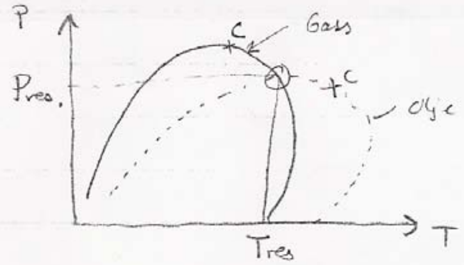
BIP-140   H-08

Oppg. 1

(a) (1)



Gass ved duggpkt.
Olje ved bobblepkt.

(b) (2) Basis: 1 Sm^3 STO.

$$n_{STO} = \frac{\rho_{STO}}{M_{STO}} = \frac{815}{184} = 4.429 \text{ kg-mol}$$

$$n_g = \frac{GOR}{V_m} = \frac{1326}{23.6447} = 56.0802 \text{ kg-mol}$$

$$n_t = n_{STO} + n_g = 60.509 \text{ kg-mol}$$

Volum gass ved $P_{res} = P_d$:

$$V_g = \frac{Z \cdot n_t \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1.2822 \cdot 60.509 \cdot 8.3145 \cdot (150+273)}{50000}$$

$$\underline{V_g = 5.431 \text{ r.m}^3}$$

Herav: $B_o = \frac{V_{g\,res.}}{V_{STO}} = \underline{\underline{5.431 \ m^3/Sm^3}}$

(c)

$$HCPV = 1000 \ m^3 \cdot \Phi \cdot (1 - S_{wr})$$
$$= 1000 \cdot 0.35 \cdot (1 - 0.23) = \underline{269.5 \ m^3}$$

$$TOIP = \frac{HCPV}{B_o} = \frac{269.5}{5.43} = \underline{\underline{49.63 \ Sm^3}}$$

$$TGIP = GOR \cdot TOIP = 1326 \cdot 49.63 = \underline{\underline{65809 \ Sm^3}}$$

d) 1. Navn på symboler.

2.

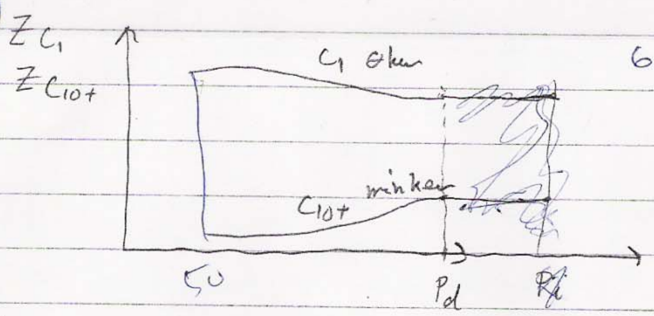
$$\frac{(\Delta V_g)_{j\,sc}}{(V_{celle})_{sc}} = \frac{(\Delta G_p)_{j\,sc}}{(HCPV)_{sc}}$$

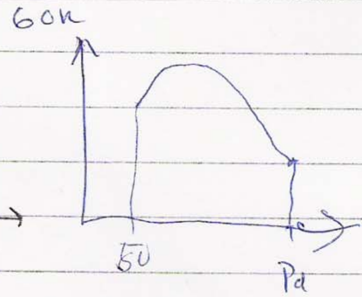
$$\Rightarrow (\Delta G_p)_j = (HCPV)_{sc} \cdot \frac{(\Delta V_g)_{j\,sc}}{(V_{celle})_{sc}}$$

$$= \frac{\cancel{p_d} \cdot (HCPV)}{\cancel{z_d} \cdot R\, T_{res}} \cdot V_m \quad \frac{\frac{p_j \cdot \Delta V_j}{z_j \cdot \cancel{R\, T_{res}}} \cdot \cancel{V_m}}{\frac{\cancel{p_d} \cdot V_{celle}}{\cancel{z_d} \cdot \cancel{R} \cdot \cancel{T_{res}}} \cdot \cancel{V_m}}$$

$$(\Delta n)_j = \frac{(\Delta G_p)_j}{V_m} = \frac{HCPV \cdot p_j \cdot (\Delta V_g)_j}{R\, T_{res} \cdot V_{celle} \cdot (Z_g)_j}$$

(e)





(f)

$$V_{brønnstrøm} = 0.7074 \cdot n_t \cdot V_m$$
$$= 0.7074 \cdot 60.509 \cdot 23.6447$$
$$= 1012\ Sm^3$$

(g) Fra CVD-analyse: $(\%L)_{max} \approx 18.5$

$S_{or} = 0.15 \;\therefore\; 15\%$

I trykkområdet ≈ 300 – 160 bar vil noe olje også strømme i reservoaret.

