

Classificação: 10 Valores

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 a nível mundial. O processo industrial mais importante para o fabrico do ácido nítrico é baseado na oxidação catalítica do amoníaco, processo patenteado pela primeira vez, em 1902, pelo químico Wilhelm Ostwald galardoado com o prémio Nobel de Química em 1909 por seus trabalhos em catálise, equilíbrio químico e velocidades de reacção. Na figura 2, a seguir, mostra-se uma plataforma simplificada do processo Ostwald :

Figura 1: Wilhelm Ostwald.

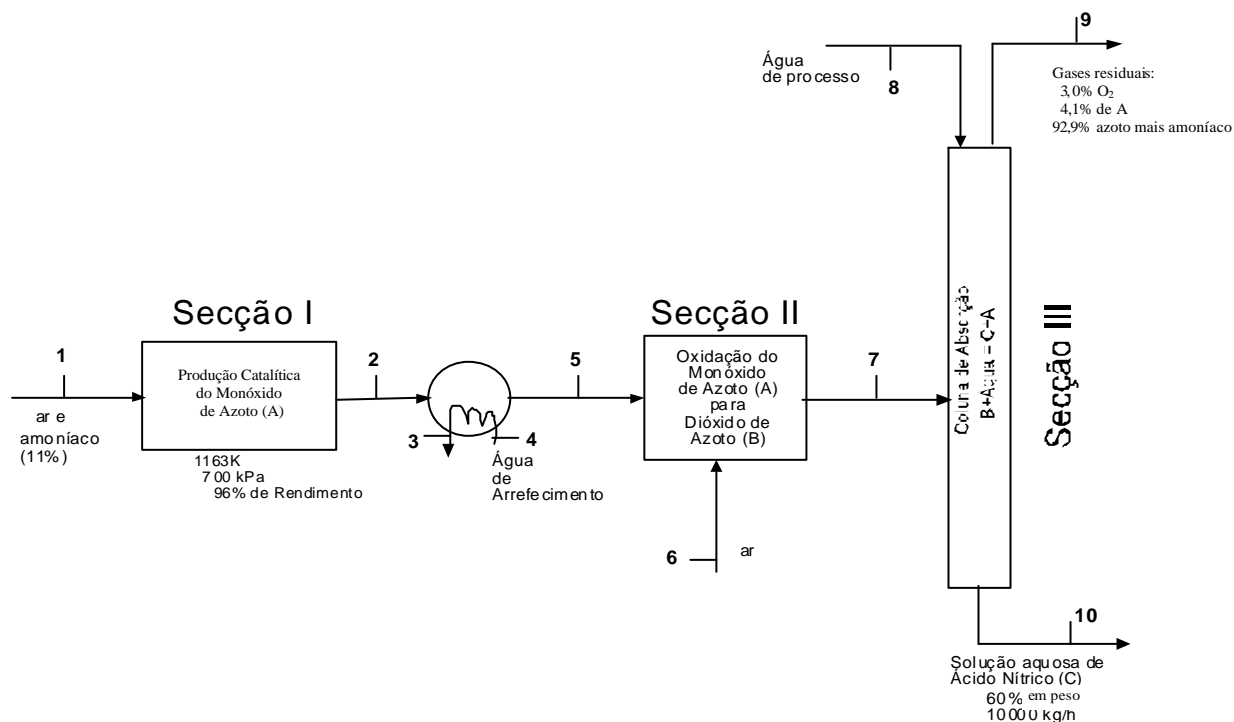
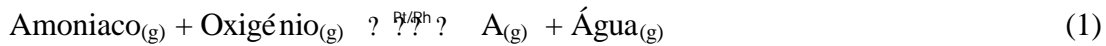


Figura 2: Diagrama simplificado para a produção de ácido nítrico por oxidação catalítica de amoníaco (processo Ostwald).

Uma mistura gasosa de ar e amoníaco (11% molar de amoníaco; para o ar considere que é uma mistura de gases com 79% de azoto e 21% oxigénio em fracções molares) são introduzidos no reactor de oxidação catalítica, identificado como “Secção I” no diagrama anexo (Figura 1). O reactor trabalha a 1163 K e 700 kPa. O reactor tem uma malha de platina (com 10% de Rh) que é muito selectiva para reacção de oxidação do amoníaco para dar monóxido de azoto (A), ($\Delta H = -950$ kJ), seguindo a reacção exotérmica:



Considere que esta é a reacção principal e que são desprezáveis outras reacções secundárias. Do total de amoníaco que alimenta o reactor, são convertidos em produto “A”, 96% dos moles que são alimentados. Os produtos do reactor são seguidamente arrefecidos num permutador de calor com uma corrente externa de água fria retirando o calor em excesso. Os produtos do reactor, após arrefecimento entram numa segunda câmara (Secção II) que trabalha acoplada a uma coluna de absorção (Secção III). Na Secção II, o monóxido de azoto (A) é oxidado totalmente a dióxido de azoto (B) em excesso de ar que entra na câmara pela corrente 6, seguindo a reacção ($\Delta H = -90$ kJ):



Finalmente na coluna de absorção, Secção III o dióxido de azoto (B) é absorvido completamente em água produzindo ácido nítrico (C) seguindo a reacção ($\Delta H = -140$ kJ):



O ácido nítrico é obtido 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 oxigénio (3% molar), monóxido de azoto (4,1% molar) e todo o amoníaco que não reagiu e o azoto (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 precisar considere que as massas atómicas de: H=1, N=14, O=16. Densidade da água = 1000 kg/m³. R= 8,3144 Pa. m³ / mol . K



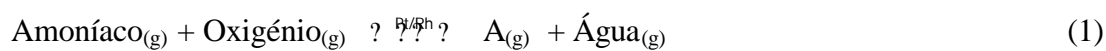
Prova Teórica N° 6

Nome:	Código do Aluno:
	País:

Folha de respostas

1) Identificar todos os componentes e acertar as reacções do processo:

1.a)



1.b)



1.c)



2) Calcular:

2.a) Calcule a quantidade de substância/matéria expressa em moles, 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 moles, de gases residuais produzidos na corrente 9 por cada hora de processo.

Resultado: