

Skisse til løsning
Eksamen i Reservoarteknikk 1
4. september 2003.

Oppgave 1

a) Se forelesningene,

$$u = -\frac{k}{\mu} \frac{dp}{dx}$$

b) Se forelesningene.

c) Dersom en måler permeabiliteten ved en serie ulike middeltrykk \bar{p} og plotter permeabiliteten mot $1/\bar{p}$, kan en ekstrapolere til $\bar{p} = \infty$ og derved eliminere Klinkenberg-effekten og finne ekvivalent væskepermeabilitet. Raten må ikke være så høy at non-Darcy strøm forekommer. Dersom det er tilfelle, så må måledatene plottes i henhold til Forchheimer-ligningen, se forelesningene.

Oppgave 2

a) Se forelesningene.

b) Se forelesningene.

c) Antar neglisjerbart kapillartrykk slik at $\Delta p_o = \Delta p_w = \Delta p$, og med Darcy enheter har vi

$$\begin{aligned} k_{rw} &= \frac{q_w \mu_w \Delta L}{A \Delta p_w k}, \quad A = \pi (3.2/2)^2, \quad \Delta L = 9 \text{ cm}, \quad \mu_w = 1.1 \text{ cp} \\ &= \frac{q_w \cdot 1.1 \cdot 9}{8.04 \frac{\Delta p}{14.65} \cdot 0.0167 \cdot 3600} \\ &= 0.300 \frac{q_w}{\Delta p}, \quad q_w : \text{cm}^3/\text{hr}, \quad \Delta p : \text{psi}. \end{aligned}$$

På samme måte blir $k_{ro} = 0.546 q_o / \Delta p$ og $S_w = V_w / 14.476$. Av dette kan lages Tabell 1 som kan plottes.

Oppgave 3

a) Se forelesningene.

Tabell 1: Tolkede relative permeabilitetsverdier

S_w	k_{ro}	k_{rw}
0.15	1.00	0.00
0.20	0.45	0.017
0.25	0.30	0.025
0.32	0.20	0.049
0.41	0.12	0.075
0.55	0.05	0.156
0.68	0.00	0.249

b) En antar en drivmekanisme; beregner netto ekspansjon av reservoarfluid og porevolum fra initielt trykk p_i ned til et lavere trykk p , angitt ved p ; omgjør produserte volum til reservoarvolum ved trykk p . Setter så ekspansjonene ved p lik produksjonen ved p .

c)

PVT-data. Volumfaktorer som funksjoner av trykk. Disse måles i en PVT-lab basert på prøver fra reservoaret.

Produserte volum. Produserte volum olje, gass og vann som funksjoner av tiden. Måles kontinuerlig (helst) på overflaten med ratemålere.

Midlere reservoartrykk. Midlere reservoartrykk som funksjon av tiden. Finnes ved å trykkteste enkeltbrønner. Får middeltrykket i dreneringsvolumet til hver brønn og danner et totalt volumetrisk middeltrykk for reservoaret.

d) Materialbalanseligningen kan skrives på formen $F/E_o = N + NmE_g/E_o$. Ved å plote F/E_o mot E_g/E_o finner en først N av akseavskjæringen og så m fra stigningsforholdet Nm .

Oppgave 4

a) Per definisjon er

$$c = -\frac{1}{V_p} \frac{\Delta V_p}{\Delta p} = \frac{1}{V_p} \frac{\Delta V_p}{\Delta p},$$

når $\Delta p = -(p - p_i) = p_i - p$. Dessuten er $\Delta V_p = q \cdot \Delta t$. Da blir

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{q}{cV_p} = \frac{QB}{cV_p}, \quad \frac{dp}{dt} = \frac{QB}{cV_p}.$$

Dette gjelder for midlere reservoartrykk. Men i halvstasjonær periode synker trykket overalt med samme rate, dermed vil også

$$\frac{dp_{wf}}{dt} = \frac{QB}{cV_p}.$$

b) Plotter p_{wf} mot $\log t$ (lin-log) og får en rett linje med $m = 220$ psi/dekade som gir $k = 92$ mD.

Fra plott av p_{wf} mot t (lin-lin) av de sene datapunktene, finner en at $dp/dt = 6.72$ psi/døgn. Fra spm. a har vi at

$$V_p = \frac{QB}{c \frac{dp}{dt}},$$

og dersom vi her bruker enhetene V_p : bbl; Q : stb/døgn; B : rb/stb; c : psi^{-1} ; dp/dt : psi/døgn, så trenger vi ingen omregningsfaktor. Innsatt gir dette

$$V_p = \frac{800 \cdot 1.25}{17.7 \cdot 10^{-6} \cdot 6.72} = 8.4 \cdot 10^6 \text{ bbl.}$$

c) Se forelesningene.