

# RESERVORIOS III

Ing. Silvia Maturano

2025

[silvia.maturano@ingenieria.uncuyo.edu.ar](mailto:silvia.maturano@ingenieria.uncuyo.edu.ar)

# SIMULACIÓN NUMÉRICA

# FLUJO POCO COMPRESIBLE 2D

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\beta_c A_x k_x}{\mu_l B_l} \frac{\partial p}{\partial x} \right) \Delta x + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\beta_c A_y k_y}{\mu_l B_l} \frac{\partial p}{\partial y} \right) \Delta y + q_{lsc} = \frac{V_b \phi c_l}{\alpha_c B_l^o} \frac{\partial p}{\partial t}$$

donde  $l = o, w$

La aproximación en diferencias finitas de esta ecuación es:

$$T_{bx_{i+1/2,j}} (p_{i+1,j}^{n+1} - p_{i,j}^{n+1}) - T_{tx_{i-1/2,j}} (p_{i,j}^{n+1} - p_{i-1,j}^{n+1}) + \\ T_{by_{i,j+1/2}} (p_{i,j+1}^{n+1} - p_{i,j}^{n+1}) - T_{ty_{i,j-1/2}} (p_{i,j}^{n+1} - p_{i,j-1}^{n+1}) + q_{lsci,j} = \left( \frac{V_b \phi c_l}{\alpha_c B_l^o \Delta t} \right)_{i,j} (p_{i,j}^{n+1} - p_{i,j}^n)$$

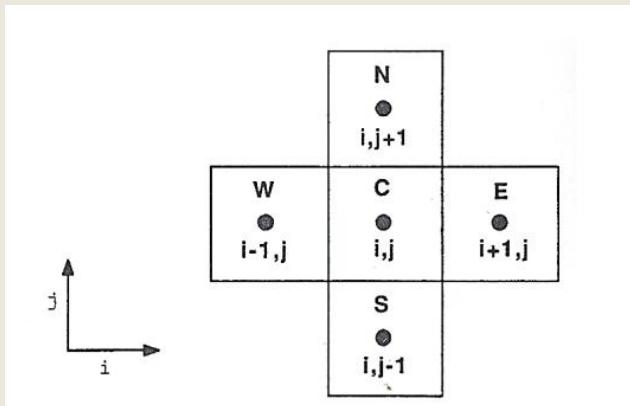
$l = o, w$

$o$

$$S_{i,j} p_{i,j-1}^{n+1} + W_{i,j} p_{i-1,j}^{n+1} + C_{i,j} p_{i,j}^{n+1} + E_{i,j} p_{i+1,j}^{n+1} + N_{i,j} p_{i,j+1}^{n+1} = Q_{i,j}$$

# FLUJO POCO COMPRESIBLE 2D

$$S_{i,j} p_{i,j-1}^{n+1} + W_{i,j} p_{i-1,j}^{n+1} + C_{i,j} p_{i,j}^{n+1} + E_{i,j} p_{i+1,j}^{n+1} + N_{i,j} p_{i,j+1}^{n+1} = Q_{i,j}$$



$$S_{i,j} = T_{ly_{i,j-1/2}}$$

$$W_{i,j} = T_{lx_{i-1/2,j}}$$

$$E_{i,j} = T_{lx_{i+1/2,j}}$$

$$N_{i,j} = T_{ly_{i,j+1/2}}$$

$$C_{i,j} = - \left[ T_{ly_{i,j-1/2}} + T_{lx_{i-1/2,j}} + T_{lx_{i+1/2,j}} + T_{ly_{i,j+1/2}} + \left( \frac{V_b \phi c_l}{\alpha_c B_l^o \Delta t} \right)_{i,j} \right]$$

