

APELLIDO(s), Nombre(s)	Padrón	Tema

Reglamento:

- Horario: 18:30 a 21:30 hs.
- El alumno deberá permanecer con la cámara encendida.
- Las consultas se pueden realizar por chat o por micrófono (estará habilitado durante el horario del examen). Por favor, dejar apagado el micrófono durante la realización del examen.
- Al finalizar el horario, el alumno deberá subir al campus las hojas del examen. También deberá enviarlas por mail a la dirección: congonzalez@yahoo.com y julietamedina2002@yahoo.com.ar.
- No se aceptan exámenes luego del horario de finalización.
- Se deberán entregar los archivos ejecutables nativos junto con PDFs, en caso de usar recursos adicionales.

Enunciado:

Se quieren separar los compuestos *A* y *B*, pues tienen un altísimo valor de mercado en concentraciones elevadas. Aprovechando el excelente pasar económico de la empresa, se decide aprovechar la ocasión para revampear la planta. Se contrata a una empresa de ingeniería para que realice el diseño del nuevo proceso. Fortuitamente, esta empresa entra en concurso de acreedores y decide unilateralmente suspender la entrega de los documentos. Se pudo rescatar el esquema de separación propuesto. Los equipos rojos son nuevos y los azules son existentes.

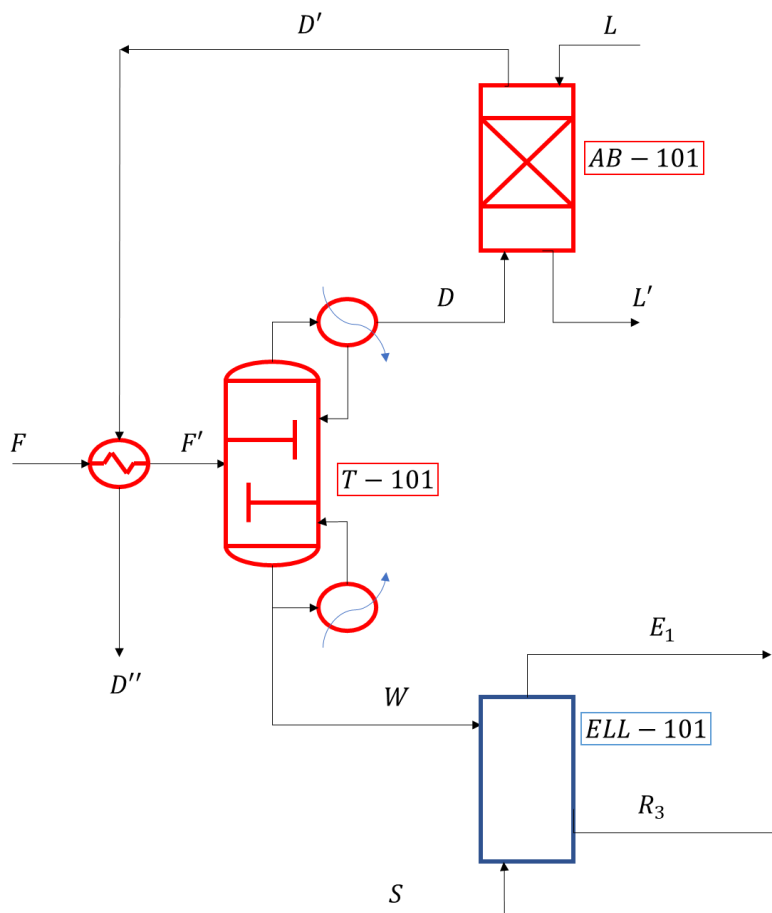


Figura i. Nuevo esquema de separación propuesto.

APELLIDO(s), Nombre(s)	Padrón	Tema

La alimentación F ingresa al sistema a una presión de $P_F = 1200$ mmHg y $T_F = 100^\circ\text{C}$. Para aprovechar la posibilidad de realizar integraciones energéticas, intercambia calor previo ingreso a la torre, saliendo del intercambiador a 80°C , con un valor de $q = -1.34$. La corriente D' experimenta un cambio de temperatura de 34°C .

La **Torre T-101** es una torre de destilación con platos de eficiencia global cuyo valor es 0.7. Cuenta con condensador parcial y reboiler y es utilizada para una primera separación *grosera*. Dentro de la misma, el valor de volatilidades relativas es $\alpha_{AB} = 3.19$. Asimismo, opera isobáricamente.

