



Norges
teknisk–naturvitenskapelige
universitet
Institutt for kjemisk
prosessteknologi

TKP4120

Prosessteknikk

Vår 2020

Øving 3

Relevante kapitler i læreboka 1, 2 og A1-A4. Fokus i denne øvingen er forståelse av gasskonstanten, van der Waals tilstandsligning og beregning av partialtrykk.

- 1 Anta at frysepunkt og kokepunkt for etanol (henholdsvis -116°C og 78°C) er basis for en ny temperaturskala, E . Nullpunktet til E defineres fra frysepunktet til etanol, og $1000^{\circ}E$ er definert som kokepunktet til etanol.
- a) Hvor stor er en temperaturendring på 1°C uttrykt ved den nye skalaen?
 - b) Hva er det absolutte nullpunktet 0 K målt med den nye skalaen?
 - c) Hva er verdien på gasskonstanten R_E til den nye skalaen? Anta at E -skalaen forskyves slik at $0^{\circ}E$ er ved det absolutte nullpunktet. Hvorfor bør (les: må) vi gjøre dette?
- 2 En beholder med volum $V = 22,4\text{ L}$ inneholder $2,0\text{ mol H}_2$ og $1,0\text{ mol N}_2$ ved $273,15\text{ K}$. All H_2 reagerer med N_2 til NH_3 . Temperaturen holdes konstant.
- Dette er en satsvis reaktor, og molbalansen for komponent A er da:

$$U_t = I_{\text{nn}} + D_{\text{annet ved reaksjon}} [\text{mol A}].$$

Beregn trykket i beholderen før og etter reaksjonen

- 3 En gass følger tilstandsligningen

$$p(V - b) = RT \quad (1)$$

Skisser diagrammer som viser

- a) En isoterm i et pV -diagram (p som funksjon av V ved konstant T).
- b) En isobar i et VT -diagram (V som funksjon av T ved konstant p).
- c) En isochor i et pT -diagram (p som funksjon av T ved konstant V).

4 Van der Waals tilstandsligning

I denne oppgaven ser vi på tilstandsligningen van der Waals tilstandsligning, gitt ved

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2} \quad (2)$$

der $V_m = \frac{V}{n}$. Vi skal se på propangass som eksempel.

Tabell 1: Data til vdW-tilstandslikning som brukes dersom annet ikke er gitt

Variabel	Verdi
V	0,003 m ³
n	1,0 mol
R	8,314 Pa m ³ mol ⁻¹ K ⁻¹
b	$6,27 \cdot 10^{-5}$ m ³ mol ⁻¹
T	300 K
a	1,0913 J m ³ mol ⁻²

Scriptet `Ex3_vdw.py` og en datafil `propaneData_2.txt` er vedlagt og brukes i løsningen av de følgende oppgavene. Du må laste disse to filene ned og lagre de i *samme mappe* på din datamaskin for å bruke de.

Det er ikke meningen at du skal skrive kode selv i denne oppgaven, men kun bruke de vedlagte funksjonene til å gjøre beregninger.

- Forklar betydningen av a og b .
- Gjør deg kjent med det vedlagte scriptet. Regn ut trykket for ideell gass og van der waal-gass ved $V = 0.003\text{m}^3$ og øvrige parametre som oppgitt i tabell 1.
- Regn ut trykket for ideell gass og van der waal-gass ved $V = 0.003\text{m}^3$, men sett $a = 0, b = 0$ for van der Waal-funksjonen. Kommenter svaret.
- Filen `propaneData_2.txt` inneholder målte data for volum og trykk for propan. Lagre denne filen i samme mappe som `Ex3_vdw.py`. Scriptet `Ex3_vdw.py` importerer verdiene for propan til variablene `volume`, `realPressure`, og lager et enkelt plot som sammenligner disse målingene med beregninger for ideell gasslov og van der waals tilstandsligning.

Gjør en vurdering av hvilken tilstandsligning (ideell gasslov eller van der Waals) som best beskriver datasettet. Ved hvilke gassvolum- og trykkverdier finner du det største avviket mellom datasettet og tilstandsligningen? Diskuter dette i lys av antagelsene for ideell gasslov og van der Waals tilstandsligning.

Utvalgte tallsvar:

- 1 a) $5,14\text{ }^{\circ}\text{E}/^{\circ}\text{C}$
 b) $-808\text{ }^{\circ}\text{E}$
 c) $1,617\text{ J/mol }^{\circ}\text{E}$

2 $p_{\text{H}_2} = 0, \quad p_{\text{N}_2} = 0,338\text{ bar}, \quad p_{\text{NH}_3} = 1,352\text{ bar}$