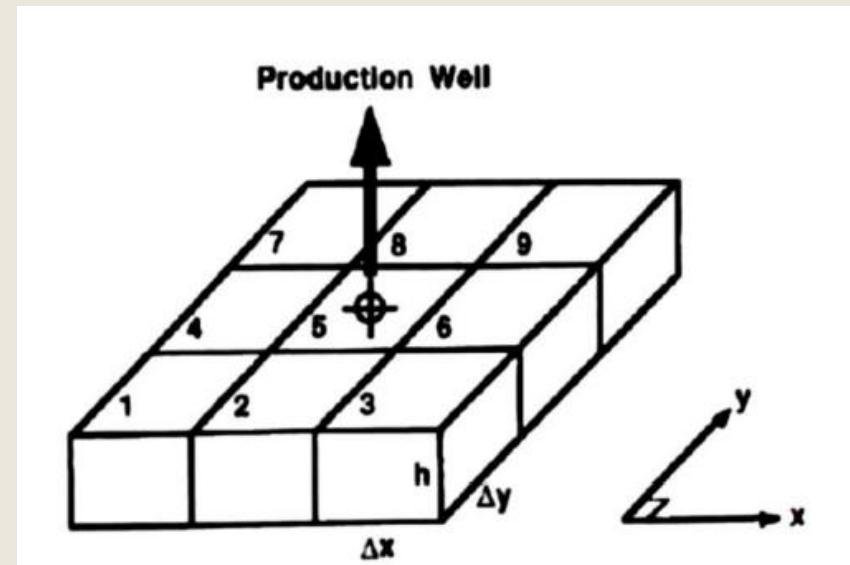
$$Q_{i,j} = - \left( \frac{V_b \phi c_l}{\alpha_c B_l^o \Delta t} \right)_{i,j} p_{i,j}^n - q_{lsci,j}$$

# FLUJO POCO COMPRESIBLE 2D

$$\begin{bmatrix} N_{i,j} \\ E_{i,j} \\ C_{i,j} \\ W_{i,j} \\ S_{i,j} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{i,j}^{n+1} \\ Q_{i,j} \end{bmatrix}$$

# Actividad 2 -SN (Aula Abierta)

Considere el flujo monofásico, no estacionario que tiene lugar en el reservorio 2D, homogéneo, isótropo y horizontal de la figura 1. Todos los límites están cerrados al flujo y la producción en la celda central es de 400 STB/D. La condición inicial de presión para todas las celdas es 4000 psia. Las propiedades del fluido son: viscosidad  $10 \text{ cP}$ ,  $c=1\times10^{-5} \text{ psi}^{-1}$  y  $B= 1 \text{ RB/STB}$ . Las propiedades de las celdas son:  $\Delta x=400 \text{ ft}$ ,  $\Delta y=400 \text{ ft}$ ,  $k_x=88.7 \text{ mD}$ ,  $\varphi=20\%$  y  $h=100 \text{ ft}$ . Asuma que la viscosidad y el FVF no cambian dentro del rango de presión de interés. Calcule la distribución de presiones en el reservorio luego de 10 y 20 días. Use un salto de tiempo de 10 días.



# TIPOS DE FLUIDOS

- Fluidos incompresibles
- Fluidos poco compresibles
- Fluidos compresibles

# FLUJOS ESTACIONARIOS

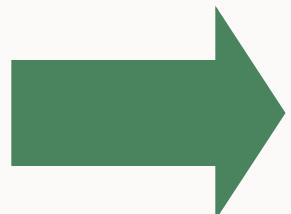
- Para un fluido y medio poroso incompresible

$$\rho \neq f(p) \quad c = 0 \quad o \quad \rho \text{cte para toda } p$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = 0$$



Las soluciones son independientes del tiempo y dependientes del espacio

# FLUJOS ESTACIONARIOS

Para un fluido y medio poroso incompresible



Todas las propiedades son estacionarias o constantes en el tiempo

# FLUJOS NO ESTACIONARIOS

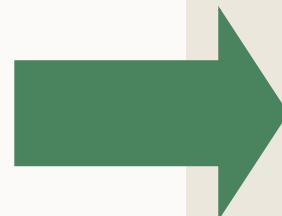
Para fluidos poco compresibles y compresibles

