

ASSORBIMENTO DI GAS

-) Una delle più importanti operazioni unitarie
-) Uno o più componenti vengono rimossi da una corrente gassosa attraverso il contatto con una corrente di ^{un} appropriato liquido
(Esempi: CO_2 o H_2S con etanolammine; NH_3 con H_2O ; olii carbonici per rimuovere benzene)
-) la scelta del solvente è critica per il buon funzionamento dell'operazione. Alcuni dei criteri che possono essere seguiti sono:

i) Solubilità del Gas

Il componente gassoso deve avere una buona solubilità. L'occorrenza di una reazione chimica può migliorare la solubilità del gas (CO_2 in etanolammine).

ii) Facile desorbimento del Gas

In generale si vuole recuperare e riciclare il solvente, quindi il ~~gas~~ componente gassoso deve essere anche facilmente desorbito. (H_2S in soda no perché la reazione è irreversibile, H_2S in etanolammine sì perché per

riscaldamento si può desorbire l' H_2S). (2)

iii) Bassa Volatilità del Solvente

Il solvente deve avere una bassa tensione di vapore per ridurre la perdita dello corrente gassoso.

iv) Solvente Poco Corrosivo

Per ridurre i costi dell'apparecchiatura

v) Costo del Solvente

vi) Viscosità

La viscosità del solvente deve essere moderata per contenere le perdite di carico e ridurre i pericoli di "flooding"

vii) Il solvente non deve essere tossico, infiammabile o chimicamente instabile.

Tipi di Colonna

a) Colonne a riempimento

Sono le colonne più diffuse; sono relativamente economiche; offrono un'elevata area superficiale di scambio; Molto critica è l'efficienza della distribuzione della fase liquida.

b) Colonne a Piatti

13

Permettono di impiegare portate gassose e liquide maggiori di quelle consentite dalle colonne a riempimento

c) Colonne a Piatti Forati

Sono più economiche di quelle a piatte campanelle. Presentano un migliore "contatto" tra le 2 fasi. Richiedono una velocità minima della fase gassosa per evitare che il liquido ricada dai fori.

d) Colonne A Spruzzo

Usate per l'essiccamento di sospensioni di solido.

TRASFERIMENTO DI UN SOLO

14

COMPONENTE: Bilancio Materiale

Ipotesi:

- i) la fase gassosa è costituita da: un gas inerte (insolubile) e dal componente gassoso che vogliamo recuperare
- ii) il solvente non è volatile
- iii) la colonna opera in condizioni isoterme

Note: dalle ipotesi ii) e i) segue che le portate di solvente e di inerte sono costanti lungo la colonna!

Notazione:

G	portata ^{specific} gassosa totale	$\left(\frac{\text{moli}}{\text{h} \cdot \text{m}^2} \right)$
G_{in}	" " dell'inerte	$\left(\frac{\text{moli}}{\text{h} \cdot \text{m}^2} \right)$
L	portata specifica liquida totale	$\left(\frac{\text{moli}}{\text{h} \cdot \text{m}^2} \right)$
L_s	" " del solvente	$(\quad)$
Y	$\frac{\text{moli soluto in fase gassosa}}{\text{moli inerte}}$	

X

$$\frac{\text{moli soluto in fase liquida}}{\text{moli solvente}}$$

15

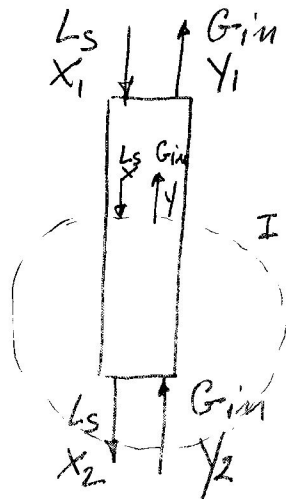
È evidente che:

$$Y = \frac{y_0}{1-y_0} ; X = \frac{n_{01}}{1-n_{01}}$$

$$L = \frac{L_s}{1-n_{01}} ; G = \frac{G_{in}}{1-y_0}$$

L_s e G_{in} sono costanti lungo la colonna.

