

Calificación: 10 Puntos

Pregunta	1.a	1.b	1.c	2.a	2.b
Nota	1	1	1	4	3

**Problema: Producción del Ácido Nítrico.**



Figura 1: Wilhelm Ostwald.

El ácido nítrico es un ácido fuerte, importante en la producción de fertilizantes, en la síntesis orgánica y explosivos, produciéndose 30 millones de toneladas por año a nivel mundial. El proceso industrial mas frecuente para la producción del ácido nítrico está basado en la oxidación catalítica del amoniaco, proceso patentado por vez primera por el químico Wilhelm Ostwald, en 1902, galardonado con el premio Nóbel de química en 1909 por sus trabajos en catálisis, equilibrio químico y velocidades de reacción. En la figura siguiente se muestra una unidad simplificada del proceso Ostwald:

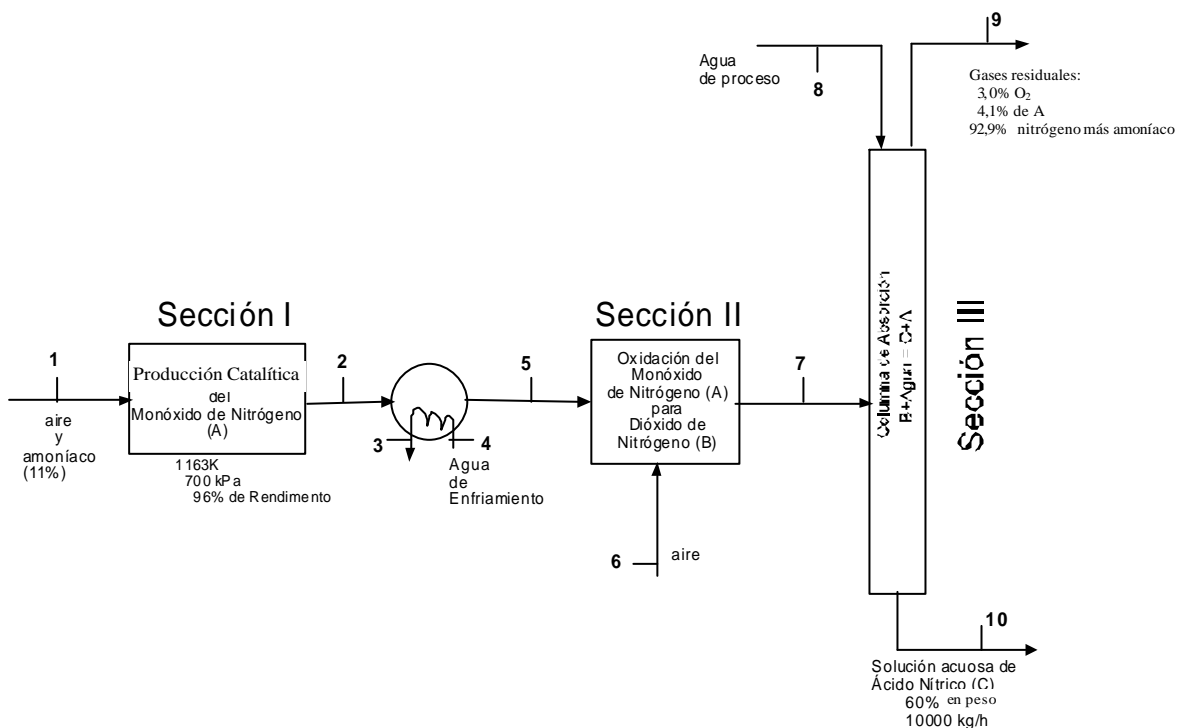
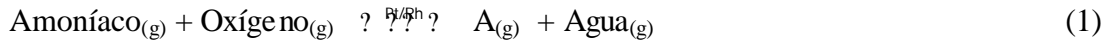


Figura 2: Diagrama simplificado para la producción del ácido nítrico por oxidación catalítica de amoniaco (proceso Ostwald).

Una mezcla gaseosa de aire y amoníaco (11% molar en amoníaco; para el aire considere que es una mezcla de gases constituido por 79% de nitrógeno y 21% oxígeno en fracciones molares) son introducidos en un reactor de oxidación catalítica, identificado como “Sección I” en el diagrama anexo (Figura 1). El reactor funciona a 1163 K y 700 kPa. El reactor tiene una malla de platino (con 10% de Rh) que es muy selectiva para la reacción de oxidación del amoniaco para obtener monóxido de nitrógeno (A), ( $\Delta H = -950$  kJ), siguiendo la reacción exotérmica:



Considere que ésta es la reacción principal y que son despreciables otras reacciones secundarias. Del total de amoniaco que alimenta el reactor, son convertidos en producto “A”, 96% de los moles que son alimentados. Los productos del reactor son luego enfriados en un intercambiador de calor con una corriente externa de agua fría quitando el calor en exceso. Los productos después del enfriamiento entran en una segunda cámara (Sección II) que funciona acoplada a una columna de absorción (Sección III). En la Sección II, el monóxido de nitrógeno (A) es oxidado totalmente a dióxido de nitrógeno (B) en exceso de aire que entra en la cámara por la corriente 6, siguiendo la reacción ( $\Delta H = -90$  kJ):



Finalmente la columna de absorción, Sección III el dióxido de nitrógeno (B) es absorbido completamente en agua produciendo ácido nítrico (C) según la reacción ( $\Delta H = -140$  kJ):



El ácido nítrico es obtenido por el fondo de la columna con una pureza de 60% en peso (corriente 10) mientras que por el tope sale una corriente de gases residuales (corriente 9) constituida por, oxígeno (3% molar), monóxido de nitrógeno (4,1% molar) y todo el amoniaco que no reaccionó más el nitrógeno (92,9 %). El componente A que sale por el tope es producido dentro de la columna; la corriente 7 no contiene nada del componente A. También por el tope entra agua de proceso (corriente 8) necesaria para absorber el componente B.

Considere que el comportamiento de los gases es ideal. Si fuera necesario, considere que las masas atómicas son: H=1, N=14, O=16. Densidad del agua =  $1000 \text{ kg/m}^3$ .  $R = 8,3144 \text{ Pa m}^3 / \text{mol K}$



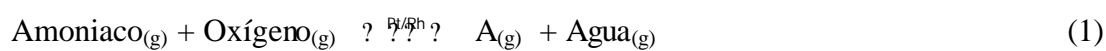
Prueba Teórica N° 6

Nombre:	Código del Alumno:
	País:

Hoja de respuestas

1) Identificar todos los componentes y balancear las reacciones del proceso:

1.a)



1.b)



1.c)



2) Calcular:

**2.a)** Calcular el número de moles totales de la mezcla de alimentación (corriente 1), que se necesitan para producir 10000 kg de ácido nítrico con 60% en peso de pureza , en 1 hora, tal como se muestra en el diagrama del proceso.

**Resultado:**

**2.b)** Calcular la cantidad total de gases residuales producidos (en moles) en la corriente 9 por cada hora de proceso.

**Resultado:**

