

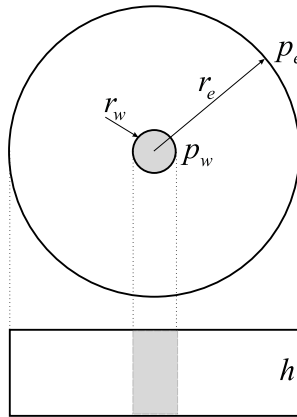
Oppgave 3

- a) Gitt Darcy's lov på formen

$$-\frac{dp}{dx} = \frac{\mu}{k} u. \quad \dots \dots \dots (1)$$

Hva er enhetene til størrelsene som inngår?

- b) Gitt et sylindrisk reservoar med brønn i sentrum som vist i Figur 1. Anta stasjonær,



Figur 1: Skisse av sylindrisk reservoar med brønn i sentrum; p trykk, r radius, h høyde, w brønn (well), e ytre (exterior).

horisontal væskestrøm inn mot brønnen og utled følgende uttrykk for volumraten q fra Darcy's lov,

$$q = \frac{2\pi kh(p_e - p_w)}{\mu \ln(r_e/r_w)}. \quad \dots \dots \dots (2)$$

- c) Vis at omregningsfaktoren blir 7.082 dersom følgende enheter skal brukes i Ligning 2: k darcy, μ cp, q bbl/d, h ft, p psi. Det oppgis at 1 atm er 14.696 psi, 1 ft er 30.48 cm, 1 bbl er 159 liter.

- d) Skinfaktoren S er definert ved

$$\Delta p_{\text{skin}} = S \frac{q\mu}{2\pi kh},$$

hvor Δp_{skin} er det ekstra trykkfallet som ligger over den skadde sone.

Vis at dersom brønnen i Figur 1 er skadet med permeabilitet k_s fra r_w og ut til radius r_s , så er skinfaktoren S gitt ved

$$S = \frac{k - k_s}{k_s} \ln \frac{r_s}{r_w}. \quad \dots \dots \dots (3)$$

e) Beregn trykket p_e og skinfaktor S dersom brønn og reservoar har følgende data: $q = 100$ bbl/d, $r_w = 0.5$ ft, $r_s = 10$ ft, $r_e = 330$ ft, $k_s = 50$ md, $k = 200$ md, $p_w = 2000$ psia, $\mu = 5$ cp, $h = 20$ ft.

Oppgave 4

a) Gitt et umettet oljereservoar med lett olje. Når reservoartrykket synker under keppunktstrykket p_b , utvikles det fri gass. Gassen inneholder oppløst lett olje, også kalt kondensat, som felles ut når gassen tas til overflaten. La ΔV_{gr} være det reservoarvolum

Tabell 1: Overflatevolum fra reservoarvolum ΔV_{gr} og ΔV_{or} .

VOLUM OLJE OG GASS		
I reservoaret		Ved overflaten
ΔV_{gr}	$\longrightarrow$	$\Delta V_{ggs} + \Delta V_{gos}$
ΔV_{or}	$\longrightarrow$	$\Delta V_{ogs} + \Delta V_{oos}$

fri gass som følger med dersom et (lite) reservoarvolum ΔV_{or} med olje produseres ved reservoartrykk p .

Volumet ΔV_{ogs} betyr volum gass fra reservoaroljen og ΔV_{gos} volum olje (kondensat) fra reservoargassen. Den første indeksen angir hvilken fase i reservoaret som er utgangspunktet, og den andre indeksen angir fasetype ved overflaten. Indeks r betegner reservoarforhold og indeks s betegner overflateforhold (surface).

Bruk Tabell 1 til å definere volumfaktorene B_o , B_g , oppløst gass-olje forhold R_s , oppløst olje-gass forhold r_s , og det produserende gass-olje forholdet R .

b) Anta først at $r_s = 0$ slik at $\Delta V_{gos} = 0$ og la $\Delta V_{oos} = 1$ stb. Hva er da ΔV_{gr} og ΔV_{or} uttrykt ved volumfaktorer og R definert ovenfor?

c) I det følgende er $r_s \geq 0$. Reservoaret produseres fra initielt trykk $p_i > p_b$ og ned til $p < p_b$. Totalt produsert volum olje ved overflatebetingelser (olje + kondensat) er målt til $N_p = V_{gos} + V_{oos}$ og totalt produsert volum gass er målt til $G_p = V_{ogs} + V_{ggs}$. Bruk volumfaktorer til å omgjøre disse volumene til volum olje, V_{or} , og volum fri gass, V_{gr} , ved reservoarforhold ved trykk p og vis at

$$V_{or} + V_{gr} = \frac{(N_p - r_s G_p) B_o + (G_p - R_s N_p) B_g}{1 - r_s R_s}. \quad \dots \dots \dots (4)$$

d) Neglisjer ekspansjonen av vann og bergart og vis at materialbalanseligningen for dette oljereservoaret blir

$$\frac{(N_p - r_s G_p) B_o + (G_p - R_s N_p) B_g}{1 - r_s R_s} = N(B_o - B_{oi}) + N(R_{si} - R_s) B_g.$$

e) Følgende data er gitt:

Ved initielt trykk $p_i = 7120$ psia: $B_{oi}[\text{rb/stb}] = 1.990$; $R_{si}[\text{scf/stb}] = 1550$.

Ved trykk $p = 4000$ psia: $B_o[\text{rb/stb}] = 1.455$; $R_s[\text{scf/stb}] = 610$; $B_g[\text{rb/scf}] = 0.00083$;
 $r_s[\text{stb/scf}] = 28 \cdot 10^{-6}$; $N_p[\text{stb}] = 555.489 \cdot 10^6$; $G_p[\text{scf}] = 2.076158 \cdot 10^{12}$.

Hvor stor prosentvis feil gir det i oljevolum opprinnelig tilstede, N , om r_s neglisjeres i materialbalanseligningen?