

"Molekulare Kinetik"

SS 2023

6. Übungsblatt (zur Vorlesung 6: 26.05.2023)

1. In einem Sprungexperiment relaxiert ein Gas mit einer bestimmten Zeitkonstante  $\tau$  in den Gleichgewichtszustand.
  - a) Zeichnen Sie schematisch die Übergangsfunktion  $S$  des Systems als Funktion von  $\omega\tau$ , wenn das Gas einer harmonischen Störung der Kreisfrequenz  $\omega$  ausgesetzt wird.
  - b) Zeichnen Sie schematisch die Phasenverschiebung  $\varphi$  zwischen der Störung und der Antwortfunktion des Systems als Funktion von  $\omega\tau$ .
  - c) Wie groß ist  $\varphi$  und die Amplitude der Übergangsfunktion für  $\omega = \tau^{-1}$ ? Skizzieren Sie schematisch für diesen Fall die Störung und Antwort als Funktionen der Zeit. (3 Pkte.)

2. a) Berechnen Sie die mittlere freie Weglänge  $\lambda$ , die Stoßfrequenz  $\omega$  sowie die Zahl der Stöße pro Zeit- und Volumeneinheit ("Stoßrate") für molekularen Stickstoff unter Normalbedingungen (1 bar Druck und 25° C). Der Streuquerschnitt von  $N_2$  betrage  $4,394 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$ .

(Hinweis: Benutzen Sie zur Berechnung der Stoßfrequenz die mittlere Geschwindigkeit eines klassischen Gases.)

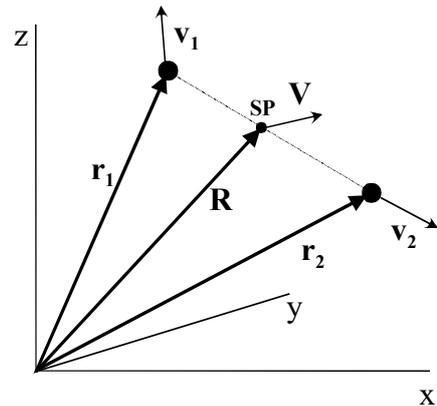
- b) Wie groß ist die Stoßrate, wenn die Temperatur auf 1000° C erhöht wird (Druck unverändert)? (4 Pkte.)

3. Betrachten Sie das in der Abbildung dargestellte 2-Teilchen-System, welches durch die Ortsvektoren  $\vec{r}_1$  und  $\vec{r}_2$  der Teilchen sowie die Teilchengeschwindigkeiten  $\vec{v}_1$  und  $\vec{v}_2$  beschrieben wird. Für den Schwerpunkt (SP) des Systems gilt:

$$\vec{R} = (m_1 \cdot \vec{r}_1 + m_2 \cdot \vec{r}_2) / (m_1 + m_2)$$

- a) Geben Sie einen Ausdruck für die Schwerpunktschwindigkeit  $\vec{V}$  an.

- b) Anstelle der Ortsvektoren  $\vec{r}_1$ ,  $\vec{r}_2$  und der Teilchengeschwindigkeiten  $\vec{v}_1$ ,  $\vec{v}_2$  kann das System auch über den Schwerpunkt  $\vec{R}$ , den Differenzvektor  $\vec{r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$  sowie die zugehörigen Geschwindigkeiten  $\vec{V}$  und  $\vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$  beschrieben werden. Drücken Sie  $\vec{v}_1$  und  $\vec{v}_2$  als Funktion von  $\vec{V}$  und  $\vec{v}$  aus.



- c) Nehmen Sie nun an, das 2-Teilchen-System werde im sog. „Schwerpunktsystem“ dargestellt, für das  $V = 0$  gilt (der Gesamtimpuls der Teilchen in diesem System ist 0). Zeigen Sie, dass für die kinetische Energie des Systems gilt:  $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \mu v^2$ , mit  $\mu = m_1 \cdot m_2 / (m_1 + m_2)$ .

(5 Pkte.)