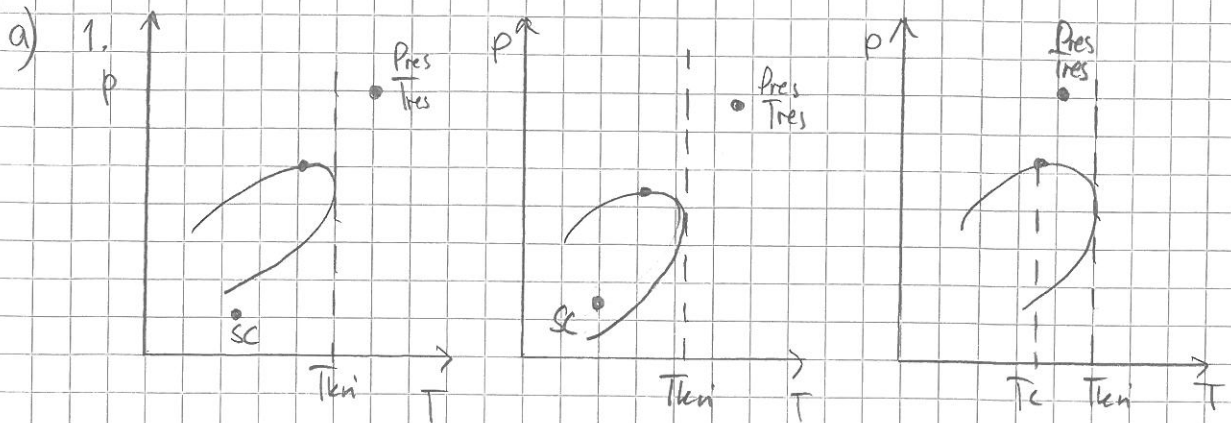


Loesning H-2013

OPPGAVE 1



Torr gas
 $T_{res} > T_{kn}$
 Ingen GOR

Vät gas
 $T_{res} > T_{kn}$
 $GOR > 30000 \text{ SCF/SBL}$

Gas kondensat
 $T_c < T_{res} < T_{kn}$
 $3000 < GOR < 30000 \text{ SCF/SBL}$



c) 1. Total GOR :

$$GOR_{tot} = \frac{V_{g,sc}}{V_{sto}} = \frac{n_g \cdot V_m}{\frac{M_{sto}}{\rho_{sto}}} = \frac{n_g \cdot V_m}{M_{sto} \cdot \rho_{sto}} = \frac{(1 - n_{sto}) \cdot V_m}{M_{sto} \cdot \rho_{sto}}$$

Basis i 1 kgmol reservoarfluid :

$$n_{sto} = 1 \text{ kgmol} \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot L_3$$

$$GOR_t = \frac{(1 - L_1 L_2 L_3) \cdot \rho_{sto} \cdot 23,6447}{L_1 L_2 L_3 \cdot M_{sto}}$$

$$GOR_t = \frac{(1 - 0.0953 \cdot 0.6334 \cdot 0.3300) \cdot 837 \text{ kg/m}^3 \cdot 23.6447 \text{ m}^3/\text{kg mol}}{0.0953 \cdot 0.6334 \cdot 0.3300 \cdot 228 \text{ kg/kg mol}}$$

$$\underline{GOR_t = 4271 \text{ Sm}^3/\text{Sm}^3}$$

2. Vis at $B_{oi} = 14.91 \text{ m}^3/\text{Sm}^3$, Basis i 1 kg mol res. fluid

$$B_{oi} = \frac{V_{\text{resfluid}}}{V_{\text{sto}}} = \frac{\frac{Z_i R T_{\text{res}}}{P_i}}{\frac{m_{\text{sto}}}{\rho_{\text{sto}}}} = \frac{\frac{Z_i R T_{\text{res}}}{P_i}}{\frac{n_{\text{sto}} \cdot M_{\text{sto}}}{\rho_{\text{sto}}}} = \frac{1.6901 \cdot 8.3145 \cdot (164 + 273.15)}{759 \cdot 100} = \frac{0.0953 \cdot 0.6334 \cdot 0.33 \cdot 228}{837}$$

$$\underline{B_{oi} = 14.916 \text{ m}^3/\text{Sm}^3}$$

d) $V_b = 10^6 \text{ m}^3$

Beregn $V_{g,sc}$ og V_{sto} i $P_i \rightarrow P_d$

$$\underline{HCPV} = V_b \cdot \phi \cdot (1 - S_{wr}) = 10^6 \text{ m}^3 \cdot 0.27 \cdot (1 - 0.15) = \underline{229500 \text{ m}^3}$$