El equipo **AB-101** es una columna absorbadora que opera contracorriente con Anillos Raschig 1" ($C_f = 255, a = 190 \text{ m}^2/\text{m}^3$). Se elige esta tecnología porque se sabe que opera bien en altas concentraciones del compuesto A. La salida de la torre D se la hace contactar con la corriente L , que ingresa pura al equipo. A la salida de esta operación unitaria se consiguen concentraciones del 99% mol/mol del compuesto A. La torre trabajará isotérmicamente. En esas condiciones se obtiene un coeficiente de transferencia de materia de $K_y = 0.16 \frac{\text{kmol}}{\text{hm}^2}$.

El equipo existente **ELL-101** es una columna de extracción líquido-líquido que también opera contracorriente con 3 etapas de separación. Esta tecnología es económicamente más rentable al usar concentraciones elevadas de B. Trabaja isotérmicamente.

Se encontraron en una simulación los siguientes caudales, expresados en $[\text{kmol}/\text{h}]$:

Caudal	Caudal Parcial				Caudal Total
	Sustancia A [kmol/h]	Sustancia B [kmol/h]	Sustancia C [kmol/h]	Sustancia S [kmol/h]	
F	$500 + \frac{2 \times \# \text{padrón}}{101700}$	$300 \left(1.2 - \frac{\# \text{padrón}}{505203} \right)$	0	0	
D			0	0	
W			0	0	
D'				0	
D''				0	
L	0	0	$225 + 5 \times \frac{\# \text{padrón}}{100000}$	0	
L'				0	250

Tabla I. Caudales obtenidos por la simulación

También se encontró la aclaración en una memoria de cálculo que rezaba "Se deberá suponer solución diluida cuando la variación en los caudales sea menor al 10% m/m y las composiciones menores de la sustancia a que se transfiere menores al 10 % mol/mol."

Se conocen las siguientes propiedades termodinámicas de las sustancias involucradas:

Sustancia	M_r [kg/kmol]	α_i [N/A]	β_i [°C]	γ_i [°C]	C_p^G [kJ/kmol°C]
A	72	6,876	1075,78	233,21	128,376
B	92	7,118	1244,8	219,48	138,092
C	93	7,242	1675,3	200,01	163,308
S	120	6,94	1460,8	207,78	219,360

Tabla II. Propiedades Termodinámicas

APELLIDO(s), Nombre(s)	Padrón	Tema

La ecuación de Antoine que se usará es la siguiente:

$$\log(P_i^{sat}) = \alpha_i - \frac{\beta_i}{T + \gamma_i} \quad [P_i^{sat}] = \text{mmHg} \quad [T] = ^\circ\text{C}$$

Se conocen las siguientes propiedades cinéticas de las sustancias involucradas:

Sustancia	ρ_i^L [kg/m ³]	μ_i^L [cP = 0.001 Pa.s]	σ_i [dyn/cm]
A	594	0,19	13,44
B	763	0,448	25,82
C	853	2,520	41,29
S	723	0,589	25,81

Tabla III. Propiedades Cinéticas.

El equilibrio líquido-líquido de la mezcla ABS puede modelarse por la siguiente tabla:

Concentración de Equilibrio en el REFINADO		Concentración de Equilibrio en el EXTRACTO	
A [% m/m]	S [% m/m]	A [% m/m]	S [% m/m]
0	3.5	0	92.6
4.8	4.2	3.2	88.5
9.4	5	6	86.0
13.5	6	9.5	82.2
16.6	6.2	12.8	78

Tabla IV. Equilibrio Líquido-Líquido de la mezcla A-B-S

Se deberá

- I. Resolver el balance de materia de todo el sistema, completando la tabla con los caudales parciales y totales de todas las corrientes.
- II. Determinar el número de etapas requeridas para obtener en el refinado una concentración del 2% m/m de A, utilizando 45.000 kg/h de Solvente puro.
- III. Indicar las cantidades de Extracto y Refinado a la salida del extractor.
- IV. Indicar cómo calcularía el caudal de solvente mínimo para el equipo en las condiciones de operación.

TEMA A (Torre Absorbedora AB-101)

Debe ser realizado por alumnos con **padrón finalizado en número par**

Calcular:

- V. La temperatura a la que trabaja la columna AB-101.
- VI. La altura de relleno necesaria para la columna AB-101 (usando un factor de seguridad del 80% respecto del caudal de inundación).

TEMA B (Columna de destilación T-101)

Debe ser realizado por alumnos con **padrón finalizado en número impar**.

