

ÜBUNGSAUFGABEN (II)

(Besprechung am Donnerstag, dem 4.11.2010)

Aufgabe 1: (6 Punkte)

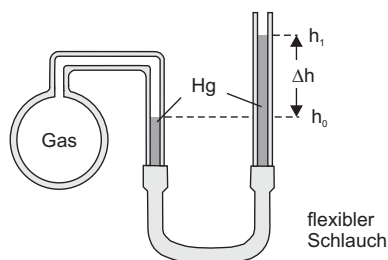
Verallgemeinern Sie die in der Vorlesung abgeleitete dielektrische Funktion $\epsilon(\omega)$ eines auf Lorentz-Oszillatoren basierenden Modells für eine endliche Dämpfung der Oszillatoren. Verwenden Sie hierzu die Bewegungsgleichung

$$m\ddot{x} = -m\gamma\dot{x} - QE - Dx$$

mit $E(t) = E_0 \exp(-i\omega t)$ und dem komplexen Lösungsansatz $x(t) = x_0 \exp(-i\omega t)$. Zeichnen Sie den Verlauf von $\epsilon_1(\omega)$ und $\epsilon_2(\omega)$ der komplexen dielektrischen Funktion $\epsilon = \epsilon_1 + i\epsilon_2$ im Intervall $[0, 2\Omega]$ mit Dämpfungskoeffizienten $\gamma = 0.1\Omega$, worin $\Omega/2\pi$ die Resonanzfrequenz des ungedämpften Oszillators darstellt. Verwenden Sie zur Berechnung $\Omega = 10^{16}$ Hz, für Masse m und Ladung Q die entsprechenden Größen eines Elektrons sowie für die Dichte der Oszillatoren $N/V = 10^{20} \text{ cm}^{-3}$.

Aufgabe 2: (4 Punkte)

Der einfache Zusammenhang zwischen Druck P , Volumen V und Temperatur T beim idealen Gas ($PV = nRT$, mit Molzahl n und $R = 8.31 \text{ J/K/mol}$) lässt sich zum Bau eines Gasthermometers ausnutzen. 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 Temperaturänderung ΔT soll entweder durch die Volumenänderung (mittels h_0) bei konstantem Gasdruck P_0 oder durch die Druckänderung (mittels Δh) bei konstantem Volumen V_0 gemessen werden. Wie können diese Fälle für die gezeigte Anordnung jeweils experimentell realisiert werden? Leiten Sie die h_0 bzw. Δh als Funktion der Temperatur her und berechnen Sie deren Zahlenwerte für $\Delta T = 1 \text{ K}$.



Aufgabe 3: (4 Punkte)

An einem recht kalten Novembertag ($T = 10^\circ \text{C}$ und $P = 1013 \text{ hPa}$) schenken Sie einem Kind auf der Herbstmesse' einen mit reinem Helium gefüllten Ballon (Volumen $V_0 = 10 \text{ l}$; Masse der Hülle $m_B = 1 \text{ g}$), um damit einen Brief in „die weite Welt“ zu schicken. Wie schwer darf der Brief maximal sein, damit der Ballon nicht zu Boden sinkt? Auf welche Höhe über Karlsruhe kann der Ballon (bei gleicher Lufttemperatur) maximal steigen, wenn er bei einer Volumenzunahme über 20% platzen würde? Vernachlässigen Sie den leichten Überdruck im Ballon.