Antall mol reservoarfluid til stede:

$$PV = ZnRT$$

$$n_i = \frac{P_i V_i}{Z_i R T_{\text{res}}} = \frac{759 \text{ bar} \cdot 100 \text{ kPa/bar} \cdot HCPV}{1.6901 \cdot 8.3145 \cdot (164 + 273.15)}$$

$$\underline{n_i = 2835603 \text{ kg mol}}$$

Antall mol produsert fra $P_i \rightarrow P_d$

$$2423261$$

$$\Delta n = n_i - n_d = \frac{P_i V_i}{Z_i R T_{\text{res}}} - \frac{P_d V_d}{Z_d R T_{\text{res}}} = 2835603 - \frac{478 \cdot 100 \cdot HCPV}{1.2455 \cdot 8.3145 \cdot (164 + 273.15)}$$

$$\underline{\Delta n = 412341 \text{ kg mol}}$$

$$V_{g,sc} = \Delta n \cdot n_g \cdot V_m = \Delta n \cdot (1 - n_{\text{sto}}) \cdot V_m = 412341 \cdot (1 - 0.16263) \cdot 23.6447$$

$$\underline{V_{g,sc} = 955468 \text{ Sm}^3}$$

$$\underline{V_{sto}} = \frac{V_{g,sc}}{GOR_t} = \frac{955468}{4271} = \underline{2237.3 \text{ Sm}^3}$$

e) 1. Separatgass og separatordie recombines i korrekt forhold inn i en AVI-celle med Pd og Tres. Kjent V_{celle} . Cellevolumet økes med ΔV_1 , gassen ekspanderer, trykket øker. Ved oppnådd likevekt, så produseres et gassvolum tilsvarende ΔV_1 , måles utfelt vassvolum. Prosessen gjentas, cellevolumet økes igjen ΔV_2 , trykket synker til P_2 . Produserer gassvolumet og noterer utfelt vassvolum. Gjentas i ca. 10 steg til avslutningstrykket.

Noterer P_i , ΔV_i , %L av V_d
cellevolum ved duggpunkt, Pd

2. Utled:

$$(\Delta n_j)_{felt} = \frac{(HCPV) P_j (\Delta V_j)}{R T_{res} V_{celle} Z_j}$$

$$\frac{(\Delta n_j)_{felt}}{n_i} = \frac{(\Delta n_j)_{lab}}{n_{celle}}$$

$$\begin{aligned} \underline{(\Delta n_j)_{felt}} &= \frac{(\Delta n_j)_{lab} \cdot n_i}{n_{celle}} = \frac{P_j \cdot \Delta V_j}{Z_j R T_{res}} \cdot \frac{P_d HCPV}{Z_d R T_{res}} \\ &= \frac{HCPV \cdot P_j \cdot \Delta V_j}{R T_{res} V_{celle} \cdot Z_j} \end{aligned}$$

3. a. $\underline{n_d} = \frac{P_d \cdot HCPV}{Z_d R T_{res}} = \frac{478 \text{ bar} \cdot 100 \frac{\text{kPa}}{\text{bar}} \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \Phi \cdot (1 + S_{br})}{1,245 \cdot 8,3145 \cdot (164 + 273,15 \text{ K})}$

$$= \underline{2\,424\,234 \text{ kg mol}}$$

b. Beregne mol% produsert brønnstrøm i trykkintervallet 478 → 396 bar.

$$\Delta n_1 = \frac{HCPV \cdot P_1 \cdot \Delta V_1}{R T_{res} V_{celle} \cdot Z_1} = \frac{229\,500 \text{ m}^3 \cdot 396 \text{ bar} \cdot 100 \frac{\text{kPa}}{\text{bar}} \cdot 136 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ cm}^3}}{8,3145 \cdot (164 + 273,15) \cdot 1500 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot 1,101}$$

$$\underline{\Delta n_1 = 205\,907 \text{ kg mol}}$$

$$\text{mol\% produsert brønnstrøm} = \frac{\Delta n_1}{n_d} \cdot 100\% = \underline{8,49 \text{ mol\%}}$$

4. Endepunktmetningen $S_{or} = 0,18$. Det betyr at olje vil flømme i reservoaret og inn i tubingene og bli produsert dersom oljemetningen i reservoaret overstiger 18%.

