~~Resteken. 2~~ BIP-140 H-2011 ~~H-04~~

Oppgave 1.

a) Flash-lign. utledes fra:

(1)
(1) $L + V = 1$

(2) $z_i = y_i \cdot V + x \cdot L$

(3) $K_i = \frac{y_i}{x_i}$

(4) $\sum z_i = \sum y_i = \sum x_i = 1.$

Flash-lign.: $\sum x_i = \sum \frac{z_i}{L + K_i \cdot V} = 1$ (I)

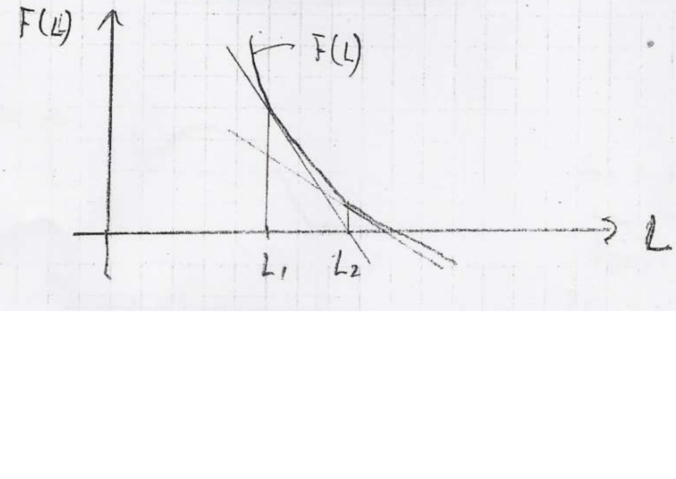
eller: $\sum y_i = \sum \frac{z_i}{\frac{L}{K_i} + V} = 1$ (II)

(2) Løses ved iterasjon: (Newton - Raphsons metode): lign (I),

Setter: $F(L) = \sum \frac{z_i}{L + K_i(1-L)} - 1$

$$F'(L) = \frac{dF(L)}{dL} = \sum \frac{(K_i - 1) z_i}{[L + K_i(1-L)]^2}$$

- Finne riktig verdi for K_i ved gitt P og T.
- Anta verdi for L, $L = L_1$
- Beregne $F(L_1)$ og $F'(L_1)$
- Bestemme ligningen for tangenten ved L_1 $(y - y_1 = F'(x - x_1))$
- Gå langs tangenten til skjæring med L-aksen.
- Tar skjæringspunktet som nytt estimat for L, $L = L_2$.



(3) Ved P_b : $V \approx 0$
$L \approx 1$
$x_i \approx z_i$

$\Rightarrow$ fra (II) : $\sum y_i = \sum K_i \cdot z_i = 1$

Velger forskjellig verdier for P_b for gitt T. Bestemmer verdier for K_i, riktig verdi når $\sum K_i \cdot z_i = 1$.

Ved P_d : $V \approx 1$
$L \approx 0$
$y_i \approx z_i$

$\Rightarrow$ fra (I) : $\sum x_i = \sum \frac{z_i}{K_i} = 1$

Tilsvarende iterering.

b.

(1) Basert på 1 mol res. fluid :

$n_{STO} = L_1 \cdot L_2 \cdot L_3 = 0{,}0477$

$n_g = 1 - n_{STO} = 0{,}9523$

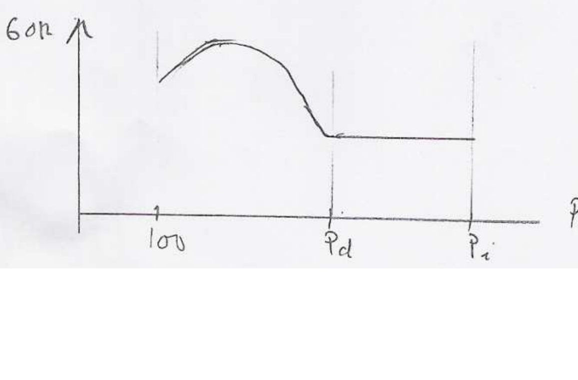
$$(GOR)_{tot} = \frac{n_g \cdot V_m}{\frac{n_{STO} \cdot M_{STO}}{\rho_{STO}}} = \frac{0{,}9523 \cdot 23.6447}{\frac{0{,}0477 \cdot 155.8}{806}}$$

$$= 2442 \ Sm^3/Sm^3$$

(2) $$(GOR)_{sep.2} = \frac{V_2 \cdot V_m}{\frac{L_2 \cdot L_3 \cdot M_{STO}}{\rho_{STO}}} = \frac{0.22368 \cdot 23.6447}{\frac{0.77632 \cdot 0.57347 \cdot 155.8}{806}}$$

$$= 61.4 \ Sm^3/Sm^3$$

(3)



GOR øker da en har retrograd utfelling av tyngre komp. i reservoaret.

