

ÜBUNGSAUFGABEN (III)

(Besprechung Donnerstag, 17.11.16)

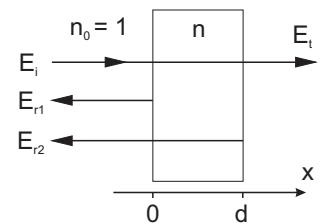
Aufgabe 1: (4 Punkte)

Betrachten Sie eine ebene elektromagnetische Welle mit Intensität $I = 1 \text{ mW/mm}^2$, die aus dem Vakuum senkrecht auf einen Glashalbraum ($\epsilon = 2.25$, $\mu = 1$) trifft. Eine Reflexion wird durch eine Antireflexbeschichtung unterdrückt, so dass die gesamte Intensität in das Glas eintritt. Im Vakuum wird die elektrische Feldstärke beschrieben durch $E(x, t) = E_0 \cos(kx - \omega t)$ und die magnetische Feldstärke durch $B(x, t) = B_0 \cos(kx - \omega t)$. Berechnen Sie zunächst E_0 und B_0 im Vakuum. Welche Werte nehmen diese Größen im Glas an? Wie ändern sich die mit dem elektrischen und magnetischen Feld verbundenen Energiedichten?

Hinweis: Wegen der Beschichtung ist die Anwendung der Kontinuitätsbedingungen hier nicht sinnvoll.

Aufgabe 2: (4 Punkte)

Wie ändert sich die Reflexion an einem dünnen Glasplättchen, wenn deren Dicke d immer kleiner gewählt wird? Dazu betrachten wir ein Plättchen mit Brechungsindex $n = 1.5$, dass unter senkrechtem Einfall mit Licht der Vakuumwellenlänge λ_0 bestrahlt. Zur näherungsweisen Berechnung der Reflexion als Funktion von d betrachten wir nur die beiden Teilstrahlen E_{r1} und E_{r2} (keine Vielfachreflexionen; vgl. Abbildung) und nehmen einfachheitshalber an, dass diese bei ihrer Überlagerung außerhalb des Plättchens bei $x = 0$ gleiche Amplituden haben. Zeigen Sie, dass die Reflexionsintensität I_r proportional ist zu $\sin^2(2\pi nd/\lambda_0)$. Wie groß ist dann I_r und der Phasensprung der reflektierten Welle für $d \ll \lambda$?



Aufgabe 3: (4 Punkte)

Ein Taucher in 40 m Wassertiefe erzeugt durch Ausatmen eine $V_0 = 15 \text{ cm}^3$ große Luftblase der Temperatur $T_0 = 37^\circ\text{C}$. Berechnen Sie das Volumen V_1 der Blase bei Erreichen der Wasseroberfläche für zwei Extremfälle: a) Es findet kein Wärmeaustausch zwischen Luft und Wasser statt; b) die Luft hat bei Erreichen der Oberfläche die Wassertemperatur $T_1 = 16^\circ\text{C}$ angenommen. Der Außendruck sei $P_1 = 1013 \text{ hPa}$.

Hinweis: Der Adiabatenkoeffizient von Luft ist $\kappa = 1.4$.

Aufgabe 4: (4 Punkte)

Die Luft in einer am Ausgang verschlossenen zylindrischen Fahrradpumpe mit Stempelfläche $A = 5 \text{ cm}^2$ wird ausgehend von der Temperatur $T_0 = 20^\circ\text{C}$, dem Druck $P_0 = 1013 \text{ hPa}$ und dem Volumen $V_0 = 200 \text{ cm}^3$ auf $V = V_0/3$ adiabatisch komprimiert. Man nehme an, die Pumpe arbeite ohne Reibungsverluste und die Luft verhalte sich wie ein ideales Gas mit Adiabatenkoeffizient $\kappa = 1.4$. Berechnen Sie den Temperaturanstieg ΔT des Gases, die zur Komprimierung aufgewandte Arbeit W sowie die bei maximaler Kompression benötigte Kraft F . Leiten Sie dafür zunächst die entsprechenden Endformeln als Funktion der Ausgangsgrößen und der Kompressionszahl $K = V_0/V$ her.