

Løsning:

BIP-140 Eksamen Høst 2010.

$$a \quad M = \frac{\lambda_w}{\lambda_o} = \frac{\frac{k_{rw}}{f_w}}{\frac{k_m}{f_w}} = \frac{\frac{0.410}{0.5}}{\frac{0.920}{2.4}} = \underline{\underline{2.14}}$$

Ikkle stabil (stempel) for trengning.

$$b. \quad \text{Tangent trekkings: } f_{wf} = 0.87$$

$$s_{wf} = 0.64$$

$$\bar{s}_w = 0.71 \quad s_{wr} = 0.16 \quad s_{or} = 0.21$$

$$(1) \quad t_{BT} = \frac{L}{v_{swf}} = \frac{100 \cdot 0.26 \cdot 1000 (0.71 - 0.16)}{100 \cdot 1}$$

$$\underline{t_{BT} = 143 \text{ D}}$$

$$N_p = \frac{q_t \cdot t_{BT}}{B_o} = \frac{100 \cdot 143}{1.50} = \underline{\underline{9533.3 \text{ Sm}^3}}$$

$$(2) \quad \% \text{ av prod. ber olje: } \frac{100\% \cdot (\bar{s}_w - s_{wr})}{1 - s_{or} - s_{wr}} = \frac{100 (0.71 - 0.16)}{1 - 0.21 - 0.16}$$

$$= \underline{\underline{87.3\%}}$$

$$(3) \quad \text{WOR} = \frac{Q_w}{Q_o} = \frac{\frac{f_w}{B_w}}{\frac{(1-f_w)}{B_o}} = \frac{f_w \cdot B_o}{(1-f_w) B_w} = \frac{0.87 \cdot 1.5}{(1-0.87) \cdot 1}$$

$$\underline{\underline{\text{WOR} = 16.0 \frac{\text{Sm}^3}{\text{Sm}^3}}}$$

$$c. (1) \quad \text{WOR} = 18 = \frac{f_w \cdot B_o}{(1-f_w) B_w} \quad B_w = 1$$

$$18(1-f_w) = f_w \cdot B_o$$

$$f_w \cdot B_o + 18f_w = 18$$

$$f_w = \frac{18}{B_o + 18} = \frac{18}{1.5 + 18} = \underline{\underline{0.923}}$$

$$\text{Tangent-trekkings: } f_{wp} = 0.923$$

$$s_{wp} = \cancel{0.68} 0.68$$

$$\bar{s}_w = 0.75$$

Metning  $S_{wp}$  har gitt lengden  $L$ .

$$t = \frac{L}{\sigma_{swp}} = \frac{100 \cdot 0.26 \cdot 1000}{100 \cdot \frac{(1 - f_{swp})}{(\bar{S}_w - S_{wp})}}$$
$$= \frac{100 \cdot 0.26 \cdot 1000}{100} \cdot \frac{(0.75 - 0.16)}{(1 - 0.923)}$$