$$\rho = f(p) \quad c > 0$$

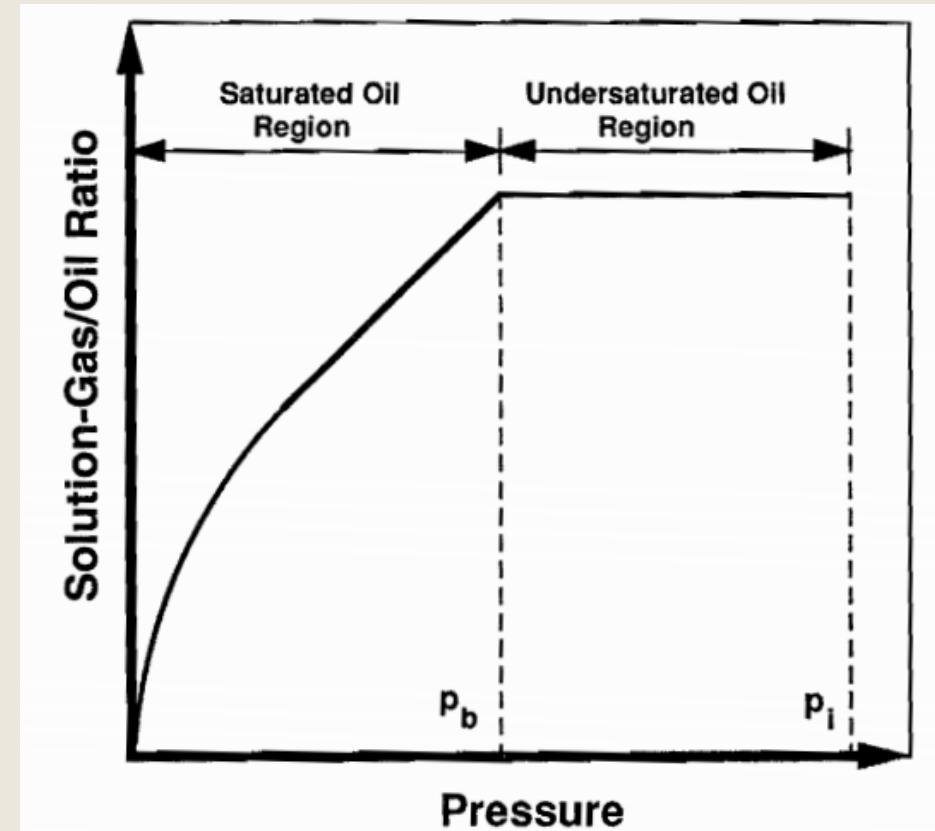
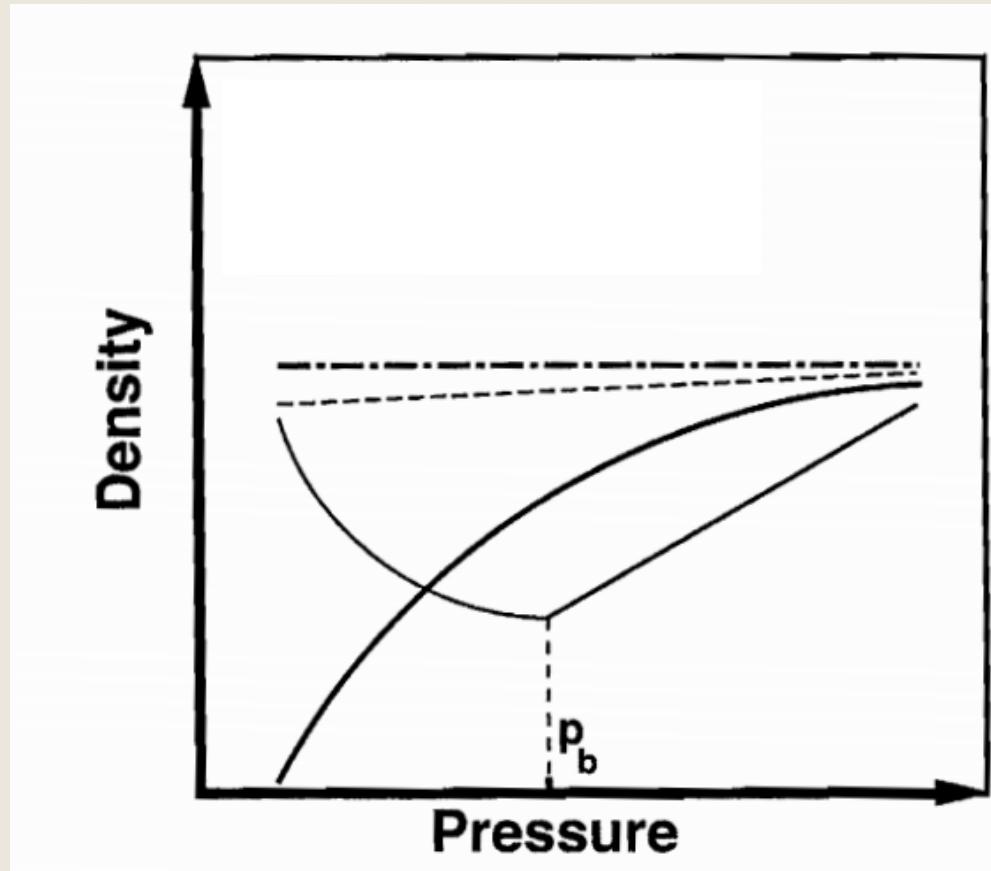
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} \neq 0$$