Hg CVD analysen som ser på hvor mye væske som felles ut fra gassen når trykket synker, så viser denne at vi max får utfelt 21,64% olje av cellevolumet ved Pd.

Tilsvarende i reservoaret vil en da ha en oljemetning $> S_{or}$, dvs at olje blir produsert.

Hvis en bare baserer oljeproduksjonen sin på resultatene fra CVD analysen, vil en overse den oljen som strømmer inn i reservoaret.

Gjenvinningsberegninger basert bare på CVD analysen vil derfor underestimere mengden olje som blir produsert.

b) Flashligningene for n komponenter er gitt ved:

$$\sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n \frac{z_i}{L + K_i V} = 1$$

$$\sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n \frac{z_i}{\frac{L}{K_i} + V} = 1$$

1. x_i = molfraksjon av komp. i i væskefase
 y_i = molfraksjon av komp. i i gasfase
 z_i = molfraksjon av komp. i i reservoarfluidet
 L = molfraksjon væskefase
 V = molfraksjon gasfase
 K_i = fysisk likevektskonstant.

Ligninger som danner utg-plt for utledningen:

- 1 $L + V = 1$
- 2 $z_i = Lx_i + Vy_i$
- 3 $K_i = y_i / x_i$
- 4 $\sum z_i = \sum y_i = \sum x_i = 1$

2. Hvordan bestemme P_b eller P_d ved gitt T .

P_b

Setter $z_i \approx x_i$

$V = 0$ $L = 1$

$$\sum y_i = \sum z_i K_i = 1$$

Gjetter en P_b og finner K_i verdier.

Summerer $\sum z_i K_i$, skal få 1.

Dersom $\sum z_i K_i > 1$: er i tofaseområdet, P_b for lav.

Dersom $\sum z_i K_i < 1$: er i enfaseområdet; P_b for høy

Velger ny P_b til

$$\sum z_i K_i = 1.$$

P_d

Setter $z_i = y_i$

$V = 1$ $L = 0$

$$\sum x_i = \sum \frac{z_i}{K_i} = 1$$

Tilsvarende prosedyre som for P_b .

Gjetter nye P_d til

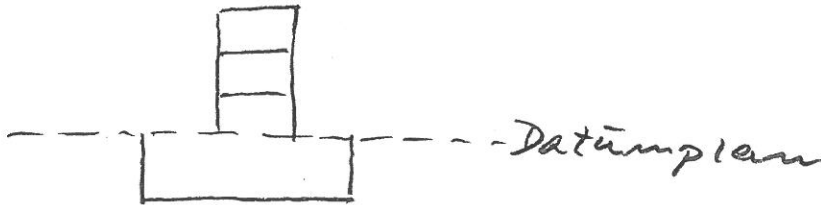
$$\sum \frac{z_i}{K_i} = 1.$$

Ex 2013 Lösningar

a) og b) Se Lærebok og Forelesningsnotater

$$b) \bar{k} = \frac{30}{\frac{10}{1} + \frac{10}{0,1} + \frac{10}{1}} = \underline{\underline{0,25D}}$$

c)



$$u = \frac{\bar{k}}{\mu_w} \cdot \rho_w \cdot \frac{\Delta p / \rho_w + G \cdot g \Delta z}{L} = \frac{\bar{k}}{\mu_w} \cdot G \cdot g \cdot \rho_w \left(\frac{\Delta z}{L} = 1, \Delta p = 0 \right)$$