Flusso Controcorrente



Da un bilancio materiale scritto per il volume di controllo I segue:

$$L_s (X_2 - X) = G_{in} (Y_2 - Y) \quad (1)$$

Nota: Considerando un processo di assorbimento segue! 16

$$x_2 > x \text{ e } y < y_2 !$$

L'equazione (1) può anche essere riscritta come:

$$\left\{ L_s \left(\frac{v_{02}}{1-v_{02}} - \frac{v_0}{1-v_0} \right) = G_{in} \left(\frac{y_2}{1-y_2} - \frac{y}{1-y} \right) \right\} \quad (2)$$

o:

$$\left\{ y - y_2 = \frac{L_s}{G_{in}} (x - x_2) \right\} \quad (3)$$

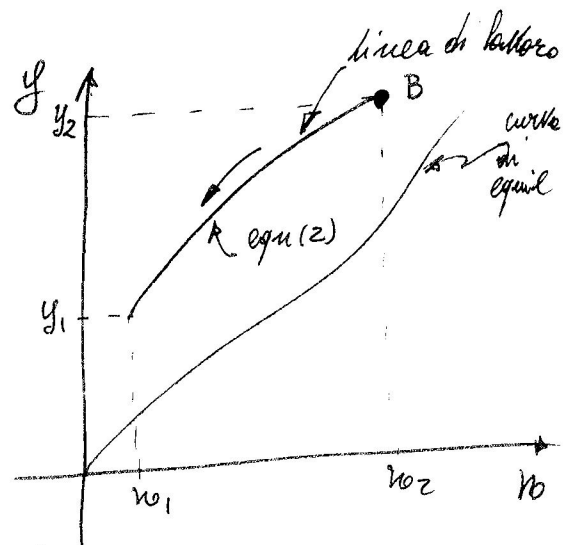
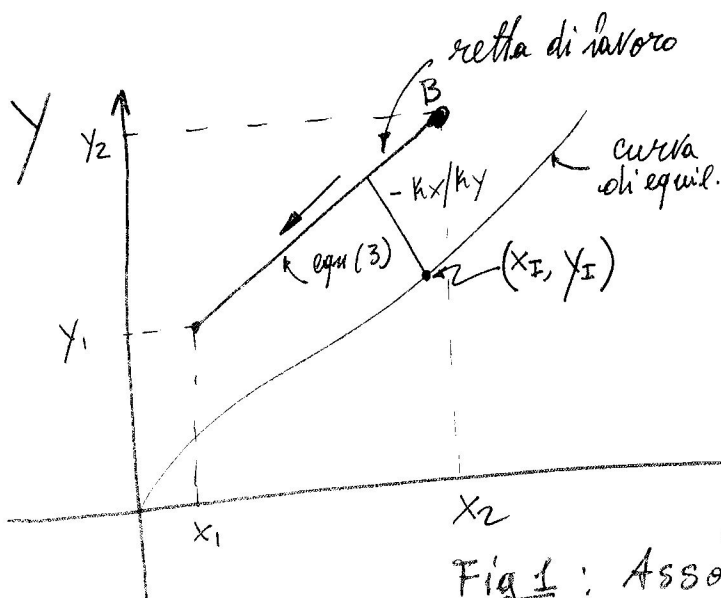


Fig 1: Assorbimento

Nota Nel piano (X, Y) la linea di lavoro è una retta.

Le eqns (2) e (3) rappresentano la linea di lavoro nei piani (n, y) e (x, y) rispettivamente (7)

Nota che per un processo di assorbimento la linea di lavoro è sempre al di sopra di quella di equilibrio.