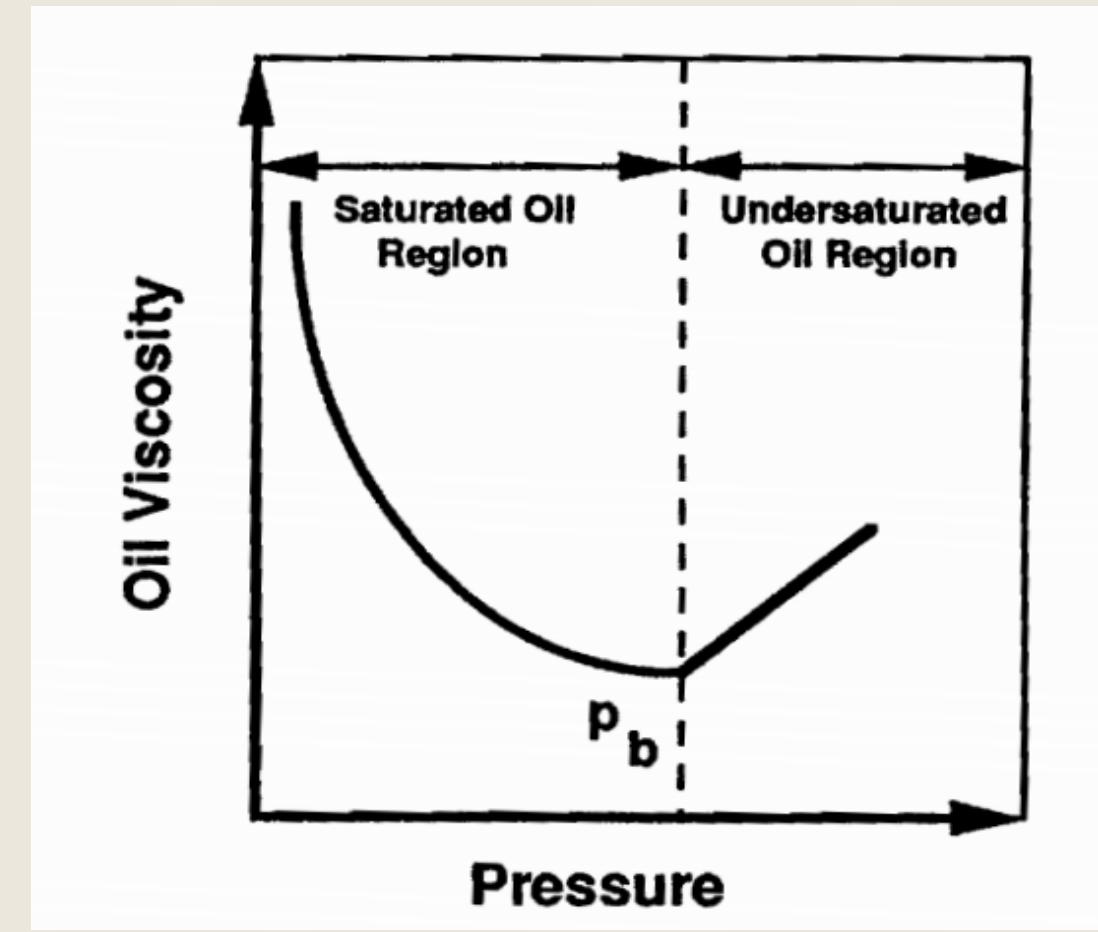
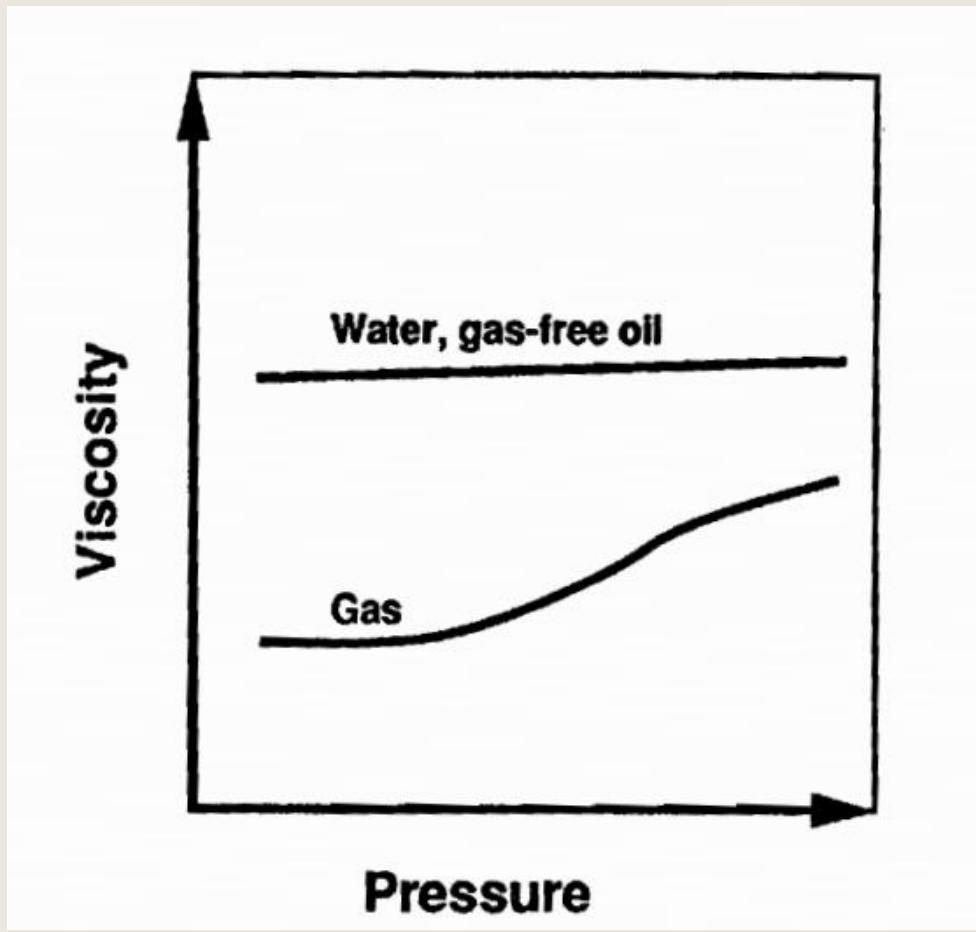
$$\frac{\partial p}{\partial t} \neq 0$$

