

LØSNINGSFORSLAG ØVING 1 - 2022

①

Oppg. 1. (Sjekk at molfraksjonene summer til 1)

Løsning: Excel:

1. sett opp 4 tall-kolonner

	Y_i	M_{wi}	P_{ci}	T_{ci}
C_1	0.765	16.04	673	344
C_2	0.073	30.07	709	550
\vdots	\vdots			

Tabell 2.2 i Læreboka, men finnes også i std. oppslagsverk

2. sett opp 3 nye kolonner hvor renkomponent-eigen skapen multipliseres med molfraksjon

$Y_i * M_{wi}$	$Y_i * P_{ci}$	$Y_i * T_{ci}$
\vdots	\vdots	\vdots

3. La Excel summeren live a disse kolonnene

Dette gir "apparent molecular weight", "pseudo-critical pressure" og "pseudo-critical temperature" direkte

4. Regn ut spec. gravity v/d deler "apparent molecular weight" med tilsvarende for luft $M_{w,air} \approx 29 \frac{g}{mol}$

Oppg. 2

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial p}{\partial r} \right) = 0 \quad (1)$$

$$r \frac{\partial p}{\partial r} = - \frac{\dot{q} \mu}{2\pi kh} \quad (2)$$

(1): Integralert an 0 = en konstant:

$$r \frac{\partial p}{\partial r} = C = - \frac{\dot{q} \mu}{2\pi kh} \quad (\text{Strømningsraten = konstant})$$

Separer variablene r / ∂ flytte over r :

$$\frac{\partial p}{\partial r} = - \frac{\dot{q} \mu}{2\pi kh r}$$

Integrer fra tilfeldig r mot r_e i der $p = p_e$

$$\int_{p(r)}^{p_e} dp = - \frac{\dot{q} \mu}{2\pi kh} \int_r^{r_e} \frac{1}{r} dr$$

$$\Rightarrow p_e - p(r) = - \frac{\dot{q} \mu}{2\pi kh} \ln \left(\frac{r_e}{r} \right)$$

Trykk som funksjon av radius:

$$p(r) = p_e + \frac{\dot{q} \mu}{2\pi kh} \ln \left(\frac{r_e}{r} \right)$$

(Husk at \dot{q} har negativ tallverdi når det strømmer i negativ r -retning)

Oppg. 3 - Euklidsomregning

3

Ligningen i SI - enheter:

$$\Delta P_h = \rho \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot g \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \cdot h [\text{m}] = \rho g h \left[\frac{\text{kg m m}}{\text{m}^3 \text{s}^2} \right]$$

Gir resultat i Pa = $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ \longleftrightarrow $\frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$

N

(Siden g er konstant kunne vi skrevet $\Delta P_h = 9.81 \cdot \rho h$)

Hvis ρ og h er oppgitt kunne vi regnet ut ΔP_h direkte skrevet som brøk:

$$\frac{\rho g h}{\Delta P_h} = \underline{\underline{1}} \quad \text{Verdien skal bli 1, dimensjonsløst.}$$

Ligningen (oppsettning) i Field units:

$$\Delta P_h = \rho \left[\frac{\text{lbm}}{\text{ft}^3} \right] \cdot g \left[\frac{\text{ft}}{\text{s}^2} \right] \cdot h [\text{ft}] = \rho g h \left[\frac{\text{lbm ft ft}}{\text{ft}^3 \text{s}^2} \right]$$

Psi = $\frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}$ — Pound force — inch² Problemet er at dette IKKE er psi.

I djetetthet oppgis som $\rho_o = \gamma_o \cdot \rho_w$

Tetthet for vann = $62.4 \frac{\text{lbm}}{\text{ft}^3}$

II Ligning i field units bare som regel inn alle numeriske konstanter inn i en felles tallverdi

$$\Rightarrow \Delta P_h = \gamma_o \cdot 62.4 \left[\frac{\text{lbm}}{\text{ft}^3} \right] \cdot 32.17 \left[\frac{\text{ft}}{\text{s}^2} \right] \cdot h \left[\text{ft} \right]$$

III Forhold mellom massenhet og kraftenhet er definert forskjellig i de 2 systemene:

SF: $F[\text{N}] = m[\text{kg}] \cdot a \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$

$$\rightarrow 1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

USF: $F[\text{lbf}] = \frac{m[\text{lbm}] \cdot g \left[\frac{\text{ft}}{\text{s}^2} \right]}{g_c \left[\frac{\text{lbm ft}}{\text{lbf s}^2} \right]}$

$$g_c \equiv \frac{m \cdot g}{F_g}$$

i begge systemene

med andre ord: Tyngdekraften for en masse som veier 1 massenhet blir da:

SF $F_g(1 \text{ kg}) = 1 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9.81 \text{ N}$

USF $F_g(1 \text{ lbm}) \equiv 1 \text{ lbf}$

↑ per definisjon

IV: $1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$

$$\rightarrow \Delta P_h = \frac{\gamma_o \cdot 62.4 \left[\frac{\text{lbm}}{\text{ft}^3} \right] \cdot 32.17 \left[\frac{\text{ft}}{\text{s}^2} \right] \cdot h \left[\text{ft} \right]}{32.17 \left[\frac{\text{lbm ft}}{\text{lbf s}^2} \right]}$$

$$= \gamma_o \cdot \frac{62.4 \cdot 32.17}{32.17} \cdot h \cdot \frac{\text{lbm ft} \cdot \text{ft} \cdot \text{lbf s}^2}{\text{ft}^3 \cdot \text{s}^2 \cdot \text{lbm ft}}$$

$0.434 \approx \rightarrow \Delta P_h = \gamma_o h \left(\frac{62.4}{12^2} \right) \left[\frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} \right]$
Dette er psi

NS: Denne trykk-enheten brukes over og over i formelen.

Ekstraopgave — afregenkappe

2.2: For at få med trykafhængigheden via solution GOR = R_s beregnes fra lign. (2.2)

① $T = 126^\circ\text{F}$, $p = 2500 \text{ psi}$

Lign. (2.2) $R_s = 0.77 \left[\frac{2500}{18} \cdot \frac{10^{0.0125 \cdot 35}}{10^{0.00091 \cdot 120}} \right]^{1.2048} \approx \underline{730 \frac{\text{scf}}{\text{Stb}}}$

Tæthet, lign. (2.5)

Trenge γ_o ; sum lign. (2.3): $\gamma_o = \frac{141.5}{131.5 + 35} = \underline{0.85}$

$S_o = \frac{62.4 \cdot 0.85 + 0.0136 \cdot 730 \cdot 0.77}{0.972 + 0.000147 \cdot \left[730 \cdot \sqrt{\frac{0.77}{0.85}} + 1.25 \cdot 120 \right]^{1.175}}$

$= \underline{44.1 \text{ lbm/ft}^3}$

*: $S_{STO} = 62.4 \cdot 0.85 = 53 \text{ lbm/ft}^3$
 \hookrightarrow Swake

$(43.4 \text{ m} / R_s = 800)$

Viskositet, lign. (2.10) $p = p_b = 2500 \text{ psi}$: saturated

Dead oil; lign. (2.8):

$A = 10^{(0.43 + \frac{8.33}{35})} = \underline{4.656}$

$\text{Mod} = \left(0.32 + \frac{1.8 \cdot 10^7}{35 \cdot 4.63} \right) \cdot \left(\frac{360}{120 + 200} \right)^{4.656} = \underline{3.707 \text{ cp}}$

Konstante i 2.10:

$e = 3.74 \cdot 10^{-3} \cdot 730 = \underline{2.730}$

$d = 1.1 \cdot 10^{-3} \cdot 730 = \underline{0.803}$

$c = 8.62 \cdot 10^{-5} \cdot 730 = \underline{0.0629}$

$$b = \frac{0.68}{10^{0.0629}} + \frac{0.25}{10^{0.803}} + \frac{0.062}{10^{2.73}} = \underline{0.6278}$$

$$a = 730(2.2 \cdot 10^{-7} \cdot 730 - 7.4 \cdot 10^{-4}) = \underline{-0.4236}$$

$$\Rightarrow \mu_{ob} = 10^{-0.423} \cdot 3.707^{0.6278} = \underline{0.859 \text{ cp}}$$

$$\underline{(0.7902 \text{ m} / R_s = 800)}$$

② $T = 120^\circ\text{F}$, $p = 2500$

$$R_s = \underline{909}$$

$$S_o = \underline{42.45 \text{ lbm/ft}^3} \quad (43.4 \text{ m} / R_s = 800)$$

$$\mu_{ob} = \underline{0.702 \text{ cp}} \quad (0.7902 \text{ m} / R_s = 800)$$

$$\begin{aligned} \text{Eqn. (2.16): } \mu_o &= 0.702 + 0.001(3000 - 2500) \cdot (0.024 \cdot 0.702^{1.6} \\ &\quad + 0.38 \cdot 0.702^{0.5}) \\ &= \underline{0.865 \text{ cp}} \quad \underline{(0.965 \text{ m} / R_s = 800)} \end{aligned}$$

Her vil man spare arbejde ved å regne ut i et XL-arke

NB: Regnearket "Oil Properties.xls" bruker $R_s = 800$ for alle utregningene.