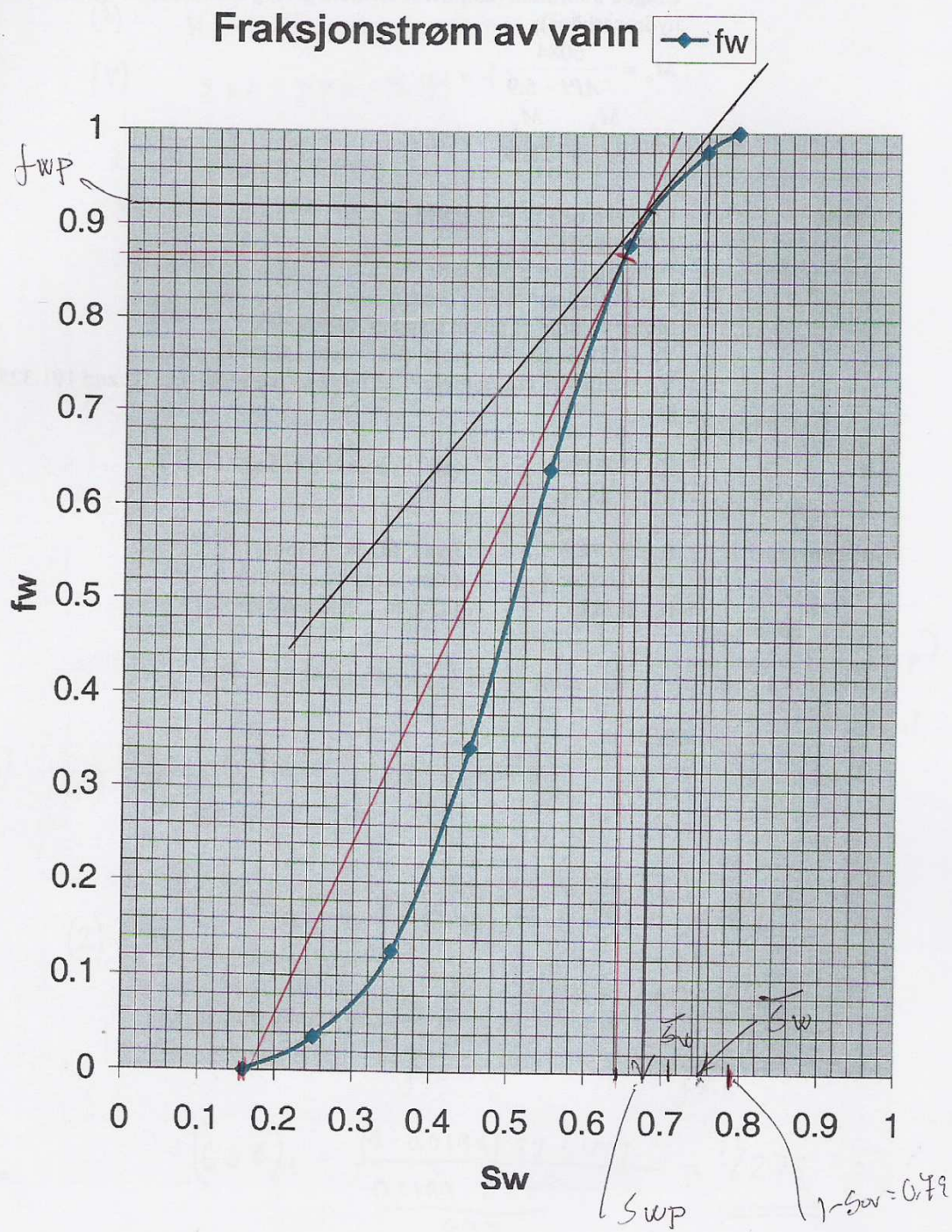
$$\underline{t = 236.6 \text{ D}}$$

$$(2) N_p = \frac{L \cdot A \cdot \Phi (\bar{S}_w - S_{wr})}{B_o} = \frac{100 \cdot 1000 \cdot 0.26 (0.75 - 0.16)}{1.5}$$

$$\underline{N_p = 10226.6 \text{ Sm}^3}$$

$$(3) \% \text{ av IOIP} : \frac{100\% (\bar{S}_w - S_{wr})}{1 - S_{wr}} = \frac{100 (0.75 - 0.16)}{1 - 0.16}$$
$$= \underline{70.2\%}$$

Vedlegg 2.





## Oppgave 2.

a. (1)

$$L + V = 1$$

$$(2) \quad Z_i = L \cdot X_i + V \cdot y_i \quad i=1-n$$

$$(3) \quad K_i = \frac{y_i}{X_i}$$

$$(4) \quad \sum z_i = \sum X_i = \sum y_i = 1$$

L: molfraksjon væske

V: ——— gas

$K_i = f(T, P, \text{komp.})$  likevektskonstant.