Nel processo di desorbimento si ha l'opposto

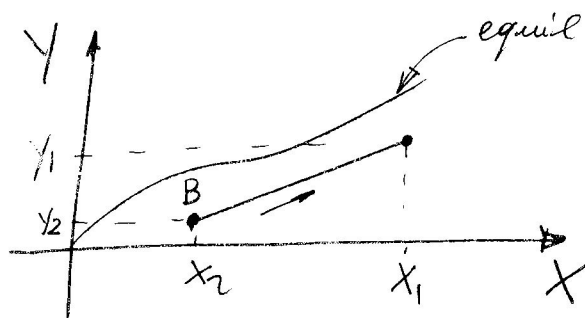
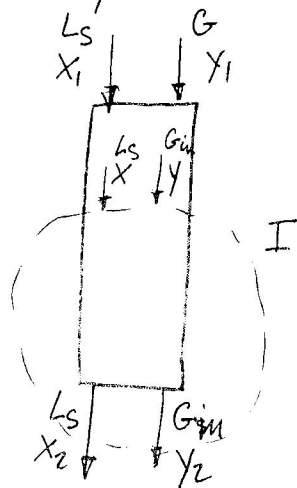


Fig. 2 Desorbimento.

Flusso Equicorrente



Dal bilancio materiale intorno ad I si ottiene.

$$L_s (x - x_2) = G_{in} (y_2 - y) \quad (4)$$

0

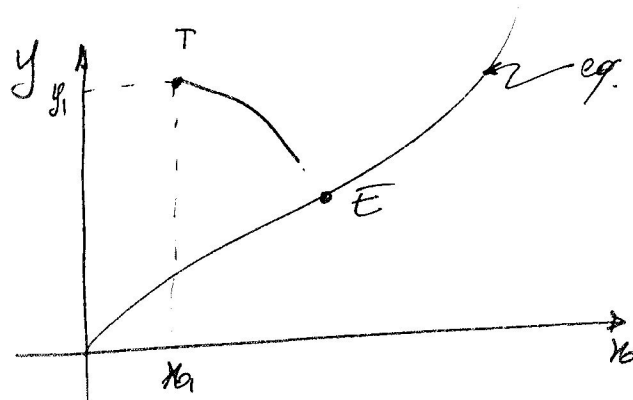
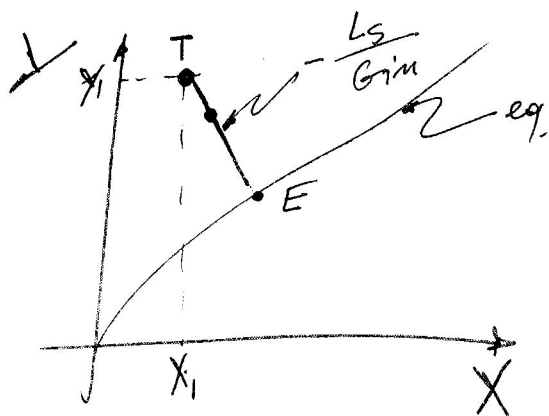
68

$$\left\{ y - y_2 = - \frac{L_s}{G_{in}} (x - x_2) \right\} \quad (5)$$

0

$$\left\{ \frac{y}{1-y} - \frac{y_2}{1-y_2} = - \frac{L_s}{G_{in}} \left(\frac{v_0}{1-v_0} - \frac{v_{02}}{1-v_{02}} \right) \right\} \quad (6)$$

(5) e (6) rappresentano le equazioni delle linee di lavoro nei piani (X, y) e (v_0, y) . Nel piano (X, y) la (5) è l'equazione di una retta.



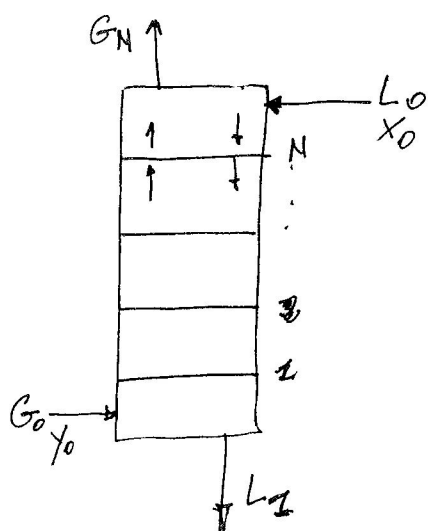
E: rappresenta il punto limite corrispondente ad una colonna di lunghezza infinita che comporta:

