

Aufgabe 10: (1 + 2 + 2 = 5 Punkte)

Bei einem Gaslaser ist eine Küvette (ein Gefäß mit planparallelen Seitenflächen, das mit dem Lasermedium gefüllt ist) zwischen zwei Spiegeln angeordnet. Die Küvette ist auf beiden Seiten durch ein Glasfenster begrenzt. Der Laserstrahl wird zwischen den Spiegeln hin- und her reflektiert und durchläuft dabei sehr oft die Küvette und ihre Fenster.

- Erklären Sie kurz allgemein, was der Brewster-Winkel ist, und leiten Sie die Formel dafür her.
- Zeigen Sie, dass beim Durchgang eines Lichtstrahls von Luft durch eine planparallele Glasplatte für die Reflexion an der zweiten (hinteren) Grenzfläche (Fensterglas/Luft) die Brewster-Bedingung automatisch erfüllt ist, wenn sie für die Reflexion an der ersten (vorderen) Grenzfläche (Luft/Fensterglas) erfüllt ist.
Wie viel ist der durchgehende gegen den einfallenden Strahl parallel verschoben, wenn die Dicke der Glasplatte $d = 1 \text{ mm}$ und $n = 1,6$ ist?
- Wie groß wäre der Reflexionsverlust an den Fenstern bei 50-maliger Reflexion zwischen den Spiegeln bei senkrechtem Einfall des Lichtstrahls auf die Fenster? Rechnen Sie mit $n = 1,6$ und vernachlässigen Sie die Verluste an den Spiegeln. Wozu dienen die abgeschrägten Brewster-Fenster an der Küvette bei einem Gaslaser? Erläutern Sie kurz die Funktionsweise der Brewster-Fenster. Stört die Parallelverschiebung des Strahls durch die Fenster?

Aufgabe 11: (1,5 + 1,5 + 1 = 4 Punkte)

- Warum ist der Himmel blau? Gehen Sie bei Ihrer Erklärung auf Moleküle in der Erdatmosphäre ein, die durch das Sonnenlicht zu harmonischen Schwingungen angeregt werden.
- Das Licht erscheint nicht nur blau, es ist auch (zumindest teilweise) linear polarisiert. Unter welchem Winkel müssen Sie zum Sonnenlicht schauen, damit das Licht vollkommen linear polarisiert erscheint?
- Wie entsteht das Abend- und Morgenrot?

Aufgabe 12: (5 Punkte)

Leiten Sie die in der Vorlesung diskutierten Ausdrücke für die wahrscheinlichste Geschwindigkeit v_W , die mittlere Geschwindigkeit \bar{v} und die „root mean square“ Geschwindigkeit v_{RMS} aus der Maxwell-Boltzmann-Verteilung tatsächlich her:

$$f_{MB}(v)dv = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \left(\frac{m}{k_B T} \right)^{3/2} v^2 \cdot e^{-mv^2/2k_B T} dv$$

Berechnen Sie \bar{v} für Helium bei Raumtemperatur (300 K) und der Temperatur auf der Sonne (5000 K).

Hinweis: $m_{\text{He}} = 4 \cdot u$ mit $u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (atomare Masseneinheit).

Aufgabe 13: (3 Punkte)

Bestimmen Sie den Erwartungswert \bar{h} , d.h. den Mittelwert der Höhe h eines Luftmoleküls der Masse m im Schwerfeld der Erde ($g = \text{konst.}$). Verwenden Sie dazu die Boltzmann-Verteilung.

