

## Ćwiczenia z termodynamiki dla I roku, grupy 1, 2, 3.

### Zestaw nr 3.

1. Wartość stałej  $b$  w równaniu van der Waalsa dla argonu wynosi  $0.03 \text{ m}^3/\text{kmol}$ . Oszacować średnicę atomu argonu.
2. Jakie jest ciśnienie dwutlenku węgla w temperaturze  $3 \text{ }^\circ\text{C}$ , jeżeli jego gęstość w tej temperaturze jest równa: a)  $0.5 \text{ kg/m}^3$  oraz b)  $500 \text{ kg/m}^3$ ? Zastosować równanie van der Waalsa przyjmując  $a = 3.64 \times 10^5 \text{ Jm}^3/\text{kmol}^2$ ,  $b = 0.043 \text{ m}^3/\text{kmol}$ . Jaki rezultat otrzymalibyśmy traktując  $\text{CO}_2$  jako gaz doskonały?
3. Wyznaczyć współczynnik ściśliwości izotermicznej dla gazu van der Waalsa ( $\kappa_r$ ). Pokazać, że dla gazu rozrzedzonego z dobrym przybliżeniem zachodzi:

$$\frac{\kappa_r}{\kappa_i} \approx 1 - \frac{2b}{V_m},$$

gdzie  $\kappa_i$  jest współczynnikiem dla gazu doskonałego.  $V_m$  oznacza objętość molową gazu.

4. Znaleźć drugi współczynnik wirialny  $B(T)$  w rozwinięciu:

$$\frac{pV_m}{RT} = 1 + \frac{B(T)}{V_m} + \frac{C(T)}{V_m^2} + \dots,$$

dla równania stanu gazów rzeczywistych Dietericiego oraz Berthelota.

5. Wyznaczyć wartości parametrów krytycznych  $V_{m,k}$ ,  $p_k$  i  $T_k$  dla równania van der Waalsa. Obliczyć współczynnik krytyczny  $p_k V_{m,k}/(RT_k)$ .
6. Podać postać równania van der Waalsa, w którym objętość, ciśnienie i temperaturę wyrazimy w jednostkach odpowiadających im wartości krytycznych (parametry zredukowane), tzn.:

$$\omega = V_m/V_{m,k}, \quad \pi = p/p_k, \quad \tau = T/T_k.$$