# ResTek1—Løsning Øving 4

## Oppgave 1

Regner først ut gass- og vannvolum: $V_g = (225.90 - 224.14)/1.0 = 1.76$ cm$^3$ $V_w = 4.4 - 1.76 = 2.64$ cm$^3$
Olje: $m_o = 224.14 - 209.75 - 2.64 \cdot 1.0 = 11.75$ g $\rho_o = 141.57/(131.5 + 35) = 0.8498$ g/cm$^3$ $V_o = m_o/\rho_o = 11.75/0.8498 = 13.83$ cm$^3$ $V_p = V_o + V_g + V_w = 1.76 + 2.64 + 13.83 = 18.23$ cm$^3$
Dette gir: $\phi = V_p/V_b = 18.23/95 = 0.19$ $S_w = V_w/V_p = 2.64/18.23 = 0.14$ $S_o = V_o/V_p = 13.83/18.23 = 0.76$ $S_g = 1 - S_o - S_g = 0.10$ $\rho = 209.75/(95 - 18.23) = 2.73$ cm$^3$, dvs. kalkstein.

## Oppgave 2

Omgjør alle volumene til å korrespondere med 120 g prøve: $V_b = 37.4 \cdot 120/90 = 49.9$ cm$^3$ $V_g = 0.53 \cdot 120/80 = 0.80$ cm$^3$ $V_o = 4.4$ cm$^3$, $V_w = 2.8$ cm$^3$ $V_p = V_g + V_o + V_w = 8.0$ cm$^3$ $\rho = 141.5/(131.5 + 35) = 0.8498$ g/cm$^3$
Dette gir: $\phi = V_p/V_b = 0.16$ $S_w = V_w/V_p = 0.35$ $S_o = V_o/V_p = 0.56$ $S_g = 1 - S_o - Sw = 0.10$ $\rho = [120 - (4.4 \cdot 0.8498 + 2.8)]/(49.9 - 8.0) = 2.70$ g/cm$^3$, kalkstein.

## Oppgave 3

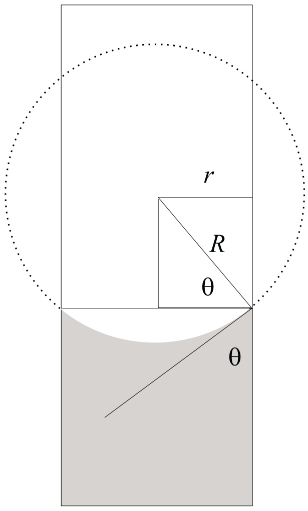
Vi bruker uttrykkene $h = 2\sigma\cos\theta/\Delta\rho g r$, $p_c = 2\sigma\cos\theta/r$ med enhetene $h$: cm, $\sigma$: dyn/cm, $\Delta\rho$: g/cm$^3$, $g$: cm/s$^2$, dyn: g $\cdot$ cm/s$^2$, $r$: cm, $p_c$: dyn/cm$^2$. Innsatt de oppgitte størrelser får vi at $h = 2.86$ cm, $p_c = 2800$ dyn/cm$^2$ som er lik $4.05 \cdot 10^{-2}$ psi [1 atm tilsvarer 14.65 psi som tilsvarer $1.0133 \cdot 10^6$ dyn/cm$^2$; dermed tilsvarer 1 psi $6.92 \cdot 10^4$ dyn/cm$^2$].

## Oppgave 4

Fortrengings- eller terskeltrykket $p_D$ = 25 psi = $25 \cdot 6.92 \cdot 10^4$ dyn/cm$^2$ = $1.73 \cdot 10^6$ dyn/cm$^2$. Dermed får vi av uttrykket for kapillartrykket ovenfor at $r = 2\sigma\cos\theta/p_D$ = $2 \cdot 24 \cdot 1/1.73 \cdot 10^6 = 2.78 \cdot 10^{-5}$ cm. Diameteren $2 \cdot 2.78 \cdot 10^{-5}/2.54$ = $2.2 \cdot 10^{-5}$ tommer, eller 0.56 $\mu m$.

## Oppgave 5

For en kuleflate er $R_1 = R_2 = R$ og av figuren ser vi at $r = R\cos\theta$. De to vinklene merket med $\theta$ er like siden vinkelbeina står parvis normalt på hverandre. Dermed følger uttrykket i oppgaven. Merk at dette er en tilnærmelse hvor vi har sett bort fra




Figur 1: Vertikalt, sylindrisk rør vist i vertikalt snitt gjennom diameter, kuleformet fluidoverflate inne i røret mellom to fluid.

tyngdekraftens innvirkning på formen av fluid-fluid overflaten. Krumningen vil i virkeligheten være større inne ved veggen enn i midten av røret. Dersom $r$ blir stor, vil overflaten bli et horisontal plan inne i midten av røret.

## Oppgave 6

La oss betrakte en kjerneprøve med lengde $L$, tverrsnitt $A$, porøsitet $\phi$, mettet med vann av resistivitet $R_w$. Lengden av porekanalene betegnes med $L_a$. I første omgang kan vi sette $L_a = L$ siden porekanalene er rette.

Porevolumet er gitt ved $A\phi L$. Dersom $S_w = 1$, så kan dette kan ses på som en leder av vann med lengde $L$ og tverrsnitt $A\phi$. La oss betegne motstanden i denne "vannlederen" med $r$ i ohm. Fra definisjonen av vannresistivitet $R_w$ har vi da at $r = R_w L/\phi A$. Videre er, per definisjon, $R_0 = rA/L = R_w/\phi$, og per definisjon er formasjonsfaktoren $F$ gitt ved $F = R_0/R_w = 1/\phi$.

La nå $n$ være antall kronglete porekanaler med samme lengde $L_a$ og tverrsnitt $\Delta A$. Da er $V_p = n\Delta A L_a$, $\phi = V_p/V_b = n\Delta A L_a/AL$, eller $n\Delta A = \phi AL/L_a$.

Motstanden $r$ (i ohm) gjennom vannet i den kronglete "vannlederen" er lik resistiviteten $R_w$ multiplisert med lengden av vannet, $L_a$, delt på tverrsnittet av vannet, $n\Delta A$,

$$r = R_w L_a/n\Delta A,$$

og $R_0 = rA/L = R_w L_a A/n\Delta A L = R_w L_a L_a A/\phi ALL = R_w (L_a/L)^2/\phi = R_w \tau/\phi$. Videre er $F = R_o/R_w = \tau/\phi$. Så, dersom $m = 2$ i Archie's ligning $F = \phi^{-m}$ blir $\tau = 1/\phi$.

## Oppgave 7

Arbeidet utført ved volumutvidelsen er netto kraft multiplisert med veien kraften har virket. Kraften er lik trykk multiplisert med den flaten trykket virker på. Da får vi arbeidet gitt ved $(p_1 - p_2)4\pi R^2 \delta R$. Økning i overflateenergi er $\sigma(4\pi(R+\delta R)^2 - 4\pi R^2)$ = $(4\pi \cdot 2R\delta R + 4\pi(\delta R)^2)$. Vi stryker 2. ordens leddet $(\delta R)^2$ og setter de to uttrykkene lik hverandre og får $(p_1 - p_2) = p_c = 2\sigma/R$.