$$y_2 = \text{eq}(x_2) !!$$

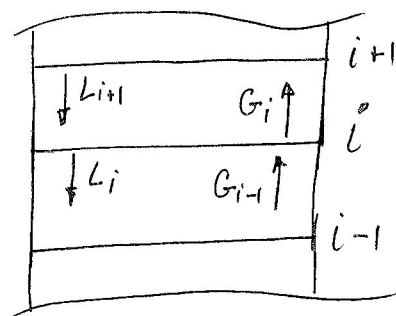
~~Nota Colburn suggerisce di scegliere un G/L tale che~~

~~$$0.5 \leq m G/L \leq 0.9$$~~

Assorbimento in una Colonna a Piatti



Si assume che ogni piatto si comporti come uno stadio di equilibrio ideale: le correnti che lasciano il piatto sono in equilibrio:



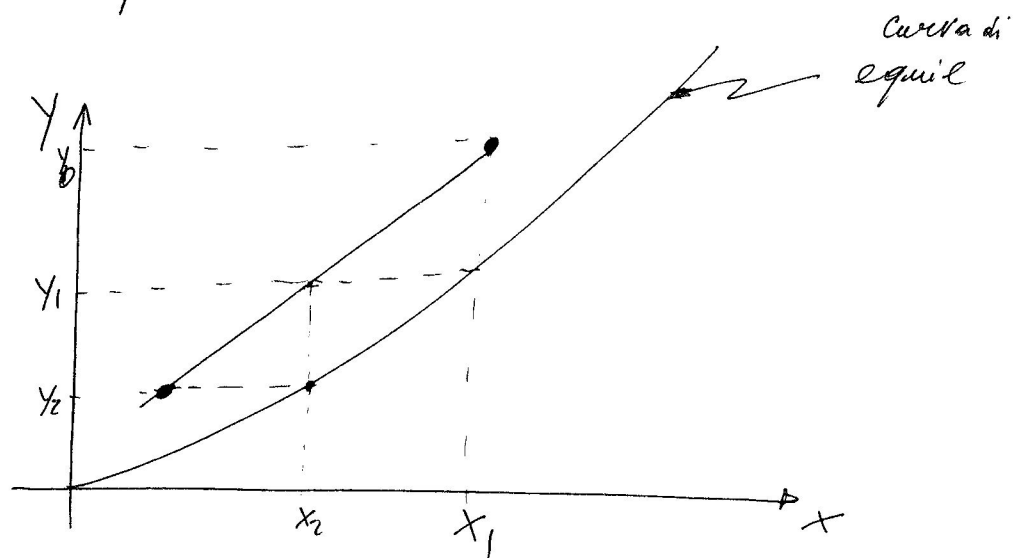
$$y_i = eq(x_{oi}) !$$

Il problema in questo caso è il calcolo del numero ϕ degli stadi.

Si possono seguire due strade:

- i) Grafica
- ii) analitica.

i) Metodo Grafico



ii) Metodo analitico

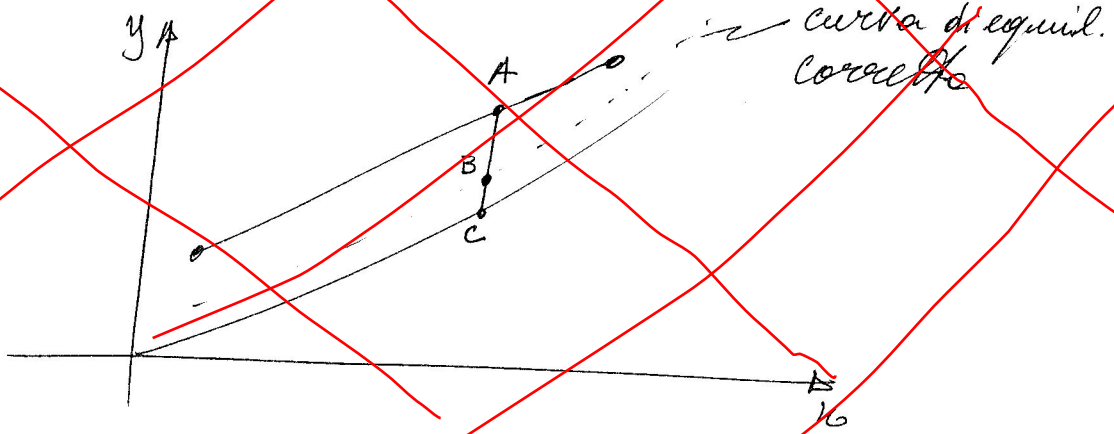
(Miscele diluite, equilibrio descritto dalla legge di Henry)

