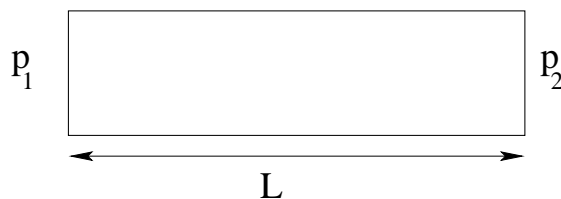


Oppgave 2:



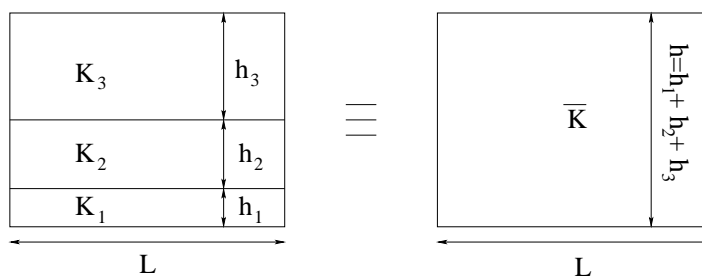
- a) Skriv ned Darcy's lov for en-dimensjonal *horisontal* strøm av en fase i et homogent, porøst medium med konstant tverrsnitt (se figur over). Definer størrelsene som inngår. Hva er definisjonsenhetene for Darcy's lov?
- b) Vis at for strøm av en ideell gass i et endimensjonalt, *horisontalt* medium, tar Darcy's lov følgende form:

$$q_b = \alpha \frac{K A}{\mu_g} \frac{1}{2 p_b L} (p_1^2 - p_2^2) .$$

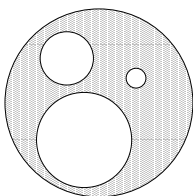
Anta at temperaturen er konstant. α er en konstant. Hva er verdien av α i Darcy enheter? Finn verdien av α i oljefelthenheter (OFU).

(Hint: ideell gass lov gir at $p q = \text{konstant}$ ved konstant temperatur. 1 psi = 0.068046 atm, 1 bbl = $159 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$ og 1 ft = 30.48 cm)

- c) Vis at for et lagdelt reservoar (se figur under) og væskestrøm *langs* lag så er effektiv permeabilitet gitt ved $\bar{K} = \frac{1}{h} (K_1 h_1 + K_2 h_2 + K_3 h_3)$.



Vi skal nå se nærmere på et porøst medium som har tre "pore". Porene er sylindriske, med lengde L ¹. Porene har radius r_1 , r_2 og r_3 , ingen væske kan strømme mellom porene. Et tverrsnitt av pluggen er skissert under. Anta at porene er fylt med vann. Dersom olje blir injisert fra den ene siden av pluggen, vil den fortrenge vannet i porene. Anta at hvis olje kommer inn i en av porene så fylles hele poren med olje og alt vannet blir produsert på den andre siden.



- d) Ta utgangspunkt i Young Laplace lov:

$$p_c = p_o - p_w = \sigma_{ow} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) ,$$

og vis at trykket i oljen må være

$$p_o = p_w + \frac{2 \sigma_{ow} \cos \theta}{r} ,$$

for at oljen skal fortrenge vannet i en vannfylt pore, med radius r og kontaktvinkel θ . σ_{ow} er grenseflatespenningen, mellom olje og vann.

¹Dette porøse mediet kan lages ved å ta en sylindrisk stålplugg og bore tre hull langs pluggen.

- e) Vi antar at $r_1 = 1 \mu\text{m}$, $r_2 = 2 \mu\text{m}$, $r_3 = 3 \mu\text{m}$, $\sigma_{ow} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$ og $\theta_{ow} = 0$. Lag en tabell, med en kolonne for trykkdifferensen mellom olje og vann ($p_o - p_w$, dvs. kapillartrykk) og en kolonne med tilsvarende vannmetning i pluggen. Skisser kapillartrykksfunksjonen for dette mediumet (dvs. plott kapillartrykk mot vannmetning).
- f) Anta nå at kapillartrykket er så høyt at alle porene er fylt med olje. Den største poren blir nå oljefeukt, dvs. $\theta_{ow} = 180^\circ$. (De to minste porene er fremdeles vannfuktet.). Vi senker så trykket i oljen slik at vann kan strømme inn fra den andre sida. Hvordan vil kapillartrykksfunksjonen (imbiberingskurven) se ut nå? Hva er verdien for S_{wr} , S_{or} og terskeltrykk (drenering) for dette porøse mediumet?

Vi skal nå se nærmere på et olje reservoir med en gasskappe, uten vannproduksjon. Vi definer følgende volumer:

Reservoir	→	Surface
ΔV_g^R	→	$\Delta V_{g,g}^S + \Delta V_{o,g}^S$
ΔV_o^R	→	$\Delta V_{o,o}^S + \Delta V_{g,o}^S$

På venstre side er det reservoarvolum av gass (ΔV_g^R) og olje (ΔV_o^R). Når en volumenhet av olje blir tatt til overflatebetingelser blir det produsert et volum olje ($\Delta V_{o,o}^S$) og et volum gass som var oppløst i oljen ($\Delta V_{g,o}^S$). Tilsvarende for gassfasen. Vi ser vekk i fra oppløst olje i gass, dvs. $\Delta V_{o,g}^S = 0$.

- g) Definer volumfaktorene B_o , B_g og oppløst gass-olje forhold R_s .
- h) Skisser B_o , B_g og R_s som funksjon av trykk i tre forskjellige grafer. Indiker på grafen hvor boblepunktstrykket for olje er.

Sett $\Delta V_g^R = 0$, altså et oljereservoar uten gasskappe og anta ingen innstrømning av vann i reservoaret. Innfør N som er totalt volum av hydrokarboner tilstede i reservoaret målt i overflatevolum (Sm^3) og N_p som er produsert hydrokarbonvolum, også målt i overflatevolum (Sm^3).

- i) Bruk materialbalanse til å finne F og E_o , uttrykt ved B_o og N_p , i formelen under:

$$F = N E_o .$$

- j) Forklar ved hjelp av en graf hvordan vi kan bestemme volum av hydrokarboner opprinnelig tilstede, fra formelen over. Hvordan blir formelen over modifisert, dersom vi har innstrømning av vann i reservoaret?