Altså: beregninger fra CVD-analysen vil underestimer STO noe.

Oppgave 2.

(a) a. Tangent-trekking gir:

$f_{wf} = 0,87$

$S_{wf} = 0,64 \qquad \bar{S}_w = 0,71$

1) $t_{BT} = \frac{L}{v_{Swf}} = \frac{1000}{\frac{200}{0,26 \cdot 10000} \cdot \frac{0,87}{0,64-0.16}}$ dager

$\underline{\underline{t_{BT} = 7172,4 \text{ dager} = 19,65 \text{ år}}}$

2) $N_p = q_t \cdot t_{BT} / B_o = \frac{200 \cdot 7172,4}{1.50}$

$\underline{\underline{N_p = 956\,320 \ Sm^3}}$

3) % gjenvinning av produserbar olje:

$$\frac{100\% \cdot (\bar{S}_w - S_{wr})}{(1 - S_{or} - S_{wr})} = \frac{100\,(0.71-0.16)}{(1-0,21-0.16)}$$

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

4) WOR like etter sjokkfronten:

$$WOR = \frac{\frac{f_{wf}}{B_w}}{\frac{1-f_{wf}}{B_o}} = \frac{f_{wf} \cdot B_o}{1 - f_{wf}} = \frac{0.87 \cdot 1.50}{1 - 0.87}$$

$\underline{\underline{WOR = 10,0 \ Sm^3/Sm^3}}$

(2)

(b)

$WOR = 20$

$\therefore \; WOR(1 - f_{wp}) = f_{wp} \cdot B_o$

$$f_{wp} = \frac{WOR}{WOR + B_o} = \frac{20}{20 + 1.5} = 0.930$$

Tangent-trekking : $f_{wp} = 0.930$

$S_{wp} = 0.69$

$\bar{S}_w = 0.76$

$$\text{Slope} = \frac{1 - 0.93}{0.76 - 0.69} = \underline{1.00}$$

S_{wp} har gått veilengden L.

1) $$t = \frac{L}{v_{Swp}} = \frac{1000}{\frac{200}{0.26 \cdot 10000} \cdot 1} = 13000 \text{ dager}$$

$$= \underline{\underline{35.6 \text{ år}}}$$

2) $$N_p = \frac{L \cdot A \cdot \Phi(\bar{S}_w - S_{wr})}{B_o} = \frac{1000 \cdot 10000 \cdot 0.26(0.76 - 0.16)}{1.50}$$

$$N_p = 1040000 \; Sm^3 = \underline{\underline{1.04 \times 10^6 \; Sm^3}}$$

(3)

3) % av prod. bar olje : $$\frac{100 \cdot (\bar{S}_w - S_{wr})}{(1 - S_{or} - S_{wr})} = \frac{100\,(0.76 - 0.16)}{(1 - 0.21 - 0.16)}$$

$$= \underline{\underline{95.24\,\%}}$$

③

[d] Etter $t = 45$ år $= 16425$ dager er metningen rundt produsenten S_{wp}'

$$t = \frac{L}{v_{S_{wp}'}} = \frac{L}{\frac{q_t}{\Phi \cdot A} \cdot \left(\frac{df_w}{dS_w}\right)_{S_{wp}'}}$$

$$\left(\frac{df_w}{dS_w}\right)_{S_{wp}'} = \frac{L \cdot \Phi \cdot A}{q_t \cdot t} = \frac{1000 \cdot 0.26 \cdot 10\,000}{200 \cdot 16\,425}$$

$$= 0.791$$

Linje med slope 0.791 parallellforskyves til tangering.

