

Esercitazione su deviazioni dall'idealità

Calcolare il fattore di compressibilità Z e il coefficiente di fugacità ϕ per 1-butene in fase vapore a 0°C e 1 bar, 0°C e 70 bar, 200°C e 1 bar e 200°C e 70 bar. Si assumano i seguenti dati: $T_c=420.20\text{ K}$; $P_c=40.43\text{ bar}$; $\omega=0.191$.

Soluzione

Innanzitutto si prepara una tabella in cui le varie condizioni sono riassunte, in termini sia assoluti che relativi.

Condizione	T [K]	P [bar]	Tr [-]	Pr [-]
1	273.15	1	0.65	0.0247
2	273.15	70	0.65	1.731
3	473.15	1	1.126	0.0247
4	473.15	70	1.126	1.731

Note le condizioni relative, dalle tabelle E del testo Smith, Van Ness e Abbott, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics (7ma edizione) si ricavano i valori di Z^0 e Z^1 e si calcola il fattore di compressibilità e poi valori di ϕ^0 e ϕ^1 , ricavando Z e ϕ dalle seguenti formule

$$Z = Z^0 + \omega Z^1$$

$$\ln\phi = \ln\phi^0 + \omega \ln\phi^1 \quad \text{oppure} \quad \phi = \phi^0 (\phi^1)^\omega$$

Per la condizione 1 si va sulle tavole E.1 ed E.2 rispettivamente per i valori di Z^0 e Z^1 e sulle tavole E.13 ed e.14 per i valori di ϕ^0 e ϕ^1 .

Condizione	1	Tr=0.65	Pr=0.0247		
Tr=0.65	Pr=0.01	$Z^0=0.9881$	$Z^1=-0.0137$	$\phi^0=0.9886$	$\phi^1=0.9863$
Tr=0.65	Pr=0.05	$Z^0=0.9377$	$Z^1=-0.0772$	$\phi^0=0.9419$	$\phi^1=0.9311$

Interpolando si ottengono i valori come sotto riportati nelle espressioni per calcolare Z e ϕ

$$Z = 0.970 + \omega (-0.0370) = 0.962$$

$$\phi = 0.971 (0.966)^{0.191} = 0.965$$

Per la condizione 2 si va sulle tavole E.3 ed E.4 rispettivamente per i valori di Z^0 e Z^1 e sulle tavole E.15 ed e.16 per i valori di ϕ^0 e ϕ^1 .

Condizione	2	Tr=0.65	Pr=1.731		
Tr=0.65	Pr=1.5	$Z^0=0.2634$	$Z^1=-0.1122$	$\phi^0=0.0445$	$\phi^1=0.0516$
Tr=0.65	Pr=2.0	$Z^0=0.3495$	$Z^1=-0.1476$	$\phi^0=0.0364$	$\phi^1=0.0497$

Interpolando si ottengono i valori come sotto riportati nelle espressioni per calcolare Z e ϕ

$$Z = 0.303 + \omega (-0.1286) = 0.2786$$

$$\phi = 0.0408 (0.0507)^{0.191} = 0.0231$$

Nelle condizioni 3 e 4 si procede in modo analogo, fino a trovare fattore di compressibilità e coefficiente di fugacità unitari nella condizione 3 e fattore di compressibilità pari a 0.512 nella condizione 4.