$$N = \frac{Y_0 - m X_0}{Y_N - m X_0} \left(1 - \frac{1}{A} \right) + \frac{1}{A}$$
$$\ln A$$

$$A = L/mG$$

$\left(\frac{mG}{L} \right)$ è chiamato fattore di stripping

Uso dell'efficienza di Murphree:



$$AB = AC \cdot E_{MV}$$

DIMENSIONAMENTO DEL DIAMETRO DI UNA COLONNA

a) Colonne a Piatti

Occorre cercare di operare alle più alte portate specifiche di gas per ottimizzare l'efficienza di contatto realizzata nel piatto.

Occorre evitare comunque il trasciamento della fase liquida nella corrente gassosa.

La velocità della fase gassosa a cui si ha un incipiente trasciamento della fase liquida è:

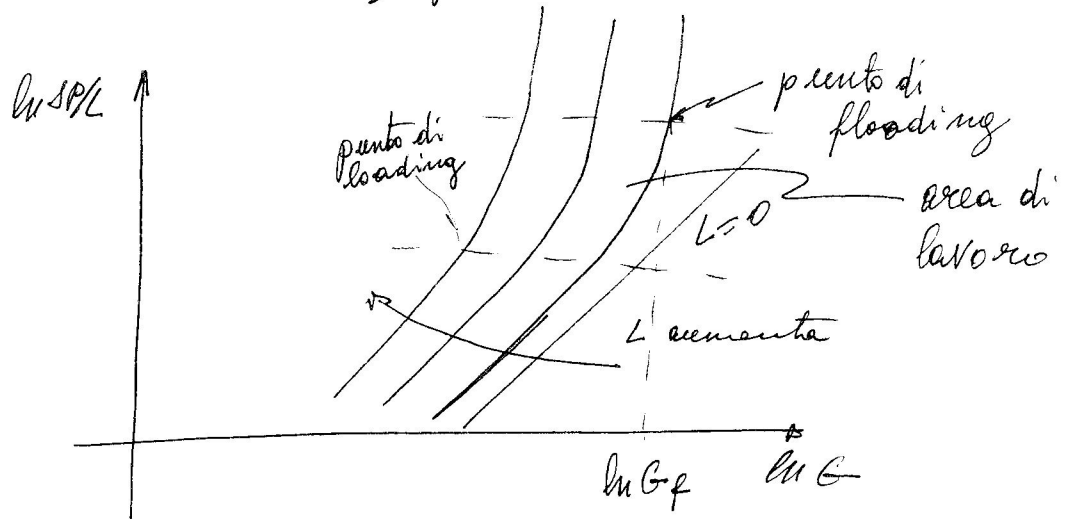
$$v_M = K_V \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_G}{\rho_G}}$$