(4)

$$HCPV = 2.5 \times 10^7\,m^3 \cdot \Phi \cdot (1 - S_{wc})$$

$$= 2.5 \times 10^7\,m^3 \cdot 0.25\,(1 - 0.20) = 0.50 \times 10^7 = \underline{5 \times 10^6\,m^3}$$

$$n_i = \frac{P \cdot V}{ZRT} = \frac{500 \times 10^2 \cdot 5 \times 10^6}{1.2070 \cdot 8.3145 \cdot \underbrace{(150 + 273.15)}_{423.15}} = \underline{5.887 \times 10^7\ kg\,mol}$$

molefraksjon til STO: $L_1 \cdot L_2 \cdot L_3 = 0.0477$

mol fraksjon til gass: $(1 - 0.0477) = 0.9523$

$$IGIP = 0.9523 \cdot n_i \cdot V_m$$

$$= 0.9523 \cdot 5.887 \times 10^7 \cdot 23.6447$$

$$\underline{\underline{IGIP = 132.5566 \times 10^7\ Sm^3}}$$

$$IOIP = \frac{IOIP}{(GOR)_t} = \frac{132.5566 \times 10^7}{\cancel{2281.6 \cdot 1.12 \cdot 16.2}\ 2442}$$

$(\cancel{2433.1})$

$$\underline{\underline{IOIP = \cancel{3.4464 \times 10^5}\ Sm^3}}$$

$$5.428 \times 10^5\ Sm^3$$

c)

Ved P_i: $$P_i \cdot V = Z_i \cdot \frac{m_g}{M_g} \cdot RT$$

$$\rho_g = \frac{m_g}{V} = \frac{P_i \cdot M_g}{Z_i \cdot R\,T_{res}} = \frac{500 \times 10^2 \cdot 30.44}{1.2070 \cdot 8.3145 \cdot 423.15}$$

$$\underline{\underline{\rho_g = 358.4\ kg/m^3}}$$

(d)

$$n_d = \frac{401.8 \times 10^2 \cdot 5 \times 10^6}{1.0830 \cdot 8.3145 \cdot 423.15} = \underline{5.273 \times 10^7 \text{ kg-mol}}$$

$$\Delta n_p = n_i - n_d = \underline{0.6140 \times 10^7 \text{ kg-mol}}$$

mol frak. STO : $L_1 \cdot L_2 \cdot L_3 = 0.0477$

mol frak. gass : $(1 - 0.0477) = 0.9523$

Volum gass prod. : $V_g = 0.9523 \cdot \Delta n_p \cdot V_m = \underline{13.8253 \times 10^7 \text{ Sm}^3}$

Volum STO prod. : $V_{STO} = \frac{V_g}{(GOR)_t} = \frac{13.8253 \times 10^7}{\cancel{2433.1}\ 2442} = \cancel{5.6822 \times 10^4 \text{ Sm}^3}\ \underline{5.661 \times 10^4 \text{ Sm}^3}$

% gjennvinning av gass : $\frac{100 \cdot 13.8253 \times 10^7}{132.5566 \times 10^7} = \underline{\underline{10.4\,\%}}$

% gjennvinning av STO : $\frac{100\,\% \cdot \cancel{5.6822 \times 10^4}\ 5.661 \times 10^4}{\cancel{5.4461 \times 10^5}\ 5.428 \times 10^5} = \underline{\underline{10.4\,\%}}$

Like gjennvinnings % da komposisjonen er konstant.

Oppg. 2

a)

1. Darcy's lov:

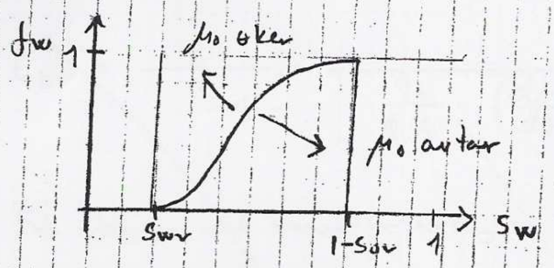
$$q_w = -\frac{k_w}{\mu_w}\cdot A\cdot\frac{dP_w}{dx}$$

$$q_o = -\frac{k_o}{\mu_w}\cdot A\cdot\frac{dP_o}{dx}$$

$$P_c = 0 \quad \Rightarrow \quad P_o = P_w$$

$$f_w = \frac{q_w}{q_w+q_o} = \frac{1}{1+\frac{k_o}{k_w}\cdot\frac{\mu_w}{\mu_o}} = \underline{\underline{\frac{1}{1+\frac{k_{ro}}{k_{rw}}\cdot\frac{\mu_w}{\mu_o}}}}$$