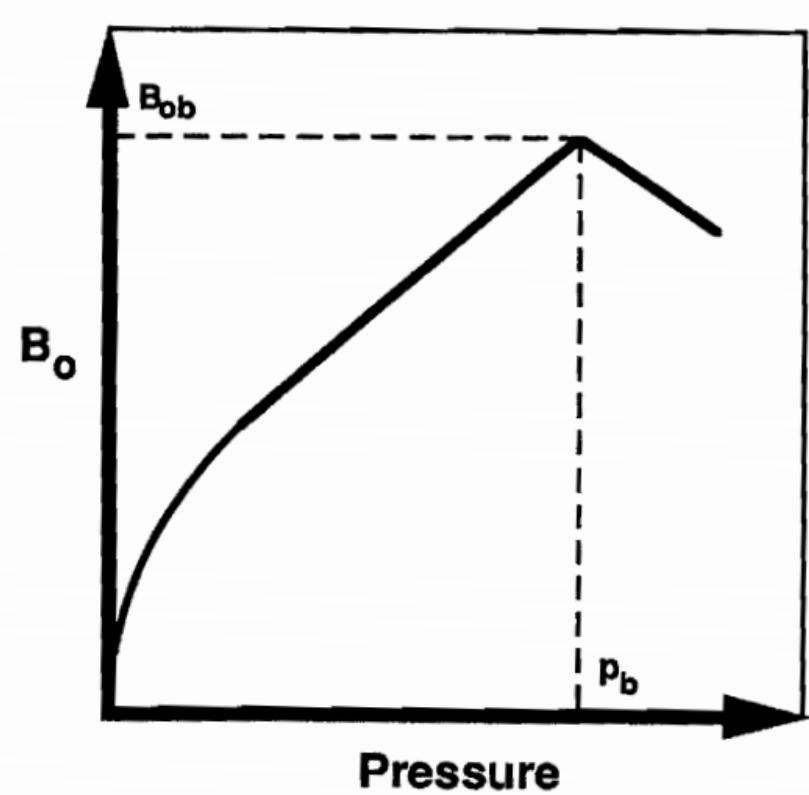
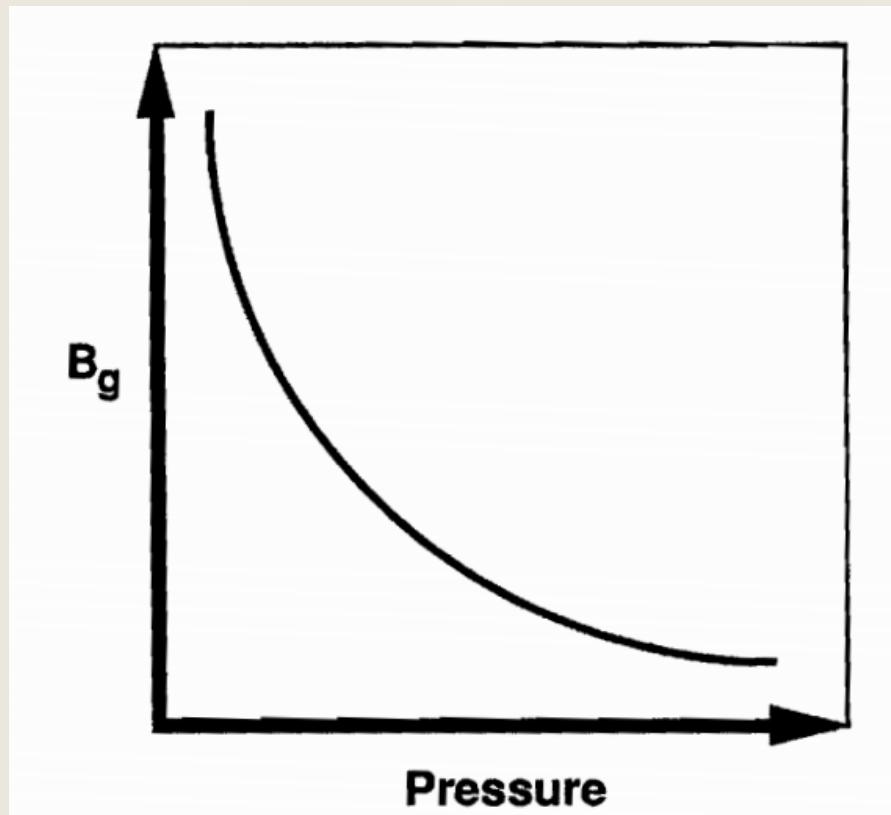
$$\frac{\partial u}{\partial t} \neq 0$$



