

**Aufgabe 11: (1,5 + 2,5 = 4 Punkte)**

Bei einem Gaslaser ist eine Küvette mit dem Lasermedium zwischen zwei Spiegeln angeordnet. Die Küvette ist durch zwei Glasfenster begrenzt. Der Laserstrahl wird zwischen den Spiegeln hin- und her reflektiert und durchläuft dabei sehr oft die Küvette und ihre Fenster.

- Zeigen Sie, dass beim Durchgang durch ein Fenster 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 groß wäre der Reflexionsverlust an den Fenstern bei 100-maliger Reflexion zwischen den Spiegeln bei senkrechtem Einfall des Lichtstrahls? Wozu dienen dann wohl die abgeschrägten „Brewster-Fenster“ in der Küvette mit dem Lasermedium bei einem Gaslaser? Erläutern Sie kurz die Funktionsweise der Brewster-Fenster.

**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  $v_W$  für Helium bei Raumtemperatur (300 K) und der Temperatur auf der Sonne (5000 K).

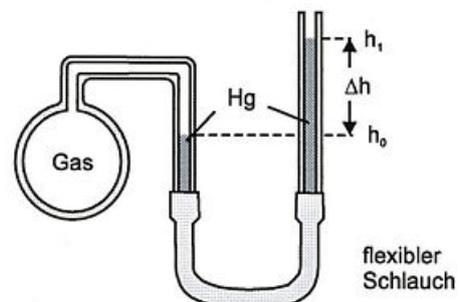
Hinweis:  $m_{He} = 4 \cdot u$  mit  $u = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg (atomare Masseneinheit).

**Aufgabe 13: (3 Punkte)**

Jeweils ein Mol dreier unterschiedlicher Gase befindet sich zunächst in drei unterschiedlichen Gefäßen des gleichen Volumens  $V$ . Nun werden die drei Gefäße miteinander verbunden. Wie groß ist der Anstieg der Entropie? Geben Sie das Ergebnis in J/K und in bit an. Wie ändert sich die Entropie, wenn es sich um drei gleiche Gase handelt?

**Aufgabe 14: (5 Punkte)**

In der Vorlesung wurde gezeigt, dass sich der einfache Zusammenhang zwischen Druck  $p$ , Volumen  $V$  und Temperatur  $T$  beim idealen Gas zum Bau eines Gasthermometers ausnutzen lässt. Dazu wird ein als ideal angenommenes Gas ( $V_0 = 100 \text{ cm}^3$ ) bei  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  in ein Gefäß gefüllt und durch eine Flüssigkeit (Hg) in einem U-förmigen Glasrohr (Innendurchmesser 5 mm) eingeschlossen (siehe Abbildung). Das U-Rohr ist aufgrund der Schlauchverbindung beweglich, der Außendruck sei  $p_0 = 1013 \text{ hPa}$ . Die Temperatur  $\Delta T$  soll entweder durch die Volumenänderung (mittels  $h_0$ ) bei konstantem Gasdruck  $p_0$  oder durch die Druckänderung (mittels  $\Delta h$ ) bei konstantem Volumen  $V_0$  gemessen werden.



Wie können diese Fälle für die gezeigte Anordnung jeweils experimentell realisiert werden? Leiten Sie  $h_0$  bzw.  $\Delta h$  als Funktion der Temperatur her und berechnen Sie deren Zahlenwerte für  $\Delta T = 1 \text{ K}$ .

Hinweis: die Dichte von Quecksilber ist  $\rho = 13,55 \text{ g/cm}^3$ .