$X_i, y_i, Z_i$ : molfraksjoner.

$$(2) \quad P_b = ? \quad L \approx 1, V \approx 0 \quad Z_i \approx X_i$$

$$\text{Flash lign. 2: } \sum y_i = \sum Z_i \cdot K_i = 1$$

$$P_d = ? \quad L \approx 0, V \approx 1 \quad Z_i \approx y_i$$

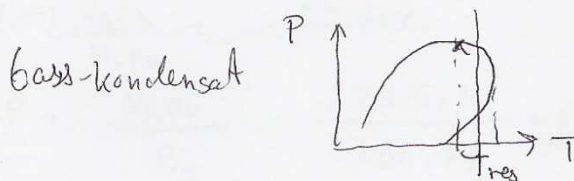
$$\text{Flash lign. 1: } \sum X_i = \sum \frac{z_i}{K_i} = 1$$

Løses ved iterasjon mht. P.

$$K_i = f\left(\frac{P}{P^0}, T, \text{komp.}\right)$$

↑  
Konst.

(b) (1)



(2) Basis 1 mol fælle:

$$(GOR)_f = \frac{n_{g1} \cdot V_m}{n_{st} \cdot M_{st0}} = \frac{(1 - h_1 \cdot h_2 \cdot h_3) \cdot V_m}{h_1 \cdot h_2 \cdot h_3 \cdot M_{st0}}$$

$$(GOR)_f = \frac{(1 - 0.0199) \cdot 23.6447}{0.0199 \cdot 228} = \underline{\underline{4.275}} \frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^3}$$

637

$$(3) \quad B_g = \frac{V_{g(res)}}{V_{g(SC) \text{ fasep.}}}$$

Basis er 1 mol res. fluid:

$$B_g = \frac{\frac{Z_i \cdot R \cdot T_{res}}{P_{res}}}{(1 - L_1 \cdot L_2 \cdot L_3) V_m} = \frac{Z_i \cdot R \cdot T_{res}}{(1 - L_1 \cdot L_2 \cdot L_3) V_m \cdot P_{res}}$$

$$= \frac{1.6901 \cdot 8.3145 \cdot 437.15}{(1 - 0.0199) \cdot 23.6447 \cdot 75900}$$

$$= \frac{0.980}{0.980} = 0.00349 \text{ m}^3/\text{Sm}^3$$

$$(4) \quad B_g = \frac{HCPV}{IGIP}$$

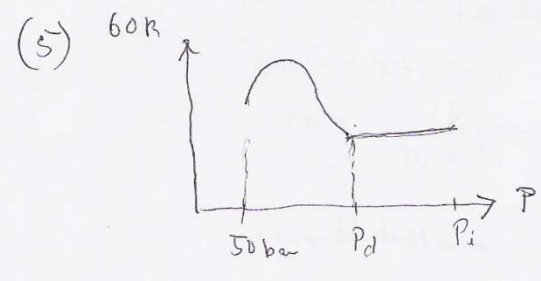
$$HCPV = \cancel{10^6} \cdot V_{bulk} \cdot \Phi (1 - S_{wr}) = 10^6 \cdot 0.27 (1 - 0.15)$$

$$HCPV = 229.5 \times 10^7 \text{ m}^3$$

$$IGIP = \frac{B_g}{HCPV} = \frac{0.00349}{229.5 \times 10^7}$$

$$IGIP = \frac{HCPV}{B_g} = \frac{229.5 \times 10^7}{0.00349} = 65.759 \times 10^6 \text{ Sm}^3$$

$$IOIP = \frac{IGIP}{(GOR)_t} = \frac{65.759 \times 10^6}{4275} = \frac{15.382 \times 10^3}{4275} = 20060 \text{ Sm}^3$$



(b) Væskentjelling fra gas  
når trykket synker ved  
gitt temperatur.

