

LØSNINGSSKISSEØVING 1OPPGAVE 1: Beregning av gasstetthet

Bruk de utleverte diagrammer og tabeller til overslagsberegningene i denne oppgaven.

Gå ut fra en gassblanding som har molfraksjon av komponentene som angitt i tabellen nedenfor.

**A) Finn kompressibilitetsfaktoren  $Z$  ved  $120^{\circ}\text{F}$  og  $1500\text{ psia}$  ved å beregne redusert trykk og temperatur ut fra  $T_c$  og  $P_c$  for de enkelte komponenter:**

komponent	nr. i	mol- fraksjon $y(i)$	mol- masse $M(i)$ [kg/kgmol]	$y(i)*M(i)$ [kg/kgmol]	kritisk temperatur $T(c)$ [R]	$y(i)*T(c)$ [R]	kritisk trykk $P(c)$ [psia]	$y(i)*P(c)$ [psia]
Metan	1	0,85	16,0	13,60	344	292,4	673	572,1
Etan	2	0,09	30,1	2,71	550	49,5	709	63,8
Propan	3	0,04	44,1	1,76	666	26,6 <sub>4</sub>	618	24,7
Butan	4	0,02	58,1	1,16	766	15,3 <sub>2</sub>	551	11,0

For komponentblanding:

antall mol	1,00		
molvekt		19,24	
rel. tetthet		0,66	
kritisk temperatur			383,8 <sub>6</sub>
kritisk trykk			671,6

Relativ tetthet er beregnet ut fra  $M_{\text{gassblanding}}/M_{\text{luft}}$ . De øvrige størrelsene er beregnet som  $A_{\text{gassblanding}} = \sum A_i * x_i$ .

Beregninger ved:

T	P
[F]	[psia]
<b>120</b>	<b>1500</b>
[R]	
<b>579,67</b>	

Redusert

$$T(r) = 1,51$$

T

Redusert

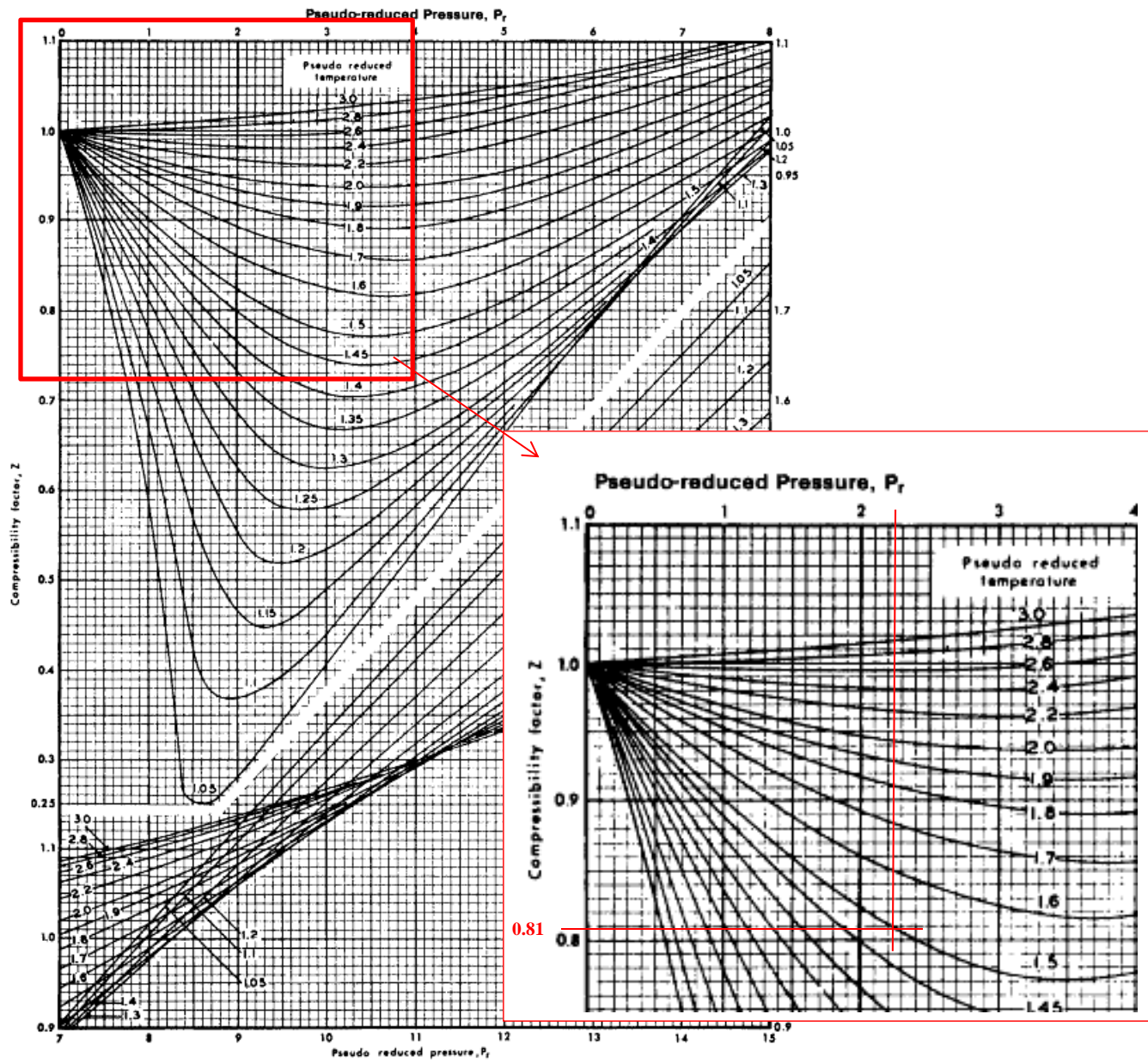
$$P(r) = 2,23$$

P

**Z-faktor  $Z = \underline{\underline{0,81}}$**  (diagram 23-4)

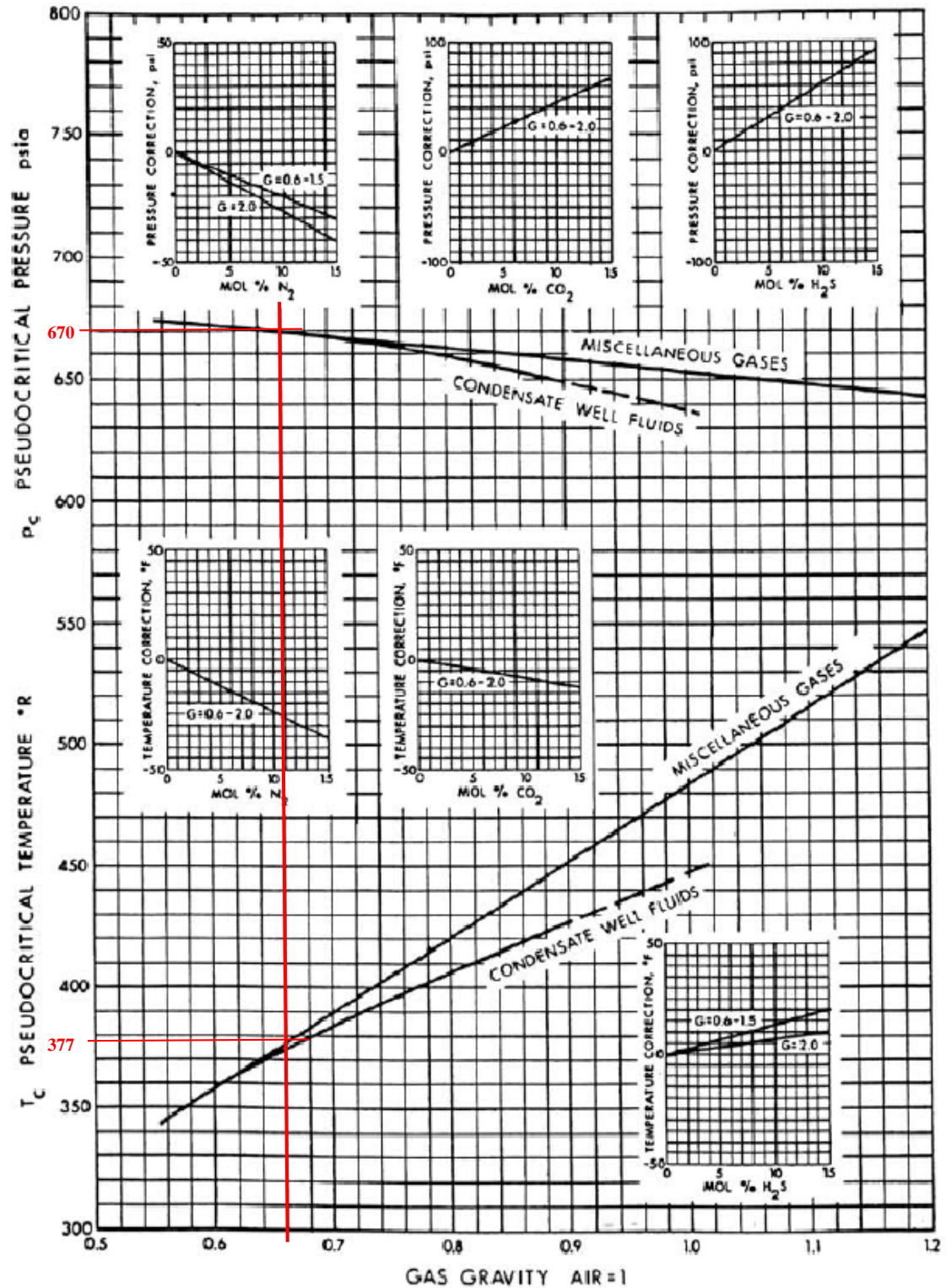
Om reduserte verdier, se innledningen i teksten til øvingen.

