

Übungen zur Experimentalphysik II — Blatt 2

Aufgabe 1: Wärmeleitung I

4 Punkte (1 + 2 + 1)

- Im Haus von Prof. H. sind einfache Glasscheiben der Dicke 5 mm eingebaut. Wie groß ist die Wärmestromdichte, wenn innen eine Temperatur $T_i = 20^\circ\text{C}$ und außen $T_a = -20^\circ\text{C}$ herrscht?
- Prof. H. möchte nun den Wärmeverlust durch Isolierfenster reduzieren. Seine neuen Zweischeiben-Isolierfenster bestehen aus zwei Glasscheiben von je 4 mm Dicke, die eine 10 mm dicke Argonschicht bei Normaldruck einschließen. Innen- und Aussentemperatur seien wie in a). An der Aussenseite der inneren Scheibe herrsche die Temperatur T_1 , an der Innenseite der äusseren Scheibe die Temperatur T_2 . Wie groß sind T_1 und T_2 ?
- Wie groß ist die Wärmestromdichte durch ein solches Isolierfenster?

Die Wärmeleitfähigkeit von Glas ist $\lambda_G = 0,8 \text{ W}/(\text{m K})$, die von Argon $\lambda_{Ar} = 0,018 \text{ W}/(\text{m K})$. Vernachlässigen Sie den Effekt der Konvektion.

Aufgabe 2: Spezifische Wärme

4 Punkte

300 g Wasser werden in ein Kalorimetergefäß aus Kupfer mit der Masse $m = 187 \text{ g}$ gegeben, wonach sich nach einiger Zeit eine Temperatur von $18,2^\circ\text{C}$ einstellt. Nach Einbringen von 89 g Kupfer, das zuvor auf $97,8^\circ\text{C}$ erwärmt wurde, steigt die Temperatur auf $20,2^\circ\text{C}$ an. Welche spezifische Wärmekapazität von Kupfer ergibt sich? (Die Wärmekapazität von Wasser wird als bekannt vorausgesetzt.)

Aufgabe 3: Thermische Eigenschaften von Stickstoff 9 P. (1 + 1 + 2 + 2 + 3)

Ein Mol Stickstoff (N_2 , als ideales Gas angenommen) füllt bei Normaltemperatur $T = 273 \text{ K}$ und Normaldruck $p = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ein Einheitsvolumen (Würfel der Kantenlänge d) aus. Berechnen Sie

- die mittlere kinetische Energie pro Stickstoff-Molekül;
- dessen quadratisch gemittelte Geschwindigkeit ($\sqrt{\langle v^2 \rangle}$).
- Zeichnen Sie die Maxwell-Boltzmann-Verteilung $f(v)$ (ohne Berücksichtigung der Normierung), und vergleichen Sie qualitativ den abgelesenen wahrscheinlichsten Wert v_w mit $\sqrt{\langle v^2 \rangle}$ aus b).

Berechnen Sie ausserdem

- die Dichte ρ von Stickstoff-Gas;
- die mittlere Kraft, die ein einzelnes Molekül ausübt, das mit der mittleren Geschwindigkeit aus Aufgabe b) immer wieder senkrecht auf eine Wand des Würfel trifft und elastisch reflektiert wird.

Aufgabe 4: Um welches Gas handelt es sich?

3 Punkte (2 + 1)

Die Mittelwerte der kinetischen Energie $\langle E_{\text{kin}} \rangle$ und des Impulsquadrats $\langle p^2 \rangle$ eines einzelnen Teilchens betragen $E = 6.17 \times 10^{-21} \text{ J}$ und $p^2 = 8.18 \times 10^{-46} \text{ kg}^2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$.

- a) Um welches Gas handelt es sich?
- b) Geben Sie an, wie man mit Hilfe von Zusatzinformationen die Gasart noch besser bestimmen kann.

Aufgabe 5: Steigende Luftblase

5 Punkte (3 + 2)

Eine zunächst 10 cm^3 große Luftblase (Annahme: ideales Gas) befindet sich am Boden eines 60 m tiefen Sees bei 4°C Wassertemperatur. Die Blase steigt (langsam) zur Oberfläche, wo die Wassertemperatur 25°C beträgt. Das Wasser sei inkompressibel und habe konstante Dichte.

- a) Wie groß ist das Volumen der Blase beim Erreichen der Wasseroberfläche unter der Annahme, dass die Lufttemperatur in der Blase stets gleich der umgebenden Wassertemperatur ist?
- b) Wie groß ist der Beitrag der Oberflächenspannung des Wassers zum Druck in der Blase ($\sigma_{\text{Wasser}} = 0,073 \text{ J/m}^2$)?

Allgemeiner Hinweis: Bitte rechnen Sie grundsätzlich so lange wie möglich mit den Variablen, d.h. setzen Sie die gegebenen Zahlenwerte erst ganz am Schluss ein. Fertigen Sie außerdem aussagekräftige Skizzen an wo immer es hilfreich ist.