Calcular

- V. El número de etapas de equilibrio de la torre T-101 para un reflujo externo operativo de 1.5 veces el mínimo.
- VI. El área neta de un plato que satisfaga la hidráulica de la columna de destilación (usando un factor de seguridad máximo del 80% respecto del caudal de inundación).

APELLIDO(s), Nombre(s)	Padrón	Tema

Gráficos Auxiliares

- Gráfico de Souder-Brown. Usar las tensiones superficiales en $[dyn/cm]$.

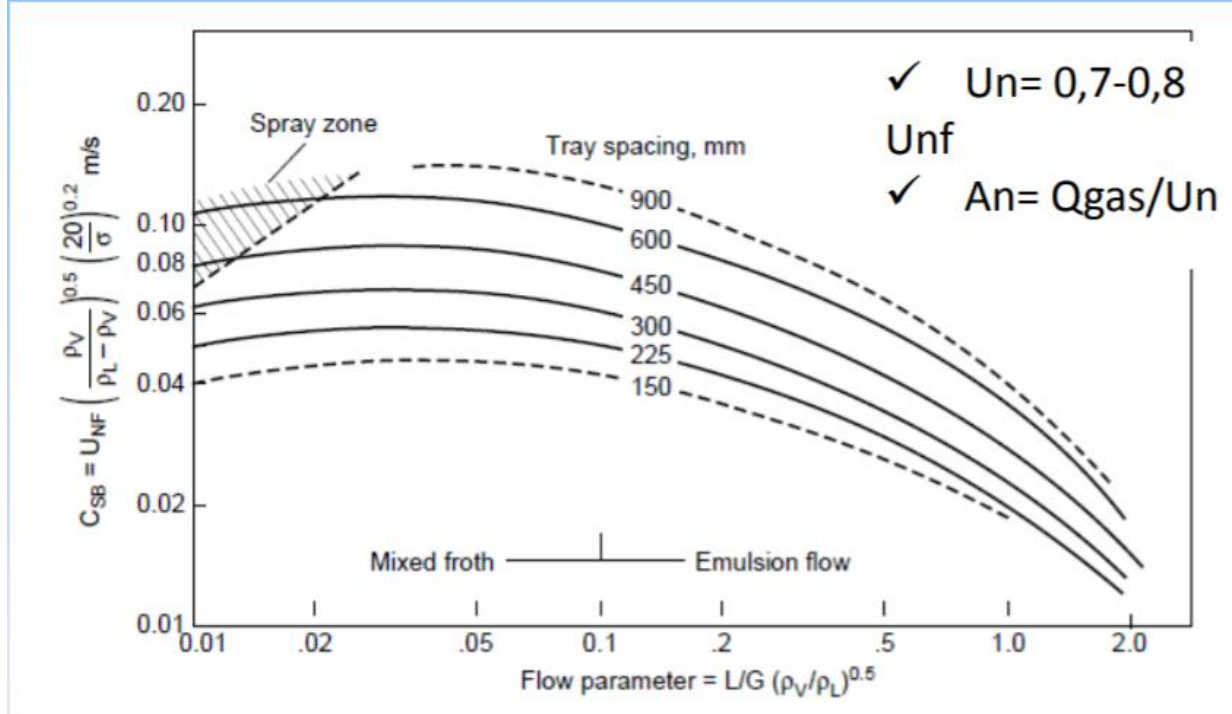


Figura ii. Gráfico de Souder-Brown

- Gráfico de Eckert. Usando SI, $J = g_c = 1$.

