

ÜBUNGSAUFGABEN (XII)

(Besprechung am Donnerstag, dem 28.1.2010)

Aufgabe 1: (3 Punkte)

Gegeben sei ein plankonvexes Objektiv eines Mikroskopes. Seine Brechzahl sei $n = 1.5$, sein Krümmungsradius $r = 1\text{ cm}$ und sein Durchmesser $d = 1\text{ cm}$. Schätzen Sie das resultierende Auflösungsvermögen bei einer Wellenlänge von $\lambda = 500\text{ nm}$ ab.

Aufgabe 2: (5 Punkte)

Nach Öffnen eines schnellen Verschlusses zum Zeitpunkt $t = 0$ wird eine Kathode ($A = 1\text{ cm}^2$) mit gefiltertem Sonnenlicht ($\lambda = 500 \pm 5\text{ nm}$, $I = 18\text{ W/m}^2$) bestrahlt und emittiert daraufhin Elektronen (Photoeffekt).

Betrachtet man das Licht als kontinuierliche Welle und seine Absorption durch ein „Atom“ als einen rein klassischen Vorgang (z.B. Lorentz-Oszillator), dann benötigt ein Atom der Kathode eine gewisse Zeit Δt bis es genug Energie E_a zur Ablösung eines Elektrons absorbiert hat ($E_a = 2.48\text{ eV}$). Berechnen Sie Δt unter der Annahme, dass der Absorptionsquerschnitt eines Atoms $\sigma = 0.1\text{ nm}^2$ ist. (Der Absorptionsquerschnitt entspricht der mittleren Fläche, die das auftreffende Licht vollständig absorbiert.)

Im Teilchenbild entspricht das gefilterte Licht dagegen einem unregelmäßigen Fluss von Photonen etwa gleicher Energie $E_p = h\nu = hc/\lambda$. Von wievielen Photonen wird ein Atom im Mittel pro Sekunde getroffen, d.h. wie oft wird ein Photon von dem Atom absorbiert?

Wie unterscheiden sich die Ergebnisse der beiden Bilder bzgl. der Elektronenemission nach dem Öffnen des Verschlusses, wenn die Absorption aller Oberflächenatome der Kathodenfläche berücksichtigt wird (10^{14} Atome/cm²)?

Aufgabe 3: (4 Punkte)

Die in der Vorlesung eingeführte freie Weglänge l von Molekülen in Gasen darf nicht mit dem mittleren Molekülabstand d verwechselt werden. Leiten Sie eine Beziehung zwischen d und l her, indem Sie beide Größen mit der Dichte der Moleküle $\rho = N/V$ verknüpfen. Die Moleküle können als Kugeln mit Radius r idealisiert werden.

Aufgabe 4: (4 Punkte)

CO₂ hat eine Inversionstemperatur von $T_i = 1798\text{ K}$. Bestimmen Sie die Koeffizienten a und b in der van der Waals-Gleichung aus folgenden Messdaten: $n = 1\text{ mol}$, $V = 1\text{ m}^3$, $T = 100\text{ K}$, $P = 831.12\text{ Pa}$.