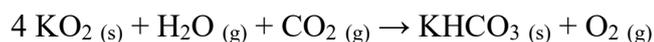
Se combinan 35 gramos de sodio metálico con 35 gramos de oxígeno. Sabiendo que se obtienen 35 gramos de óxido de sodio, determinar el rendimiento de la reacción.

**** PROBLEMA 22.**

Se ponen a reaccionar 119 g de una muestra impura de Cu con exceso de HNO₃ y se obtienen 28,8 g de H₂O con un rendimiento del 80,0 % según la reacción indicada abajo. Calcular la pureza de la muestra de Cu utilizada y la masa de NO formados.

**PROBLEMA 23.**

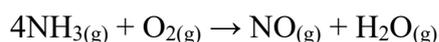
Las caretas de oxígeno para producir oxígeno en una emergencia contienen superóxido de potasio, KO₂; este compuesto reacciona con el CO₂ y el agua del aire exhalado para dar oxígeno según la reacción:



Si una persona con una de estas caretas exhala 12 L de aire por minuto y cuyo contenido en CO₂ es del 2,78% ¿Cuántos gramos de KO₂ se consumen en 5 minutos, si la temperatura y la presión del ambiente son 20°C y 750 mm Hg, respectivamente?

**** PROBLEMA 24.**

Una de las etapas en el proceso industrial de obtención del ácido nítrico es la reacción del amoníaco con el oxígeno, como se muestra:

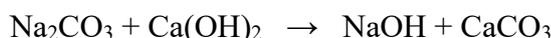


La reacción se lleva adelante a 1000°C y a 5 atm. El proceso arranca con 500 Kg de amoníaco y 350 Kg de oxígeno. Considerando que el rendimiento de la reacción es del 100%, calcular:

- Volumen del reactor.
- Masa que queda sin reaccionar del reactivo en exceso.
- Presión parcial de cada gas presente al finalizar la reacción química (considerar que $P_i = P_f$).

PROBLEMA 25.

Uno de los procesos industriales para obtener sosa cáustica emplea una disolución de carbonato de sodio al 20% en masa y densidad 1.2 g/mL, además de hidróxido de calcio (lechada de cal) en exceso. La ecuación que representa este proceso es:

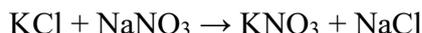


- ¿Cuál es el reactivo limitante?
- ¿Cuántos litros de disolución de NaOH (12% en masa y densidad 1.1309 g/mL) se obtienen cuando se utilizan 100 L de la disolución de carbonato de sodio?

- c) ¿Cuántos gramos de NaOH puros están contenidos en los litros de disolución de NaOH del inciso anterior?
- d) ¿Cuál es el rendimiento del proceso si solo se obtienen 20 kg de carbonato de calcio? (considere los datos del inciso “b”)

**** PROBLEMA 26.**

El nitrato de potasio usado como fertilizante se obtiene industrialmente por la reacción:

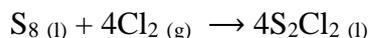


Si se agregan 80 kg de KCl sólido de 98.5% de pureza a 200L de disolución caliente de nitrato de sodio (densidad = 1.256 g/mL y 35% en masa)

- a) ¿Cuál de los reactivos es el limitante?
- b) En el proceso se separa primero una disolución concentrada de NaCl (densidad = 1.1697 y 24% en masa). ¿Cuántos litros de disolución se obtienen?
- c) ¿Cuántos gramos de NaCl puros se encuentran en el volumen del inciso anterior?
- d) Al enfriar la disolución cristalizan 75 kg de KNO₃ puro. ¿Cuál es el rendimiento del proceso?

PROBLEMA 27.

El dicloruro de diazufre, S₂Cl₂, se utiliza para vulcanizar el hule. Puede fabricarse tratando azufre fundido con cloro gaseoso:

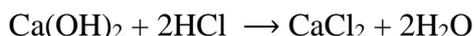


Si se comienza con una mezcla de 32.0 g de azufre y 71.0 g de Cl₂,

- a) ¿cuál es el reactivo limitante?
- b) ¿cuál es el rendimiento teórico de S₂Cl₂?
- c) ¿qué masa del reactivo en exceso permanece cuando se ha completado la reacción?

PROBLEMA 28.

La cal apagada, Ca(OH)₂, puede usarse para neutralizar salpicaduras de ácido. Una muestra de 5.57 g de Ca(OH)₂ reacciona con un exceso de ácido clorhídrico; se recuperan 7.41 g de cloruro de calcio. ¿Cuál es el rendimiento porcentual de este experimento?


PROBLEMA 29.

Cuando el clorato de potasio, KClO₃, se somete a calentamiento, se funde y se descompone dando cloruro de potasio y oxígeno diatómico.

- a) ¿Cuál es el rendimiento teórico de O₂ a partir de 5.79 g de KClO₃?
- b) Si se obtienen 1.05 g de O₂, ¿cuál es el rendimiento porcentual?

PROBLEMA 30.

Calcular la cantidad de caliza (CaCO_3 impuro) cuya pureza en carbonato de calcio es del 85.3 % que se necesita para obtener, por reacción con un exceso de HCl , 9.26 litros de CO_2 (A 25°C y 1 atm)

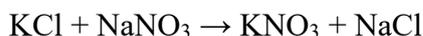
PROBLEMA 31.

Se dispone de 20 Kg de pentano (C_5H_{12}) con un 70% de pureza y se efectúa su combustión completa. Teniendo en cuenta que el rendimiento de la RQ es del 85%, calcular:

- Masa de oxígeno necesaria, para completar la reacción
- Volumen de CO_2 generado, si el mismo se recoge a 2.5 atm y 250°C
- Cantidad de moléculas de agua que se formarán

PROBLEMA 32.

Industrialmente, el nitrato de potasio se obtiene como se muestra:

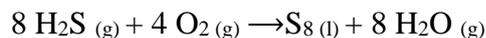


Se dispone de 80 Kg de KCl al 98,5% de pureza y de 251.2 Kg de NaNO_3 , con un 35% de pureza.

- Si se obtienen 75 Kg de KNO_3 ¿Cuál es el rendimiento de la reacción química?
- ¿Cuántos moles de NaCl se obtienen también?

PROBLEMA 33.

El sulfuro de hidrógeno es una impureza del gas natural que se debe eliminar. Un método común para eliminarlo es el llamado proceso de Claus, el cual se basa en la reacción:



En condiciones óptimas, el proceso de Claus da como rendimiento un 98% de S_8 a partir de H_2S . Si usted comienza con 30.0 gramos de H_2S y 50.0 gramos de O_2 , ¿cuántos gramos de S_8 se producirán, suponiendo un rendimiento del 98%?