

**Operazioni Unitarie e Reattori Chimici**  
**Prova scritta del 18.9.2015**

**Problema No. 1**

Una corrente di 1335 kmol/h al 25% molare di metanolo in acqua in condizioni di liquido bollente deve essere frazionata a pressione atmosferica per ottenere un distillato e un residuo contenenti rispettivamente il 98% e il 2% di alcool. A questo scopo è disponibile una colonna costituita da 10 piatti più il ribollitore nella quale l'efficienza globale dei piatti dipende dalla portata di vapore come da figura allegata. Tale efficienza deve intendersi come rapporto fra il numero dei piatti ideali e il numero dei piatti reali necessari per effettuare l'operazione (escluso il ribollitore). Determinare se la colonna disponibile è adatta per la separazione richiesta e, in caso affermativo, con quale rapporto di riflusso.

Il problema va risolto per tentativi. Per  $V=800$  kmol/h si ha: Efficienza=0,89;  $R=1,5$ ;  $N=11$  piatti teorici più il ribollitore (corrispondenti a 12,4 piatti reali più il ribollitore). Per  $V=960$  kmol/h si ha: Efficienza=0,835;  $R=2$ ;  $N=8$  piatti teorici più il ribollitore (corrispondenti a 9,6 piatti reali più il ribollitore). Quindi la colonna disponibile può essere utilizzata con  $R$  circa uguale a 2.

**Problema No. 2**

In un reattore a letto fisso, di altezza  $H=0.475$  m ed area della sezione trasversale  $A=4.5 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>, sono posti 3.6 kg di particelle di vetro aventi densità di particella pari a 2590 kg m<sup>-3</sup>. Il letto è percorso da un fluido di viscosità  $\mu=10^{-3}$  Pa·s. Sono disponibili i dati sperimentali riportati in tabella, dove  $Q$  è la portata di fluido, e  $|\Delta P|$  le perdite di carico misurate tra monte e valle del letto fisso.

| $Q, \text{m}^3 \text{s}^{-1}$ | $ \Delta P , \text{Pa}$ |
|-------------------------------|-------------------------|
| $3.3 \times 10^{-6}$          | 734                     |
| $6.7 \times 10^{-6}$          | 1600                    |
| $8.3 \times 10^{-6}$          | 1935                    |
| $1.2 \times 10^{-5}$          | 2735                    |
| $1.7 \times 10^{-5}$          | 3936                    |
| $2.0 \times 10^{-5}$          | 4870                    |

Dopo aver verificato che si può assumere la relazione semplificata di Ergun valida per moto laminare (dove  $\varepsilon$  è il grado di vuoto del letto, e  $u$  la velocità superficiale del fluido):

$$\frac{|\Delta P|}{H} = \frac{150(1 - \varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \frac{\mu}{d^2} u$$

calcolare il valore del diametro  $d$  delle particelle.

Dai dati assegnati, è possibile calcolare il grado di vuoto del letto ( $\varepsilon=0.35$ ). E' possibile inoltre trasformare ciascun valore di portata ( $Q$ ) in velocità superficiale ( $u$ ). Si verifica che la pendenza media della retta  $|\Delta P|(u)$  vale  $2.2 \times 10^6$  Pa s, da cui  $d=920$   $\mu\text{m}$ .