$K_V = f$ (distanza tra i piatti; hold up di liquido)

b) Colonne a Riempimento

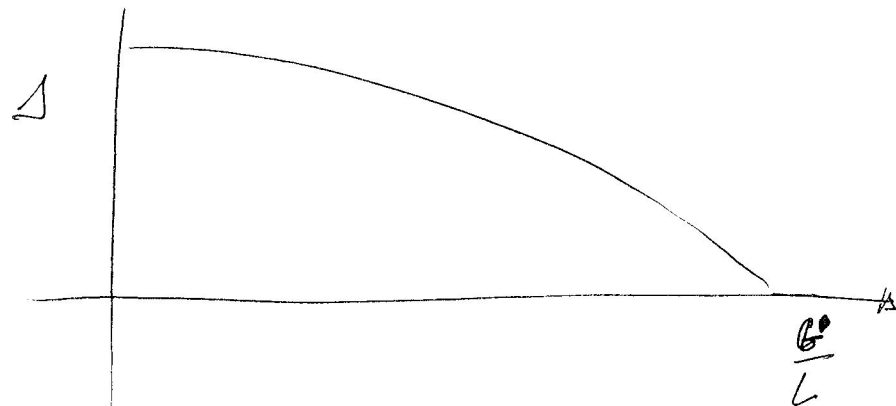
Il problema di ingorgo si ripresenta

Il comportamento fluidodinamico di una colonna a riempimento è generalmente rappresentato nel piano $(\ln G, \ln SP/L)$ per diversi valori di L



G_f : portata di flooding.

Per calcolare G_f si fa esperimento ~~alla~~
al "master plot" (Figura master)



$\Delta \propto G_f$

In genere sono assegnati:

x_1, y_1, y_2 e G_{TOT}

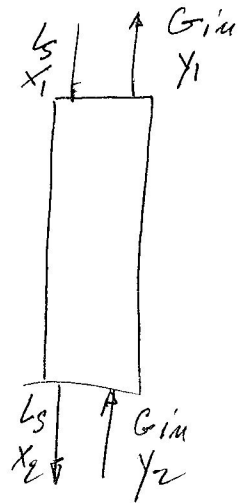
Si vuole calcolare:

x_2, L, ϕ_c e z_c o N_{stadi}

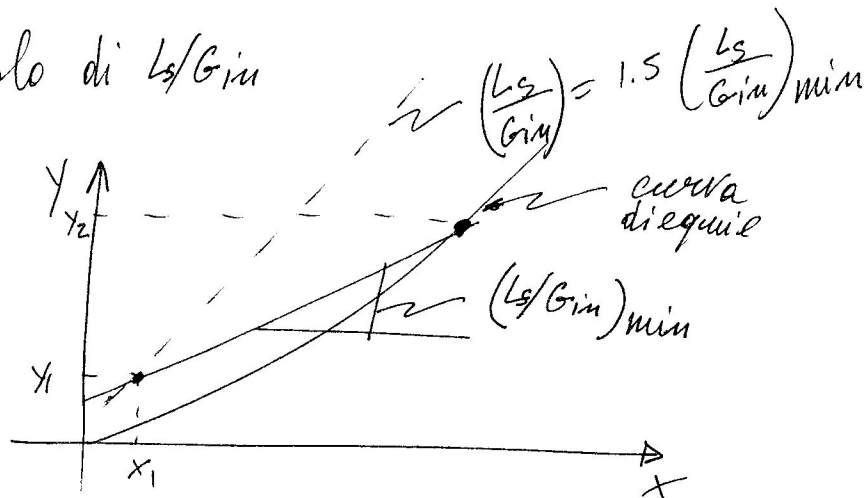
ϕ_c : diametro colonna

z_c : altezza riempimento

G_{TOT} : portata totale di Gas (kg/hr)



i) calcolo di L_s/G_{in}



si valuta

$(L_s/G_{in})_{min}$

dall'intersezione della curva di lavoro con quella di equilibrio. Si sceglie un rapporto (L_s/G_{in}) pari a 1.5 il valore minimo!

ii) Dalla condizione di flooding si ricava un G_f . Si opera quindi con:

$$G = 0.6 - 0.7 G_f.$$

iii) Da G_{tot} e G si ricava ϕ_c

$$\phi_c = \sqrt{\frac{G_{tot}}{G \pi/4}}$$

iv) Da $1/G_{in}$ e G si ricava L_s

v) Da un bilancio materiale si ricava x_2

vi) Per integrazione (o costruzione grafica) si calcolano Z_c (o N^o di Stadi)