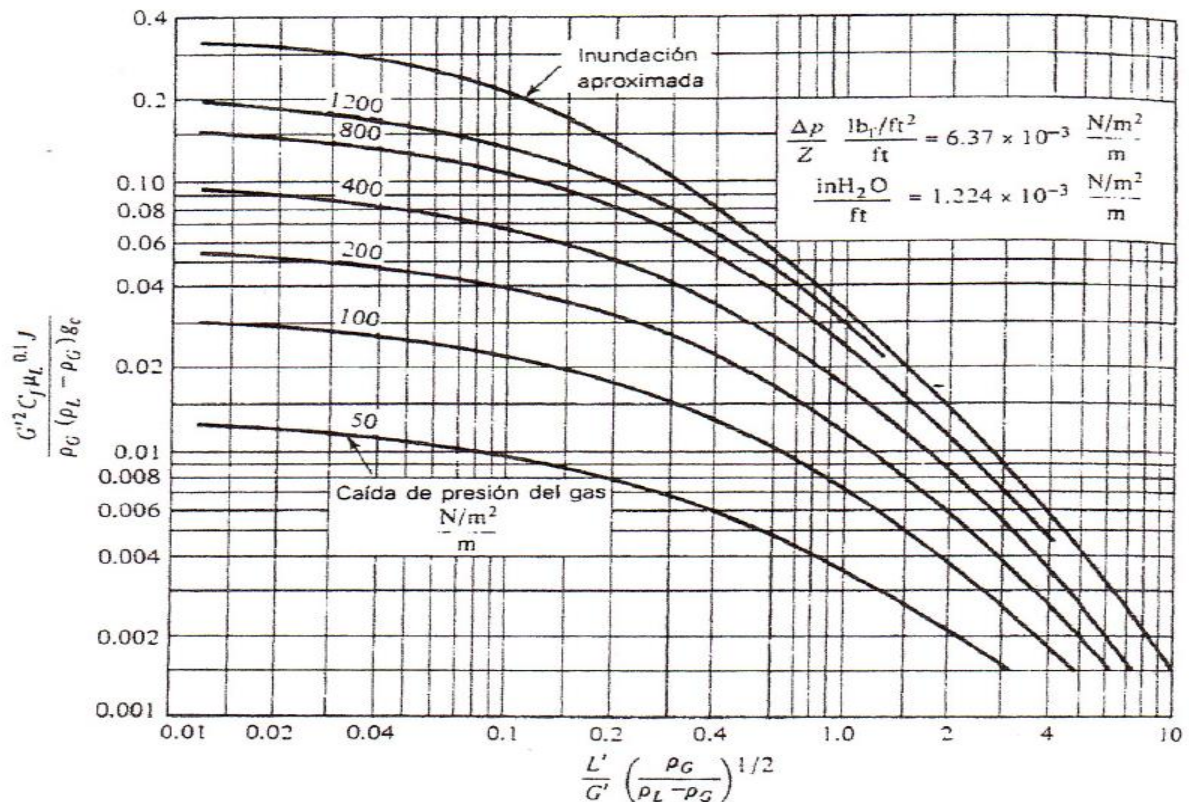
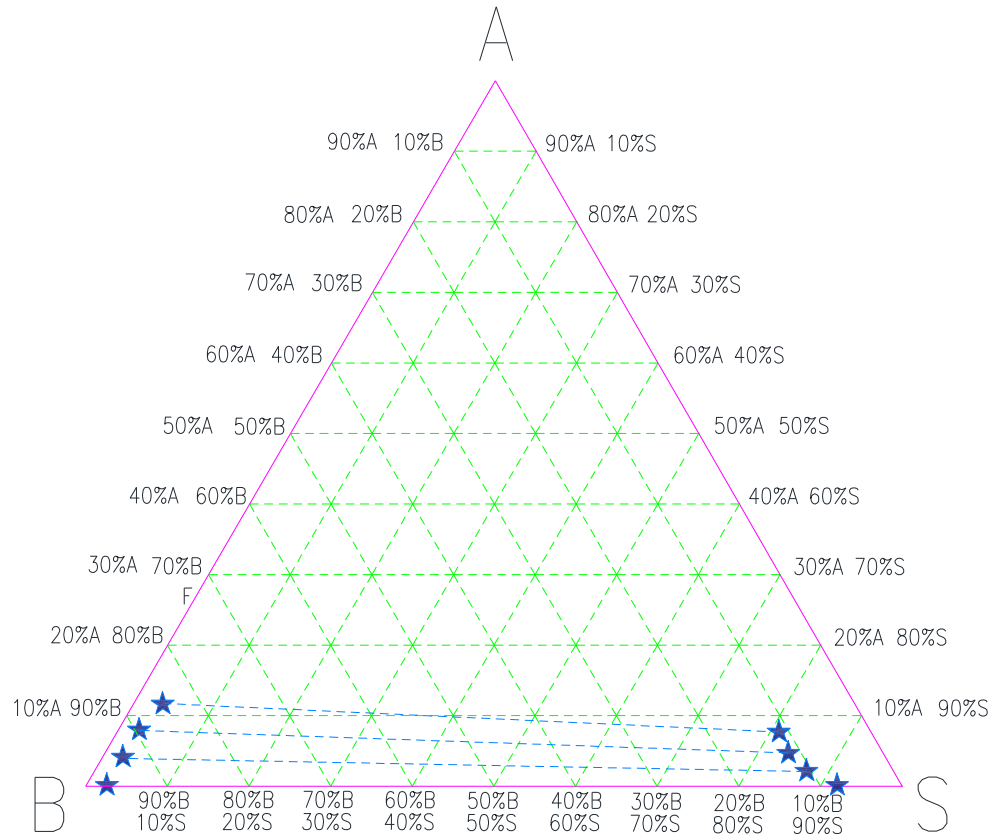


Figura iii. Gráfico de Eckert

APELLIDO(s), Nombre(s)	Padrón	Tema

- Gráfico de Equilibrio Líquido-Líquido.