Darcy: $[s \cdot g] = \text{atm/cm}$

$$[s \cdot g] = \frac{g \cdot \text{cm}}{\text{cm}^3 \cdot \text{s}^2} = \frac{g \cdot \text{kg} \cdot 10^6 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm} \cdot 1 \text{ m}}{1000g \cdot \text{cm}^3 \cdot 1 \text{ m}^3 \cdot 100 \text{ cm} \cdot \text{s}^2} = 10 \cdot \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$$

$$= 10 \cdot \frac{\text{Pa} \cdot 1 \text{ atm} \cdot 1 \text{ m}}{1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{m} \cdot 100 \text{ cm}} = 9,8692 \times 10^{-7} \frac{\text{atm}}{\text{cm}}$$

$$G = \frac{1}{1,01325 \times 10^6} =$$

d)

$$u = \frac{0,25}{1} \cdot \frac{1}{1,01325 \times 10^6} \cdot 980 \cdot 1 = \underline{\underline{0,24 \times 10^{-3} \text{ cm/s}}}$$

$t = \frac{30}{0,24 \times 10^{-3} \times 3600} \text{ timer} = \underline{\underline{34 \text{ timer}}}$

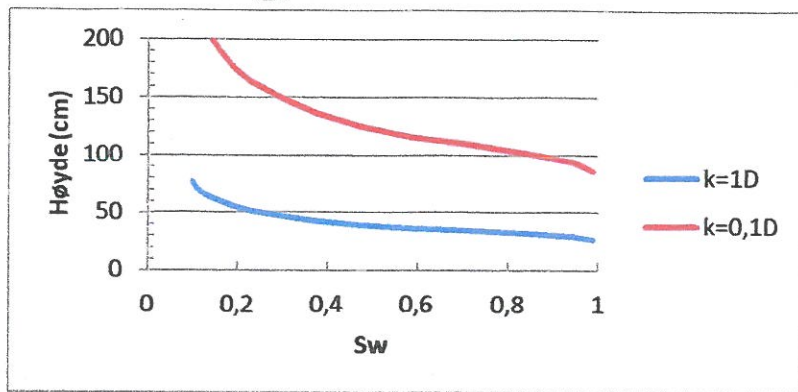
Har da sett bort fra kap.effekten.

e) $J^{Hg} = J^{gw} \Rightarrow \left(\frac{P_c}{\sqrt{1050}} \right)^{Hg} = \left(\frac{P_c}{\sqrt{1050}} \right)^{gw} \Rightarrow \left(\frac{P_c}{311} \right)^{Hg} = \left(\frac{P_c}{60,6} \right)^{gw}$

Hg sat: 0,01 $\Rightarrow \frac{1,9956}{311} = \frac{P_c}{60,6} \Rightarrow P_c = 0,3889 \text{ psi}$
 $= \underline{\underline{0,02676 \text{ bar}}}$

Hg sat: 0,90 \rightarrow
 $= \underline{\underline{0,07526 \text{ bar}}}$

f) Varmmetning som funksjon av høyde er vist i figuren



Siden høyden av sandkollonna bare er 30 cm er ikke tyngdekraften tilstrekkelig stor til å overvinne kapillærkraften. Bare helt øverst vil varmmetningen være litt lavere enn $S_w=1$.
 ($S_w=0,99$ ved $h=27,3$ cm og $S_w=0,95$ ved $h=29,6$ cm).

g) Se Lærebok/Forelesningsnotater

h) The golden principle

Ekspansjon = Produksjon

i) Volum av gasskaps imidlertid målt i Rm^3

$$m N B_{oi} \quad m = \frac{V_{gi}}{V_{oi}} \frac{R_{m^3}}{R_{m^3}} \quad V_{oi} = N \cdot B_{oi} \frac{Sm^3 R_{m^3}}{Sm^3}$$

ii) Volum av gasskaps målt i Rm^3 ved referanse trykk P

$$\frac{m N B_{oi}}{B_{gi}} B_g$$

iii) Ekspansjon: $\frac{m N B_{oi}}{B_{gi}} B_g - m N B_{oi} = \frac{m N B_{oi}}{B_{gi}} [B_g - B_{gi}]$

$$\frac{N_p}{N} = \frac{[(B_0 - B_{oi}) + (R_{si} - R_s) B_g]}{[B_0 + (R_p - R_s) B_g]} = \frac{[(1,094 - 1,2417) + (510 - 122) 0,00339]}{[1,094 + (500 - 122) 0,00339]} = 0,49$$