



## Programa da Unidade Curricular

Ano Lectivo: 2011-2012

**PROCESSOS DE SEPARAÇÃO I**

Curso de Licenciatura em Engenharia Química e Bioquímica

3.º ano

1.º sem

5 ECTS

Carga Horária	Horas Totais de Contacto				Docente
	T	TP	P	PL	
	30	30			<b>Paula Alexandra Geraldês Portugal</b> Professor Adjunto

**Objectivos**

Domínio dos cálculos de projecto de destiladores descontínuos, de destiladores flash, de colunas de destilação fraccionada e de colunas de absorção e desabsorção gás-líquido.

**Conteúdos Programáticos****1- Operação Unitária Destilação****1.1 – Definição de destilação e considerações gerais****1.2 – Princípio de funcionamento. Conceito de volatilidade**

- A ebulição de substâncias puras
- Princípios físico-químicos da destilação
- A ebulição de misturas
- Influência da temperatura e da pressão na ebulição de misturas
- Diagrama dos pontos de ebulição (diagramas a pressão constante e a temperatura constante)
- Misturas ideais – Lei de Raoult
- Equação de Antoine – Cálculo de pressões de avpor para misturas puras
- Misturas não ideais
- Curvas de equilíbrio líquido-vapor a pressão constante (curvas VLE)
- Obtenção de curvas VLE a partir dos diagramas de pontos de ebulição
- Curvas VLE – efeito do aumento da pressão
- Volatilidade relativa
- Relação entre volatilidade e dados VLE
- Cálculo de dados VLE utilizando dados da pressão de vapor (lei de Raoult)
- Modelo empírico para cálculos VLE para soluções não ideais



### 1.3 – Azeótropos / Misturas Azeotrópicas

### 1.4 - Processos de destilação

#### 1.4.1– Destilação diferencial (ou simples)

- Técnica da destilação simples
- Dinâmica da destilação simples
- Equação de Rayleigh

#### 1.4.2– Destilação “flash” ou instantânea

- Técnica da destilação “flash”
- Linha operatória e representação gráfica
- Cálculos de operação quando os dados VLE são fornecidos sob a forma de volatilidade relativa constante
- Análise da influência da fracção de vaporização na linha operatória
- Destiladores “flash” em cascata

#### 1.4.3– Destilação fraccionada contínua

- Técnica da destilação fraccionada contínua
- Contacto vapor-líquido – Transferência de massa entre fases
- Exemplo de simulação do escoamento nos tabuleiros por CFD (Computational Fluid Dynamics)
- Exemplos de aplicação industrial
- Equipamento utilizado – tipos de colunas – “internals” ( pratos, enchimentos, redistribuidores, etc...)- Condensadores de topo - Revaporizadores
- Características da operação de colunas de destilação
  - Correntes de alimentação
  - A operação destilação. Fraccionamento, andares de equilíbrio e andares não ideais
  - Correntes de saída. Produto de base, produto de topo, refluxo e razão de refluxo
- Projecto de colunas de destilação bicomponente
  - Descrição do processo
  - Modelização de um andar de equilíbrio. Balanços mássicos e térmicos. Simplificações
  - Determinação do número de andares teóricos utilizando o método analítico de Lewis-Sorel
  - Determinação do número de andares teóricos utilizando o método gráfico de McCabe e Thiele. Linhas operatórias superior e inferior
  - Tipos de alimentação e desenvolvimento da linha dos qq's
  - Relação entre razão de refluxo e o número de andares. Razão de refluxo mínima e número de andares mínimo
  - Projecto de colunas de rectificação
  - Projecto de colunas de esgotamento
  - Projecto de Colunas com condensador parcial
  - Projecto de Colunas com sangrias
  - Projecto de Colunas com alimentações múltiplas

FAP





## **2 - Operação Unitária de Absorção Gás-Líquido**

### **2.1 – Objectivos desta operação e exemplos de aplicação industrial**

### **2.2 – Absorção e reacção química**

### **2.3 – Absorção e energia**

### **2.4 – Considerações preliminares de projecto**

- Métodos de operação – co-corrente e contra-corrente
- Transferência de massa na operação em contra-corrente
- Equipamento utilizado

### **2.5 – Estática da absorção**

- Curva de equilíbrio
- Dados de equilíbrio – Solubilidades – Coeficientes empíricos de distribuição

### **2.6 – Cinética da absorção**

- Transferência de de massa no seio de uma fase (coeficiente de transferência de massa).
- Transferência de massa entre fases
  - Teoria dos dois filmes
  - Teoria dos dois filmes e curvas de equilíbrio expressas em fracções molares
  - Teoria dos dois filmes e curvas de equilíbrio expressas em concentrações e pressões parciais
  - Coeficientes globais de transferência de massa
  - Utilização dos coeficientes globais
  - Coeficientes globais para "driving-forces" expressas em pressões e concentrações

### **2.7 – Cálculo dos caudais operatórios**

- Definição de caudais e fracções molares isentas de soluto
- Absorção em contracorrente – Método gráfico
- cálculo do caudal de líquido a utilizar e do teor de soluto no líquido à saída da coluna
- "Stripping" em contracorrente – Método gráfico
- Cálculo do caudal de gás a utilizar e do teor de soluto no gás à saída da coluna

### **2.8 – Características do escoamento**

- Perdas de carga para o escoamento em contra-corrente
- Ponto de carga
- Ponto de inundação e velocidade de inundação

### **2.9 – Determinação do diâmetro da coluna**

- Utilização do gráfico de Eckert para estimativa da velocidade de operação óptima
- Processo iterativo, dependente do factor de enchimento da perda de carga admitida



## 2.10 – Determinação da altura da coluna

– Cálculo da altura de enchimento. Cálculo de HTU e NTU

### Método de Avaliação

A avaliação processa-se da forma habitual por meio de frequência e exames.

### Bibliografia

- Foust, A.; "PRINCIPLES OF UNIT OPERATIONS"; John Wiley & Sons (1980)  
Rose, L.; "DISTILLATION DESIGN IN PRACTICE"; Elsevier (1985)  
Perry, J.; "CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK"; McGraw-Hill Book Company (1998)  
Coulson, J.; Richardson, R.; "TECNOLOGIA QUÍMICA", Fundação Calouste Gulbenkian (1980)

Tomar, 21 de Setembro de 2011

A Docente,

Paulo Alexandre Gerardo Pitegaf