APELLIDO(s), Nombre(s)	Padrón	Tema

- Gráfico de Colburn (Absorción). Ordenada: $\frac{y_t - mx_t}{y_b - mx_t}$

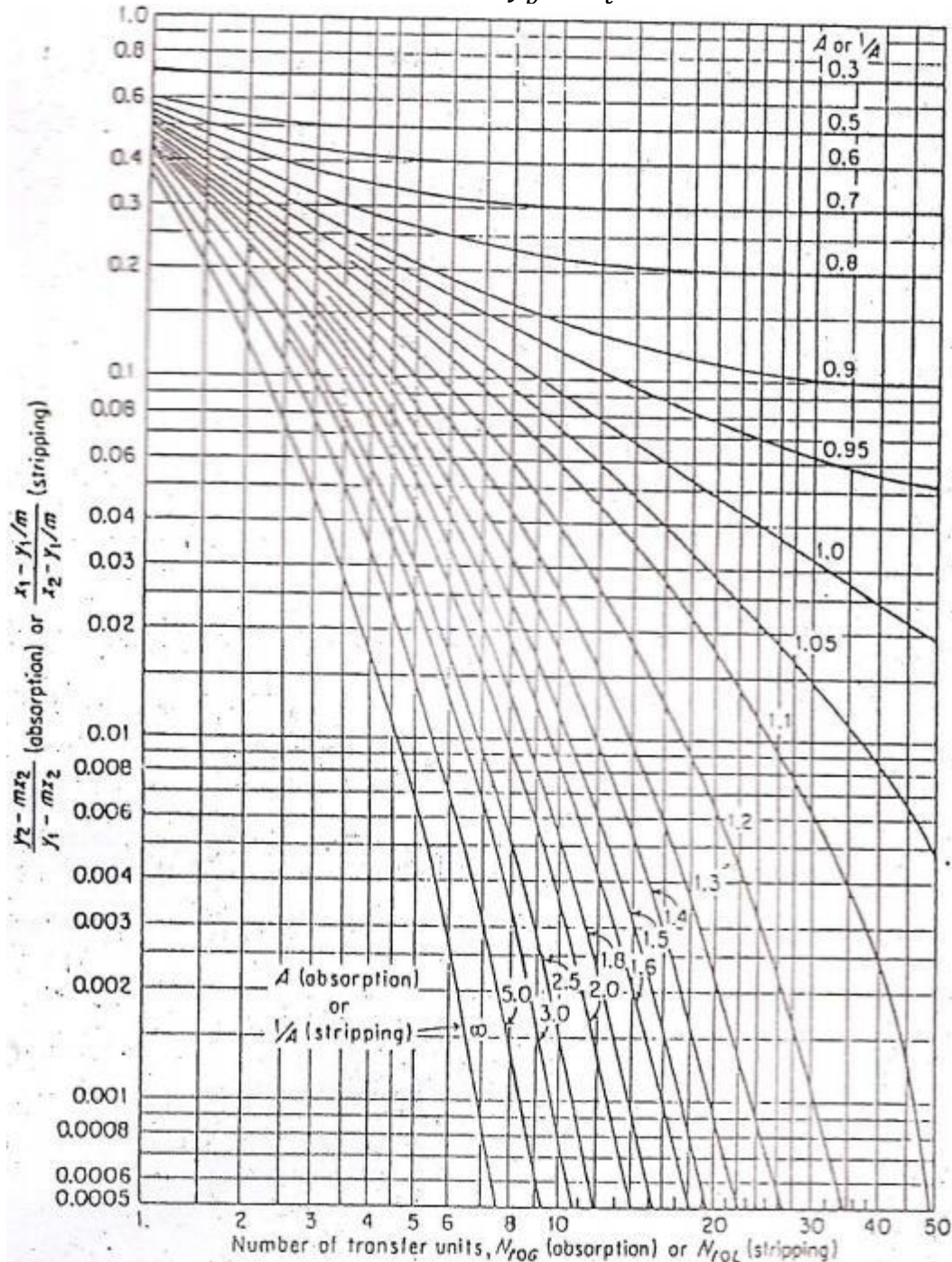


Figura iv. Gráfico de unidades de transferencia de Colburn