



DATO: 6. JUNI 2001

EKSAMEN I: TE 195 Reservoarteknikk 1

VARIGHET: kl. 09.00–14.00

TILLATTE HJELPEMIDLER: Kalkulator

OPPGAVESETTET BESTÅR AV: 3 sider

MERKNADER: Alle delspørsmål gis lik vekt.

---

## Oppgave 1

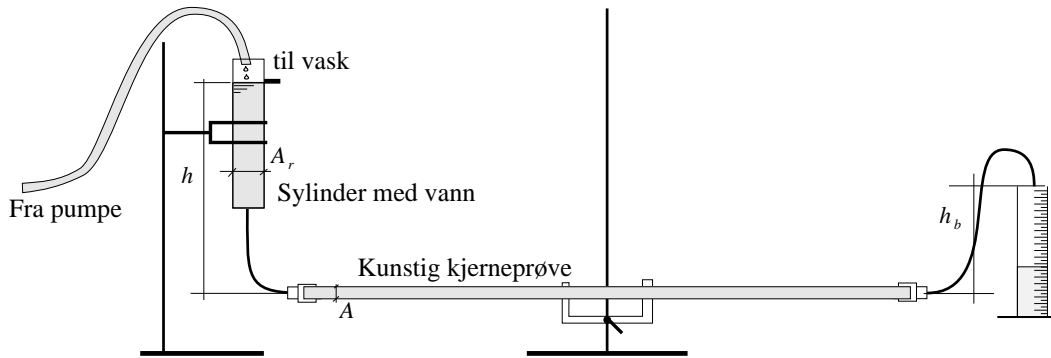
- a) Forklar kort hva som menes med overflatespenning, kontaktvinkel og kapillartrykk.
- b) Et plexiglassrør fylles med sand, mettes med vann og settes vertikalt ned i en bøtte. Øvre ende av røret er åpent til luft. Vann renner ut av sanden og ned i bøtten inntil likevekt oppstår. Hvor er det frie vannivået inne i sanden?
- c) Hvorfor er det viktig å kunne bestemme det frie vannivået i et reservoar?

## Oppgave 2

- a) Definer porøsitet og enheten 1 darcy.
- b) Figur 1 er hentet fra en av laboratorieøvingene. Nivået  $h$  av vann i sylindere starter på  $h_0$  ved tid  $t = 0$  og registreres som funksjon av tiden etter hvert som vannet strømmer gjennom den kunstige kjerneprøven. Vis at sammenhengen mellom  $h$  og  $t$  er gitt ved

$$\ln \frac{h_0 - h_b}{h - h_b} = \frac{k A \rho g t}{\mu A_r \Delta l} \frac{1}{1.01325 \cdot 10^6}, \dots \dots \dots (1)$$

hvor  $\Delta l$  er lengden av kjerneprøven. Utrykket er i Darcy enheter med tettheten  $\rho$  i  $\text{g/cm}^3$ . Det oppgis at 1 atmosfære er lik 101325 Pascal. Hvordan kan dette brukes til å bestemme permeabiliteten?



Figur 1: Laboratorieoppsett for å måle permeabilitet

### Oppgave 3

Gitt et umettet oljereservoar med lett olje. Når reservoartrykket synker under kokepunktstrykket  $p_b$  utvikles det fri gass. Gassen inneholder oppløst kondensat (olje) som felles ut når gassen tas til overflaten. La  $\Delta V_{gr}$  være det reservoarvolum fri gass som følger med dersom et lite reservoarvolum  $\Delta V_{or}$  med olje produseres ved reservoartrykk  $p < p_b$ . Indeks  $r$  betegner reservoarforhold og indeks  $s$  betegner overflateforhold (surface).

Tabell 1: Overflatevolum fra reservoarvolum  $\Delta V_{gr}$  og  $\Delta V_{or}$ .

VOLUM OLJE OG GASS	
Reservoar	Overflate
$\Delta V_{gr}$	$\rightarrow \Delta V_{ggs} + \Delta V_{gos}$
$\Delta V_{or}$	$\rightarrow \Delta V_{ogs} + \Delta V_{oos}$

a) Bruk Tabell 1 til å definere volumfaktorene  $B_o$ ,  $B_g$ ,  $R_s$ ,  $r_s$  og det produserende gass-olje forholdet  $R$ . [Anta at det brukes samme volumenheter, f.eks.  $\text{m}^3$  for både gass og olje.]

b) Vis at dersom  $r_s$  kan neglisjeres så gjelder følgende uttrykk for  $R$ ,

$$R = \frac{k_g \mu_o B_o}{k_o \mu_g B_g} + R_s. \quad \dots \dots \dots (2)$$

c) Vis at om  $r_s$  ikke kan neglisjeres så blir uttrykket

$$R = \frac{\alpha + R_s}{1 + \alpha r_s}, \quad \text{med } \alpha = \frac{k_g \mu_o B_o}{k_o \mu_g B_g}. \quad \dots \dots \dots (3)$$

d) Forklar hvilken verdi  $R$  i ligning (3) har ved trykk over kokepunktstrykket og ved et trykk langt under kokepunktstrykket.

## Oppgave 4

Linjekildeløsningen (“line source solution”) i praktiske trykktestenheter er gitt ved

$$p_{wf} = p_i - \frac{162.6 Q \mu B}{kh} \left[ \log \left( \frac{kt}{\phi \mu cr_w^2} \right) - 3.23 \right] \dots \dots \dots (4)$$

Praktiske enheter

---

$p$ : psi	$h$ : ft	$Q$ : stb/d	$t$ : timer	$q$ : rb/d	$c$ : psi <sup>-1</sup>	$B$ : rb/stb	$r$ : ft	$k$ : md	$\mu$ : cp
-----------	----------	-------------	-------------	------------	-------------------------	--------------	----------	----------	------------

---

a) Forklar kort hvilke betingelser som må være oppfylt forat linjekildeløsningen (4) skal være gyldig.

b) Bruk linjekildeløsningen (4) til å utlede følgende uttrykk til tolkning av en trykkoppbyggingstest,

$$p_{ws}(\Delta t) = p_i - 162.6 \frac{Q \mu B}{kh} \log \frac{t_p + \Delta t}{\Delta t} \dots \dots \dots (5)$$

c) En oljebrønn har produsert 1484 stb med konstant rate på 124 stb/d. Brønnen stenges av og følgende trykk observeres som funksjon av innstengingstiden,

$\Delta t$ , timer	24	28	32	36	40	44	48
$p_{ws}$ , psia	3398	3408	3415	3423	3431	3438	3442

Andre data:  $\mu_o = 3.2$  cp,  $B_o = 1.21$  rb/stb,  $h = 8.4$  ft,  $c_i = 12 \cdot 10^{-6}$  psi<sup>-1</sup>,  $\phi = 0.20$ .

- c1) Estimer initielt trykk.
- c2) Estimer permeabiliteten til formasjonen.