1. Die Zustandsgleichung für **ein Mol** eines **Van der Waals-Gases** lautet: $\left(p+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=\mathrm{R}T$. Bei $\boldsymbol{p_k}$, $\boldsymbol{V_k}$ und $\boldsymbol{T_k}$ (**kritischer Druck**, **kritisches Volumen**, **kritische Temperatur**) besitzt die Zustandsfunktion $p = p(V, T_k)$ einen **Sattelpunkt**.

a) Wie lautet die Zustandsfunktion?
b) Unter Zuhilfenahme des Faktums, dass die Zustandsfunktion bei $p_k = p_k(V_k, T_k)$ einen Sattelpunkt aufweist, drücke man die Konstanten $\boldsymbol{a}$ und $\boldsymbol{b}$ der Zustandsfunktion als **Funktionen von** $\mathbf{p_k}$, $\boldsymbol{V_k}$ und $\boldsymbol{T_k}$ aus. *(Lösung: a = (9/8)$\mathrm{R}T_kV_k$, $b = V_k/3$)*
c) Was ist die **physikalische Bedeutung der Konstanten** $\boldsymbol{a}$ und $\boldsymbol{b}$? (Dimensionsbetrachtung!)

2. Zwei verschiedene **Van der Waals-Gase** von **je 1 Mol** besitzen folgende kritische Drücke und Temperaturen: Gas 1: $\boldsymbol{p_k}$ **=** 50,6 bar, $\boldsymbol{T_k}$ **=** 155 K; Gas 2: $\boldsymbol{p_k}$ **=** 77,1 bar, $\boldsymbol{T_k}$ **=** 417 K.

a) Man berechne daraus die **Van der Waals-Konstanten** $\boldsymbol{a}$ und $\boldsymbol{b}$ für die beiden Gase. *(Lösung: a_1 = 1,385 · 10^{-1} Jm³mol^{-2}, b_1 = 3,18 · 10^{-5} m³mol^{-1}, a_2 = 6,577 · 10^{-1} Jm³mol^{-2}, b_2 = 5,62 · 10^{-5} m³mol^{-1})*
b) Unter der Annahme, dass **bei** $\boldsymbol{V_k}$ **die Gasteilchen dicht gepackt sind** und dass es sich um **zweiatomige Moleküle** aus **kugelförmigen** Atomen handelt, berechne man die **Atomradien**. *(Lösung: r_1 = 0,27 nm, r_2 = 0,32 nm)*

3. **Flugzeit-Massenspektrometrie**: In einem **Flugzeit-Massenspektrometer** mit der Beschleunigungsspannung $\boldsymbol{U}$ **= 5 kV** und der Länge $\boldsymbol{L}$ **= 3 m** werden folgende drei Peaks zu drei verschieden **Zeitpunkten** $\boldsymbol{T_1}$, $\boldsymbol{T_2}$ und $\boldsymbol{T_3}$ mit den Intensitäten $\boldsymbol{I_1}$, $\boldsymbol{I_2}$ und $\boldsymbol{I_3}$ detektiert: $\boldsymbol{T_1}$ **= 16,1632 µs,** $\boldsymbol{T_2}$ **= 17,2747 µs**, $\boldsymbol{T_3}$ **= 19,3015 µs**; $\boldsymbol{I_1}$ **= 185640 cts**, $\boldsymbol{I_2}$ **= 49980 cts**, $\boldsymbol{I_3}$ **= 2380 cts**.

➔ Man bestimme die Art des Gases, unter der Annahme, dass es sich um **einfach ionisierte Teilchen** handelt und dass **alle ionisierten Teichen detektiert werden**. *(Lösung: m_1=28,013 u, m_2= 31,998 u, m_3= 39,94 u, mit* 1 u = 1,66 · 10^{-27} kg*)*

4. **Atome im Festkörper:** Röntgen-Strahlung mit einer **Energie von 8,9 keV** trifft auf einen **NaCl-Kristall** und wird an diesem gebeugt. Man beobachtet das erste Beugungsmaximum unter dem **Winkel** $\boldsymbol{\alpha}$ **= 14,42°**.

a) Wie groß ist die **Wellenlänge** λ der Röntgen-Strahlung? *(Lösung: λ = 0,139 nm)*
b) Wie groß ist der **Netzebenenabstand** $\boldsymbol{d}$ im NaCl-Kristall? *(Lösung: d = 0,279 nm)*
c) Wie groß ist die **Elementarzelle des NaCl-Kristalls** (Skizze!)? *(Lösung: a = 0,558 nm)*
d) Nimmt man an, dass **Na** und **Cl** im Festkörper als **Ionen** vorliegen, so hat **Na** den ungefähren **Ionenradius** $\boldsymbol{r_{Na}}$ **= 1 Å** und **Cl** $\boldsymbol{r_{Cl}}$ **= 1,8 Å**. Aus dem Elementarzellenvolumen und den Ionenradien berechne man den **Raumausfüllungsfaktor** η des NaCl-Kristalls und vergleiche ihn mit dem eines idealen Gases (mittlerer Atomradius **1,5 Å**) unter Normalbedingungen. *(Lösung: η = 65,7 %)*