

Experimentalphysik II (SS 2023/2024)

Übung 01

Tutorium: 2

Abgabe: 14.04.2023

1. Zum Aufwärmen

- (a) Extensive Größen verändern sich, abhängig von der Größe des betrachteten Systems. Beispiel: Masse, Volumen, ...

Im Gegensatz dazu sind intensive Größen, solche die unabhängig von der Größe des Systems sind. Beispiel: Temperatur, Massendichte, ...

- (b) Man kann die beiden Objekte über einen dritten Stoff, welcher mit beiden verträglich ist, in thermischen Kontakt miteinander bringen. Ist sowohl das erste Objekt als auch das zweite mit dem dritten im thermischen Gleichgewicht, dann ist auch das erste Objekt mit dem zweiten im thermischen Gleichgewicht.

Man müsste um diese Methode zu verwenden, darauf achten, dass der dritte Stoff mit mindestens einem der anderen Objekte im thermischen Gleichgewicht ist, noch bevor man sie thermisch miteinander verbindet.

- (c) Der Miniskus senkt sich zunächst etwas ab, da das Glas in welchem die Flüssigkeit sich befindet, sich zuerst ausdehnt. Das Volumen des Glasgefäßes steigt, während das der Flüssigkeit zunächst konstant bleibt. Das Resultat ist eine kurzfristige, sehr kleine Absenkung des Flüssigkeitsspiegels.
- (d) Die Querschnittsfläche des Lochs vergrößert sich, da sich das Blech ausdehnt.
- (e) Schätzungsweise $4^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}$, da erst ab 4°C gilt: $V \propto T$; Bei 100°C würde für gewöhnlich das Wasser gasförmig werden, jedoch erhöht sich bei der Erhitzung in einem festen Volumen der Druck, was dieser Entwicklung zu einem gewissen Grad entgegen wirken sollte.

2. Eiesenbahnrad

- (a)

$$\begin{aligned}\Delta T &= \frac{1}{\alpha} \frac{\Delta r}{r_{\text{innen}}} \\ &= \frac{1}{13 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}} \frac{0.4 \text{ mm}}{170 \text{ mm}} \\ &\approx 181 \text{ K}\end{aligned}$$

- (b)

$$\begin{aligned}E &= 1.8 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \\ \sigma &= E \varepsilon \\ &= 1.8 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \frac{-0.4 \text{ mm}}{170.4 \text{ mm}} \\ &\approx -4.22 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}\end{aligned}$$

3. Räumliche Ausdehnung

(a)

$$\begin{aligned}\Delta V &= \gamma \cdot \Delta T_{rel} \\ V' &= V (1 + \gamma \cdot \Delta T_{rel}) \\ &= 12000 (1 + \text{L} \cdot 1.05 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1} \cdot 30 \text{ K}) \\ &\approx 12400 \text{ L}\end{aligned}$$

(b)

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{V} \\ \rho &\propto \frac{1}{V}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho' &= \rho \cdot \frac{1}{\Delta V_{rel}} \\ &= \rho \cdot \frac{1}{1 + \gamma \Delta T} \\ &= 7.3 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \frac{1}{1 + 11 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \cdot 1180 \text{ K}} \\ &\approx 7.21 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\end{aligned}$$

(c)

$$\begin{aligned}h &= \frac{V}{\pi r^2} \\ \Delta h &= \frac{\Delta V}{\pi r^2} \\ &= \frac{\gamma \Delta T \cdot V}{\pi r^2} \\ r &= \sqrt{\frac{\gamma \Delta T \cdot V}{\pi \Delta h}} \\ &= \sqrt{\frac{1.6 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1} \cdot 1 \text{ K} \cdot 0.5 \text{ cm}^3}{\pi \cdot 1 \text{ cm}}} \\ &\approx 5.04 \cdot 10^{-5} = 50.4 \text{ } \mu\text{m}\end{aligned}$$

4. Bimetall II

(a)

$$l_1 = l(1 + \alpha_1 \Delta T)$$

$$l_2 = l(1 + \alpha_2 \Delta T)$$

$$\begin{aligned} \Delta l_{rel} &= \frac{l_1}{l_2} \\ &= \frac{1 + \alpha_1 \Delta T}{1 + \alpha_2 \Delta T} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta l_{rel} &= \Delta U_{rel} \\ &= \frac{2\pi(r+d)}{2\pi r} \\ &= 1 + \frac{d}{r} = \frac{1 + \Delta T \alpha_1}{1 + \alpha_2 \Delta T} \\ r &= \frac{d}{\frac{1 + \Delta T \alpha_1}{1 + \alpha_2 \Delta T} - 1} \end{aligned}$$

(b)

$$\begin{aligned} r &= \frac{d}{\frac{1 + \Delta T \alpha_1}{1 + \Delta T \alpha_2} - 1} \\ &= \frac{d(1 + \Delta T \alpha_2)}{\Delta T(\alpha_1 - \alpha_2)} \\ &\approx \frac{d}{\Delta T(\alpha_1 - \alpha_2)} \\ &= \frac{10^{-3} \text{ m}}{300 \text{ K} \cdot 1.85 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}} \\ &\approx 1.80 \cdot 10^{-1} \text{ m} = 18 \text{ cm} \end{aligned}$$

5. Ideale Gase

(a) Richtig (Satz von Avogadro)

(b) Falsch, da:

$$\begin{cases} N_1 = N_2 \\ m_1 = m_2 \end{cases} \iff \begin{cases} N_1 = N_2 \\ N_1 \bar{m}_1 = N_2 \bar{m}_2 \end{cases} \implies \bar{m}_1 = \bar{m}_2 \implies \text{im Allgemeinen falsch}$$

(c) Falsch, da:

$$\begin{aligned}\bar{v}_i &= \int_0^\infty v p_i(v) \, dv \\ &= \sqrt{\frac{8k_B T}{\pi m_i}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{v}_1 &= \bar{v}_2 \\ \sqrt{\frac{8k_B T}{\pi m_1}} &= \sqrt{\frac{8k_B T}{\pi m_2}} \\ m_1 &= m_2 \implies \text{im Allgemeinen falsch}\end{aligned}$$

6. Energieerhaltung

$$\begin{aligned}\Delta E_{pot} &= \Delta \langle E_{kin} \rangle \\ mg\Delta h &= \frac{3}{2} k_B \Delta T \\ \Delta T &= \frac{2}{3} \frac{mg\Delta h}{k_B} \\ &= \frac{2}{3} \frac{18.015 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot 1/6.022 \cdot 10^{-23} \text{mol} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 110 \text{ m}}{1.380649 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}} \\ &\approx 1.56 \text{ K}\end{aligned}$$