2)

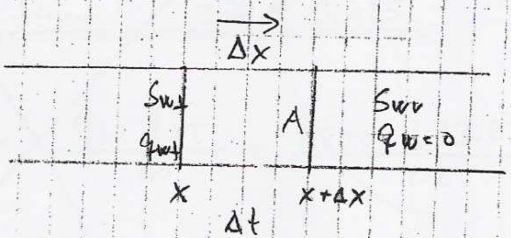


b)

1) Forutsetninger:

- Lineært reservoar hvor A = konst.
- Ingen masseutveksling mellom fasene
- Samme fysiske egenskaper over en tverrsnittsflate normalt på strømningsretningen

2)



Kan sette opp følgende ligninger:

(1) $\quad f_{wf} = \dfrac{q_{wf}}{q_t} \qquad (q_t = q_o + q_w)$

(2) $\quad q_{wf} \cdot \Delta t = (S_{wf} - S_{wr})\, \Phi \cdot A \cdot \Delta X$

Dette gir : $\quad v_f = \dfrac{\Delta X}{\Delta t} = \dfrac{f_{wf} \cdot q_t}{(S_{wf} - S_{wr})\, \Phi \cdot A}$

B.L : $\quad v_{S_{wf}} = \dfrac{q_t}{\Phi \cdot A} \left(\dfrac{df_w}{dS_w}\right)_{S_{wf}}$

Setter $\quad v_f = v_{S_{wf}} \quad$ og får :

$$\underline{\underline{\left(\frac{df_w}{dS_w}\right)_{S_{wf}} = \frac{f_{wf}}{S_{wf} - S_{wr}}}}$$

Oppgave 3:

a)

$$q = -\frac{k\,A}{\mu}\left[\frac{dp}{dx} + \frac{1}{G}\rho\,g\,\frac{dz}{dx}\right], \tag{1}$$

der A er tversnittet av mediet, k er permebiliteten av mediet, dp er trykkfallet over mediet, q volumraten, μ viskositeten av veska som strømmer og dx er lengden av mediet. $g = 980$ cm^2/s, ρ er tettheten av væska, z er vertikal avstand fra datum planet. Definisjonsenhetene er cm (lengde), s (tid), cP (viskositet), Darcy (permeabilitet), atm (trykk), gram/cm^3 (tetthet), og $G = 1.0133{\cdot}10^6$.

b)

$$1\text{D} = \frac{1\text{cm}^3/\text{s}\,1\text{cp}}{1\text{cm}^2\,1\text{atm/cm}} = \frac{\text{cm}^2\,\text{cp}}{\text{s atm}} = \frac{10^{-12}}{1.01325}\text{m}^2 = 0.987\mu\text{m}^2. \tag{2}$$

Permeabiliteten er i stor grad bestemt av størrelsen på porehalsene. Har en porøs bergart permeabilitet på 1D, så betyr det at åpningen på porehalsene er i størrelsesorden $1\mu m^2$. Eller at typisk porehalsradius er ca 1μm.

c)

1. Bruker at $q\,p$ = konstant $= q_b\,p_b$, for en ideell gass Darcy's lov på differensial form $q = -k\,A/\mu\,(d\,p/d\,x)$. q_b og p_b henviser til en valgt referansetilstand. Det kan f.eks. være tilsdanden til gassen ved innløpet av mediet eller utløpet. Ved enkel integrering får vi svaret i oppgaven.
2. Bruker følgende "triks":

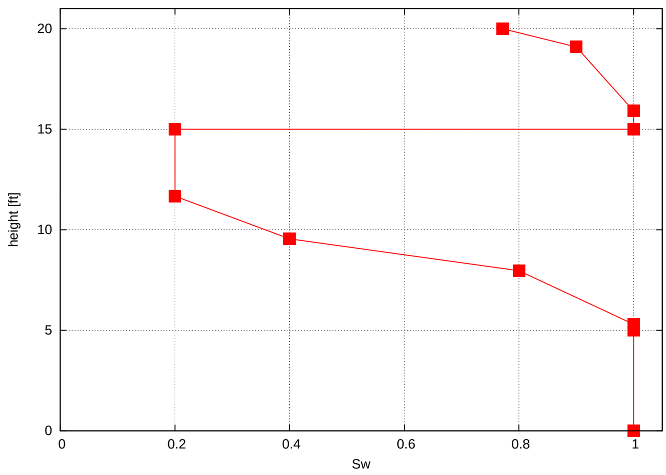
$$\begin{aligned}
q &= q_1 + q_2 + q_3 \\
&\frac{\overline{k}\,(h_1+h_2+h_3)\,B}{\mu_g}\frac{(p_1^2-p_2^2)}{p_b\,L} \\
&= \frac{k_1\,h_1\,B}{\mu_g}\frac{(p_1^2-p_2^2)}{p_b\,L} + \frac{k_2\,h_2\,B}{\mu_g}\frac{(p_1^2-p_2^2)}{p_b\,L} + \frac{k_3\,h_3\,B}{\mu_g}\frac{(p_1^2-p_2^2)}{p_b\,L}, \\
\overline{k} &= \frac{1}{h}(\,k_1\,h_1 + k_2\,h_2 + k_3\,h_3\,)\,.
\end{aligned} \tag{3}$$