Las soluciones son dependientes del tiempo y dependientes del espacio







$$B_l = B_l^0 / [1 + c_l(p - p^0)]$$



$$B_g = \frac{p_{sc} T_z}{\alpha T_{sc} p}$$



$$T_{i\pm 1/2} = \beta_c \frac{A_x k_x}{\mu_l B_l \Delta_x}$$

# ACTIVIDAD III-SN en Aula Abierta

- Dado los siguientes datos, determinar el cambio en la transmisibilidad al gas de gravedad 0.61 y al petróleo cuando la presión declina desde 2014.7 hasta 1614.7 psi.
- La tabla da las propiedades del gas. Las propiedades del petróleo y dimensiones de la grilla son:

P(psi)	$\mu_g$ (cP)	z
14.7	0.0113	1.0000
414.7	0.0118	0.9550
814.7	0.0125	0.9140
1214.7	0.0134	0.8790
1614.7	0.0145	0.8530
2014.7	0.0156	0.8380

$$\Delta x = 100 \text{ ft}, \Delta y = 100 \text{ ft}, \Delta z = 10 \text{ ft}$$

$$T = 580^\circ R$$

$$T_{sc} = 520^\circ R$$

$$c_l = 3.5 \times 10^{-6} \text{ psi}^{-1}$$

$$p_{sc} = 14.7 \text{ psi}$$

$$k_x = 4.2 \text{ md}$$

$$\mu_l = 3.0 \text{ cp}$$

$$B_l^0 = 1.22 \frac{RB}{STB} \text{ a } 1014.7 \text{ psi}$$

$$\beta_c = 1.127$$

$$\alpha_c = 5.614583$$

**FIN**