

Pontuação: 10 Pontos

| Pergunta | 1.a | 1.b | 1.c | 2.a | 2.b |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Valores  | 1   | 1   | 1   | 4   | 3   |

**Problema : Produção do Ácido Nítrico.**



O ácido nítrico é um ácido forte, importante na produção de fertilizantes, síntese orgânica e explosivos, produzindo-se 30 milhões de toneladas por ano, no mundo. O processo industrial mais importante para a fabricação do ácido nítrico é baseado na oxidação catalítica da amônia, processo patenteado pela primeira vez, em 1902, pelo químico Wilhelm Ostwald agraciado com o prêmio Nobel de Química em 1909 por seus trabalhos em catálise, equilíbrio químico e velocidades de reação. Na figura 2, a seguir, mostra-se uma plataforma simplificada do processo Ostwald :

Figura 1: Wihelm Ostwald.

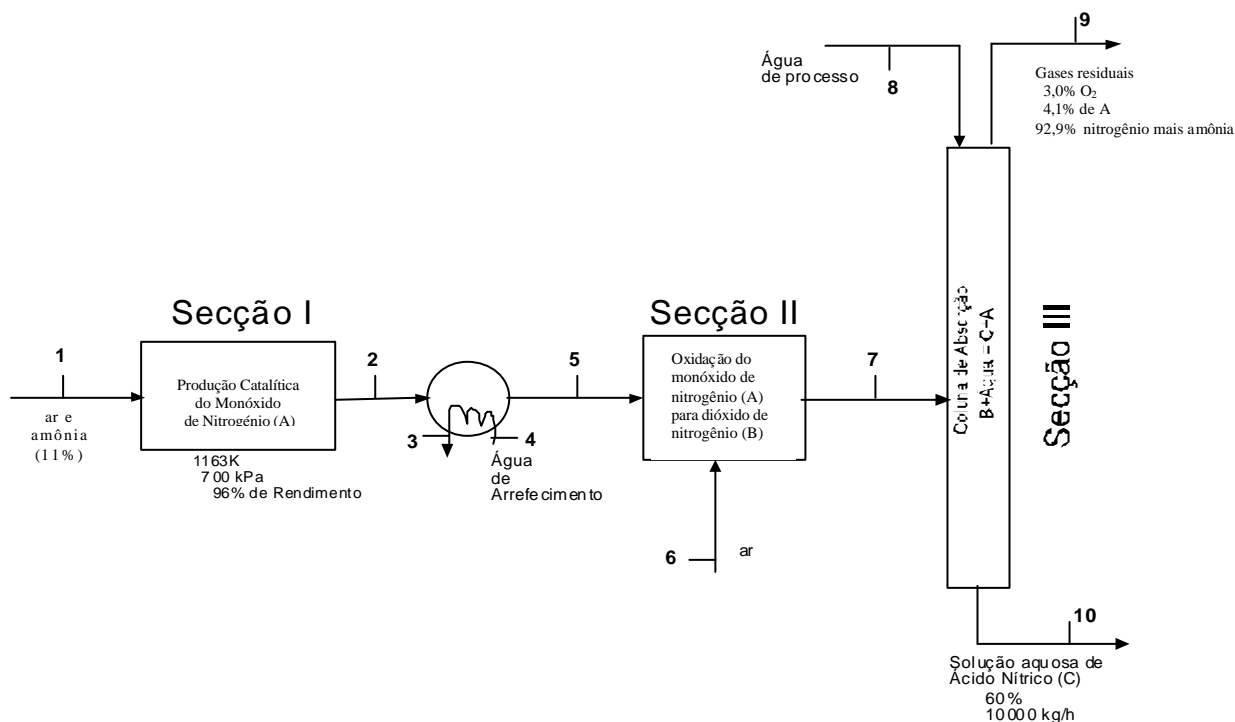
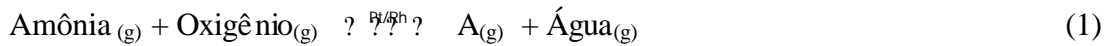


Figura 2: Diagrama simplificado para a produção de ácido nítrico por oxidação catalítica da amônia (processo Ostwald).

Uma mistura gasosa de ar e amônia (11% molar de amônia; para o ar, considere que é uma mistura de gases com 79% de nitrogênio e 21% oxigênio, em frações molares) são introduzidos no reator de oxidação catalítica, identificado como “Seção I” no diagrama anexo (Figura 1). O reator trabalha a 1163 K e 700 kPa. O reator tem uma malha de platina (com 10% de Rh) que é muito seletiva para reação de oxidação da amônia para dar monóxido de nitrogênio (A), ( $\Delta H = -950$  kJ), segundo a reação exotérmica:



Considere que esta é a reação principal e que são desprezíveis outras reações secundárias. Do total de amônia que alimenta o reator, são convertidos em produto “A”, 96% dos mols que são alimentados. Os produtos do reator são, a seguir, resfriados num trocador de calor com uma corrente externa de água fria que retira o calor em excesso. Os produtos do reator, após resfriamento, entram numa segunda câmara (Seção II) que trabalha acoplada a uma coluna de absorção (Seção III). Na Seção II, o monóxido de nitrogênio (A) é oxidado totalmente a dióxido de nitrogênio (B), em excesso de ar, que entra na câmara pela corrente 6, segundo a reação ( $\Delta H = -90$  kJ):



Finalmente, na coluna de absorção (Seção III) o dióxido de nitrogênio (B) é absorvido completamente em água produzindo ácido nítrico (C) segundo a reação ( $\Delta H = -140$  kJ):



O ácido nítrico é recolhido pelo fundo da coluna com uma pureza de 60% em peso (corrente 10), enquanto que pelo topo sai uma corrente com gases residuais (corrente 9) constituída por oxigênio (3% molar), monóxido de nitrogênio (4,1% molar) e todo o amônia que não reagiu e o nitrogênio (92,9%). O componente A que sai pelo topo é produzido dentro da coluna; a corrente 7 não contém nada do componente A. Também pelo topo entra água de processo (corrente 8) necessária para absorver o componente B.

Considere que o comportamento dos gases é ideal. Se necessitar, considere que as massas atômicas de: H=1, N=14, O=16. Densidade da água = 1000 kg/m<sup>3</sup>. R= 8,3144 Pa . m<sup>3</sup> / mol . K



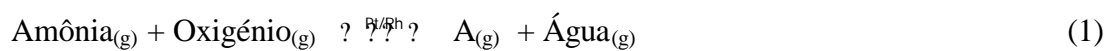
Prova de Teórica N° 6

|       |                  |
|-------|------------------|
| Nome: | Código do Aluno: |
|       | País:            |

Folha de respostas

1) Identificar todos os componentes e balancear as reações do processo:

1.a)



1.b)



1.c)



2) Calcular:

**2.a)** Calcule a quantidade de matéria, expressa em mols, da mistura de alimentação (corrente 1), necessária para produzir 10.000 kg/h de ácido nítrico com 60%, de pureza em peso, numa hora, tal como está indicado no diagrama do processo.

**Resultado:**

**2.b)** Calcular a quantidade total, em mols, de gases residuais produzidos na corrente 9 por cada hora de processo.

**Resultado:**