Avlesning av Z-faktor fra diagrammet i vedlagte Fig 23-4 er vist på neste side.



**B) Finn kompressibilitetsfaktoren  $Z$  ved de samme betingelser med utgangspunkt i relativ gasstetthet.**

Vi har bestemt gassens relative tetthet til  $\gamma_g = 0.66$ . Nå kan de kritiske verdier for trykk og temperatur finnes tilnærmet fra diagrammet på side 6 i oppgavesettet:



## KURS PET200: PRODUKSJON AV OLJE OG GASS høst 2014

Fra diagrammet finner vi:

$$T_{pc} = 377 \text{ R} \text{ og } P_{pc} = 670 \text{ psia}$$

som gir reduserte verdier:

$$T_{pr} = \frac{T}{T_{pc}} = \frac{579.67}{377} = 1.54 \text{ og } P_{pr} = \frac{1500}{670} = 2.24$$

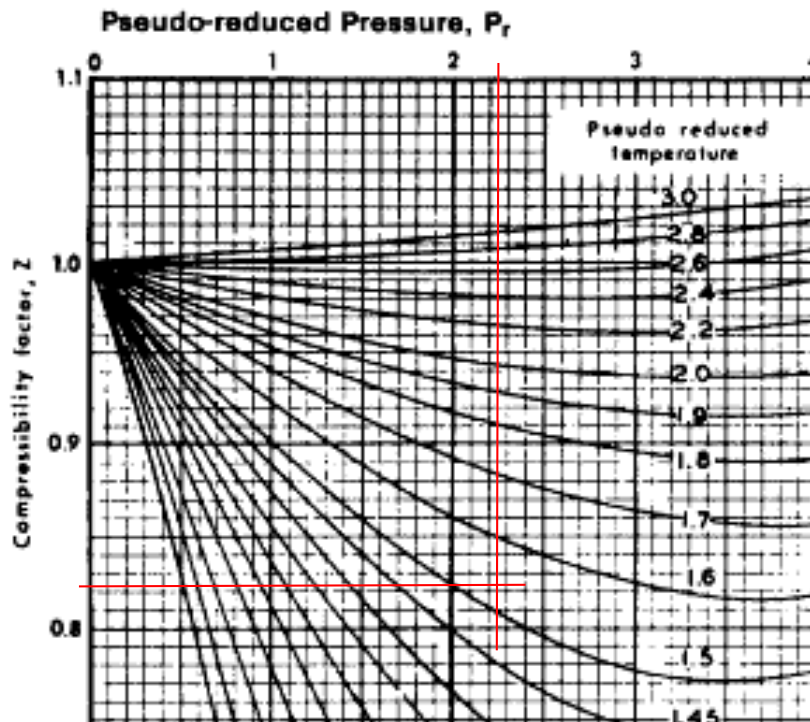


Diagram 23 - 4 gir nå:  $Z = 0.82$

**BEMERKNING:**

Gasstetthet kan uttrykkes ved hjelp av gasslikningen:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot M \cdot P}{n \cdot R \cdot T \cdot Z}$$

**c) Molvolumet kan uttrykkes ved hjelp av gasslikningen:**

Dersom vi regner i SI systemet:

Reservoartemp:  $120 \text{ }^\circ\text{F} = [(120-32)/1.8 + 273.15] \text{ }^\circ\text{K} = 322.0 \text{ }^\circ\text{K}$

Reservoartrykk:  $1500 \text{ psia} = 1500 \times 6.8948 \text{ kPa} = 10342 \text{ kPa} = 10.342 \text{ MPa}$

$$\frac{V}{n} = \frac{R \cdot T \cdot Z}{P} = \frac{8.3145 \cdot 322 \cdot 0.81}{10.342 \cdot 10^6} = 2.097 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{mol}$$

eller heller:  $\frac{V}{n} = 0.2097 \text{ m}^3/\text{kgmol}$

I feltenheter (US-Oilfield):

## KURS PET200: PRODUKSJON AV OLJE OG GASS høst 2014

$$\frac{V}{n} = \frac{RTZ}{P} = \frac{10.73 \cdot 580 \cdot 0.81}{1500} = 3.34 \text{ ft}^3/\text{lbmol}$$

D) Anta at sammensetningen ikke er kjent utover at den tilsynelatende molvekten er gitt. Bruk den Z-verdien du har funnet til å beregne gassens tetthet ved de gitte betingelser.

Gasstetthet kan uttrykkes ved hjelp av gasslikningen:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot m \cdot P}{n \cdot R \cdot T \cdot Z} = \frac{19.24 \cdot 10342}{8.3145 \cdot 322 \cdot 0.81} = 91.76 \text{ [kg / m}^3\text{]}$$

**OPPGAVE 2:****Trykk i brønn**

For et oljeførende lag har vi følgende data:

Dybde	<b>H</b>	= <b>10 000 fot</b>
Reservoartykkelse	<b>h</b>	= <b>30 fot</b>
Initielt reservoartrykk	<b>p<sub>Ri</sub></b>	= <b>6 000 psia</b>
Relativ tetthet, olje	<b>γ<sub>o</sub></b>	= <b>0,75</b>
Kokepunkt, olje	<b>p<sub>b</sub></b>	= <b>3 500 psia</b>
Relativ tetthet, formasjonsvann	<b>γ<sub>fw</sub></b>	= <b>1.07</b>

A) Hva er normalt poretrykk i dette reservoaret?

$$p_{\text{PORE}} = 0.434 \cdot \gamma_{fw} \cdot D = 0.434 \cdot 1.07 \cdot 10000 = 4644 \text{ psi}$$

B) Dersom en produksjonsbrønn ned til dette reservoaret blir avstengt, hvor stort trykk vil det være ved brønnehodet? Se bort fra at oljen i brønnen kan utvikle gass.

$$p_{wh} = p_{Ri} - 0.434 \cdot \gamma_o \cdot D = 6000 - 0.434 \cdot 0.75 \cdot 10000 = 2745 \text{ psi}$$

C) Hvor i brønne vil oljen nå kokepunktetrykket?

$$p_b = p_{Ri} - 0.434 \cdot \gamma_o \cdot (D - x)$$

$$x = 2320 \text{ ft}$$

**OPPGAVE 3: Omregning til feltenheter**

Bruk omregningstabeller gitt til sist i øvingsmappa på Its Learning i fil "Omregningsfaktorer US - SI" (appendiks A side 282). Denne er også vedlagt øvingssettet.

Har oppgitt:  $\Delta p_h = \rho \cdot g \cdot H$  som innsatt  $\rho = 1000 \cdot \gamma$  gir

$$\frac{\Delta p_h}{H} = 1000 \cdot \gamma \cdot g = 9810 \cdot \gamma \text{ [Pa/m]} = 9.81 \cdot \gamma \text{ [kPa/m]} \quad [3-1]$$

Når en dividerer med H på venstre og høyre side av ligning [3-1]. Fra vedlagt tabell Appendix A i tidligere lærebok finner en 1 kPa/m = 0.0442 psi/ft som innsatt i likning [3-1] gir

$$\frac{\Delta p_h}{h} = 9.810 \cdot 0.0442 \cdot \gamma = 0.434 \cdot \gamma \quad [3-2]$$

der faktor 0.434 har benevning psi/ft og høyden, h, i nevner på venstre side av ligningen må nå være i fot for at benevning skal stemme. Med høyden, h, i fot finner en da ved å multiplisere høyre og venstre side i ligning [3-2] med h:

$$\Delta p_h = 0.434 \cdot \gamma \cdot h \quad [3-3] \text{ q.e.d.}$$