Fra figuren: $f_{wp}' = 0.96$

$S_{wp}' = 0.72$

$\bar{S}_w = 0.77$

(1) $$(WOR)_{45\,år} = \frac{f_{wp}' \cdot B_o}{1 - f_{wp}'} = \frac{0.96 \cdot 1.5}{1 - 0.96} = \underline{\underline{36 \ Sm^3/Sm^3}}$$

(2) $$N_p = \frac{1000 \cdot 0.26 \cdot 10\,000\,(0.77 - 0.16)}{1.5}$$

$$= \underline{\underline{1.057 \times 10^6 \ Sm^3}}$$

(3) % av prod.bar olje: $$\frac{100\,(0.77 - 0.16)}{(1 - 0.21 - 0.16)} = \underline{\underline{96.8\,\%}}$$

% av total olje tilstedet $= \frac{100\,(0.77 - 0.16)}{(1 - 0.16)} = \underline{\underline{72.6\,\%}}$

Løsningsforslag Høst 2008

27. november 2009

Oppgave 3:

a)

$$q = \frac{K\,A}{\mu}\frac{p_1 - p_2}{L}\,, \tag{1}$$

der A er tversnittet av mediet, K er permebiliteten av mediet, $p_1 - p_2$ er trykkfallet over mediet, q volumraten, μ viskositeten av veska som strømmer og L er lengden av mediet. Definisjonsenhetene er cm (lengde), s (tid), cP (viskositet), Darcy (permeabilitet) og atm (trykk).

b) Volumraten antas å være konstant da får vi fra likning (1):

$$p_1 - p_2 \;=\; \frac{q\,\mu\,L}{K\,A} \tag{2}$$

i) $p_1 - p_2$ dobles

ii) $p_1 - p_2$ dobles

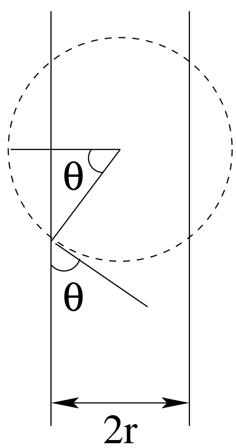
iii) $p_1 - p_2$ dobles

iv) $p_1 - p_2$ firedobles $A \rightarrow \pi\,(r/2)^2 \;=\; A/4$

v) $p_1 - p_2$ blir redusert med en tredjedel

c) Med kontaktvinkel målinger; ved f.eks. å plassere en dråpe vann på en flate som er omgitt av olje. Hvis kontaktvinkelen er mindre enn 90^o er flaten vannfuktet, er den større enn 90^o er den oljefuktet.

d) se figur ($R_1 \;=\; R_2 \;=\; R$)



R = r/cos θ. Dermed blir $p_c \;=\; 2\sigma\,\cos\theta/r$, trykket i vannfasen blir $p_w \;=\; p \,-\, \rho_w\,g\,h$ og i oljefasen $p_o \;=\; p \,-\, \rho_o\,g\,h$, dermed $p_c \;=\; p_o - p_w \;=\; (\rho_w - \rho_o)\,g\,h \;=\; 2\sigma\,\cos\theta/r$. Omforming av denne likningen gir da likningen oppgitt i oppgaveteksten.

e) I denne oppgaven gjelder:

$$\left[\frac{\sqrt{K/\phi}}{\sigma\,\cos\theta} p_c\right]\Bigg|_1 = \left[\frac{\sqrt{K/\phi}}{\sigma\,\cos\theta} p_c\right]\Bigg|_2$$
$$\left[\sqrt{K_1} p_c\right] = \left[\sqrt{K_2} p_c\right] \tag{3}$$

i) Sann, det er dette som er poenget med J-funskjon skalering
ii) Sann (se likning over)
iii) Usann, den er lik for begge gruppene. Her ville svaret sann også blitt godtatt hvis det var en begrunnelse.
iv) Usann, vann trenger lettere inn i høypermeabel stein
v) Usann, se oppgave f)

f) Bruk at $p_c = p_c = p_o - p_w = (\rho_w - \rho_o)\,g\,h$ og at $p_c(S_w) = \sigma/\sqrt{K/\phi}\,J(S_w)$. Da får man at $h = J(S_w)\,\sigma/((\rho_w - \rho_o)\,g\,\sqrt{K/\phi})$, ved å bruke oppgitt tabell, får man løsningen i tabell 1