## Oppgave 2:

a)

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

der  $A$  er tversnittet av mediet,  $k$  er permeabiliteten av mediet,  $dp$  er trykkfallet over mediet,  $q$  volumraten,  $\mu$  viskositeten av væska som strømmer og  $dx$  er lengden av mediet.  $g = 980 \text{ cm}^2/\text{s}$ ,  $\rho$  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<sup>3</sup> (tetthet), og  $G = 1.0133 \cdot 10^6$ .

b) Bruk hint i oppgaven  $qp = \text{konstant} = q_b p_b$ , samt Darcy's lov på differensial form  $q = -k A/\mu (dp/dx)$ .  $q_b$  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. Bruker vi psi, cP, ft, mD, ft<sup>3</sup>/day :

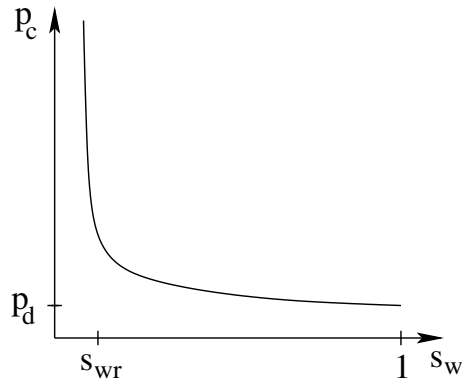
$$\begin{aligned} \frac{(30.48)^3}{24 \cdot 60 \cdot 60} q_b &= \frac{k(30.48)^2 A (14.696)^{-1} (p_1^2 - p_2^2)}{\mu_g 2 p_b 30.48 L}, \\ q_b &= 3.1641 \frac{k A (p_1^2 - p_2^2)}{\mu_g p_b L}, \end{aligned} \quad (2)$$

c) Bruker følgende "triks":

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

$$q_b = \frac{3.1641 \cdot 0.242 \cdot 12 \cdot 200 \cdot (514.65^2 - 414.65^2)}{0.0185 \cdot 14.65 \cdot 400} = 1.57 \cdot 10^6 \text{ ft}^3/\text{d}. \quad (4)$$

d) Se figur under. Man kan estimere høyde fra terskeltrykket,  $h_{ow} = P_d/(\rho_w - \rho_o) g$ . Denne høyden måles fra det frie vann nivået.



e) Krumningen til overflata er gitt ved  $R_1 = R_2 = r/\cos\theta$ . Insatt i likningen som var oppgitt i oppgaven finner vi  $p_c = 2\sigma \cos\theta/r$ .

f)

$$\begin{aligned} q &= \pi r^2 \frac{dL}{dt} = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8 \mu L}, \\ \frac{dL}{dt} &= \frac{\pi r^2 2\sigma \cos\theta}{8 \mu L r}, \\ \frac{dL}{dt} &= \frac{r\sigma \cos\theta}{4L\mu_w} \end{aligned} \quad (5)$$

g) Ved å integrere likningen over finner vi:

$$\int_0^L L dL = \frac{\sigma \cos \theta r}{4\mu_w} \int_0^t dt$$
$$\cos \theta = \frac{2\mu_w L^2}{\sigma r t} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{Pa s} (0.5 \text{m})^2}{70 \cdot 10^{-3} \text{N/m} 8 \text{s} 10^{-3} \text{m}} = 0.89$$
$$\theta = 27^\circ \tag{6}$$

h)-i) Se forelesningsnotater på it's learning.

j) Regime 1) er semi log perioden, her produseres det fra nærbrønnsområdet, reservoaret oppfører seg som om det skulle ha en uendelig utstrekning. 2) er semi steady state perioden, trykket ved grensene synker med konstant rate. I regime 1) kan f.eks. skin faktor og reservoar permeabilitet estimeres. I regime 2) kan vi i tillegg få informasjon om utstrekningen til dreneringsarealet til brønnen, altså porevolumet som brønnen drenerer fra og formen på dreneringsarealet til reservoaret .