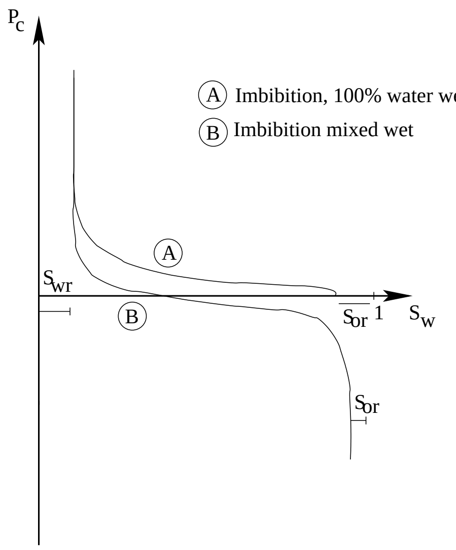
d) Effektiv permeabilitet er $\overline{k} = (200\cdot 5 + 1000\cdot 10 + 200\cdot 15)$mD/30=466.67mD. Omregningsfaktor:

$$\begin{aligned}
q_b\frac{(30.48)^3}{24\cdot 60\cdot 60} &= \frac{\overline{k}\,A(30.48)^2}{\mu_g}\frac{1}{2\,p_b(0.068046)\,L(30.48)}\left(p_1^2-p_2^2\right)(0.068046)^2, \\
q_b &= 3.16414\frac{\overline{k}\,A}{\mu_g}\frac{1}{p_b\,L}\left(p_1^2-p_2^2\right),
\end{aligned} \tag{4}$$

Innsatt tall finner vi da $q_b = 7.5945\cdot 10^6$ ft^3/day.

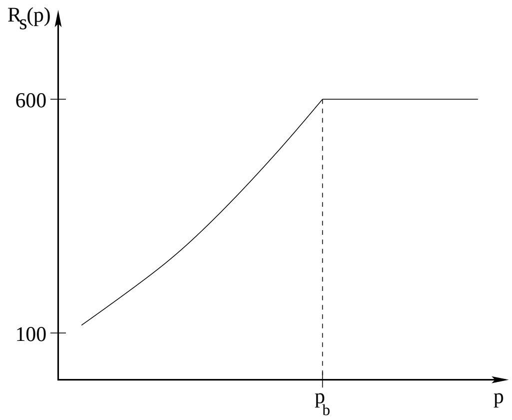
e) Ved det frie vann nivået er $p_o = p_w = p'$ og dermed $p_c = 0$. Over det frie vann nivået er $p_{o,w} = p' - \rho_{o,w}gh$, og det finnes en sammenheng mellom kapillartrykk og høyden over det frie vann nivået. Kapillartrykks kurven gir oss kapillartrykk som funksjon av metning og ved å invertere følgende likning finner vi metningsfordelingen over det frie vann nivået: $p_c(S_w) = (\rho_w - \rho_o)gh$.





f)

g) $R_s = \Delta V^S_{g,o} / \Delta V^S_{o,o}$



h) Ved bruk av formler som er oppgitt, finner vi at:

$$N = \frac{N_p B_o}{E_o + E_c} \tag{5}$$

Innsatt tall, finner vi at $E_c = 1.403 \cdot 10^{-5} \Delta p$, $E_o = 1.7 \cdot 10^{-2}$ (6600 psi) og 0.107 (4500 psi). Da blir N = 574.71 MSTB og 557.811 STB for 6600 og 4500 psi henholdsvis.

i) Under transient strømning blir ikke grensene til reservoaret følt og reservoaret oppfører seg som om det skulle være unendelig, trykkutviklingen har en $\log t$ avhengighet. Under semistabil strøming er de ytre grensene følt og trykket synker med konstant rate.