Tabell 1: Metning som funksjon av høyde for lavpermeabel og høypermeabel stein

S	J(S)	h(K=500mD)	h(K=200mD)
1	0	0.00	0.00
0.95	0.22	2.61	4.12
0.9	0.31	3.67	5.81
0.75	0.55	6.51	10.30
0.6	1.02	12.08	19.10
0.45	1.66	19.66	31.09
0.3	2.84	33.64	53.18
0.25	3.8	45.01	71.16
0.235	4.23	50.10	79.22
0.235	5.29	62.65	99.07

g)

$$B_o(p) = \frac{\Delta V_o^R}{\Delta V_{o,o}^S} \qquad B_g(p) = \frac{\Delta V_g^R}{\Delta V_{g,g}^S}$$
$$R_s(p) = \frac{\Delta V_{g,o}^S}{\Delta V_{o,o}^S} \qquad R_p(p) = \frac{\Delta V_{g,o}^S + \Delta V_{g,g}^S}{\Delta V_{o,o}^S}\,, \tag{4}$$

hvis $p > p_b$ så er $\Delta V_{g,g}^S = 0$ og dermed er $R_p = R_s$.

h) Over boblepunkt så er $m = 0$. I denne oppgaven gjelder $W_e = W_p = 0$ og:

$$\begin{aligned} F &= N_p\,B_o\,, \\ E_o &= B_o - B_{o,i}\,, \\ E_c &= B_{o,i}\frac{c_w\,S_w + c_p}{1 - S_w}\Delta p\,. \end{aligned} \tag{5}$$

Dermed får vi følgende uttrykk:

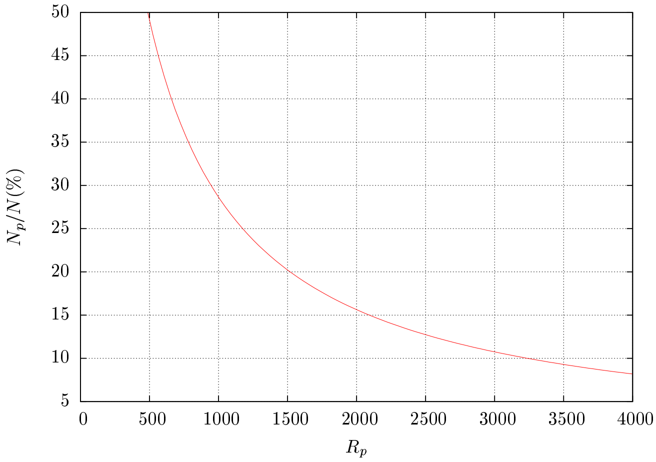
$$\begin{aligned} N_p\,B_o &= N\left(B_o - B_{o,i} + B_{o,i}\frac{c_w\,S_w + c_p}{1 - S_w}\Delta p\right)\,, \\ \frac{N_p}{N} &= \frac{B_o - B_{o,i}}{B_o} + \frac{B_{o,i}}{B_o}\frac{c_w\,S_w + c_p}{1 - S_w}\Delta p\,, \\ &= \frac{1.2511 - 1.2417}{1.2511} + \frac{1.2417}{1.2511}\frac{3\cdot 10^{-6}\cdot 0.2 + 8.6\cdot 10^{-6}}{0.8}(4000 - 3330)\,, \\ \frac{N_p}{N} &= 0.0152 \end{aligned} \tag{6}$$

Dermed blir utvinningsgraden 1.52 %.

i) I denne oppgave kan man se bort fra bidraget E_c leddet, siden ekspansjon av gass er mye større.

$$\begin{aligned}\frac{N_p}{N} &= \frac{B_o - B_{o,i} + R_{s,i} - R_s}{B_o + (R_p - R_s)\,B_g} \\ &= \frac{1.0940 - 1.2417 + (510 - 122)\,0.00339}{1.0940 + (R_p - 122)\,0.00339} \\ \frac{N_p}{N} &= \frac{344}{R_p + 201} \qquad (7)\end{aligned}$$

j) Her var jeg først og fremst ute etter at ekspansjon av gass i reservoaret er en veldig god drivmekansime. Noe som også er rimelig klart ut i fra figur 1.



Figur 1: Plott av utvinningsgraden som funksjon av kumulativt gass olje forhold. Legg merke til at utvinnigsgraden går ned etter som gass blir produsert.