

Übungsblatt 5

Ausgabe: Fr. 12. 5. 2006

Abgabe: bis Mi. 17. 5. 2006 12:00 Uhr

Aufgabe 1

Unter optimalen Bedingungen vermag ein Mensch einen Informationsfluß von 25bit/s fehlerlos zu verarbeiten. Berechnen Sie, in welcher Zeit ein aus 10000 Buchstaben bestehender Text verlesen werden darf, wenn der Informationsgehalt je Schriftzeichen im Mittel $1,5\text{bit}$ beträgt.

Aufgabe 2

- Leiten Sie die Formel für die Transmission $T := \frac{I_t}{I_e} = \frac{4Z_1 Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2}$ her, die Sie in der Vorlesung kennengelernt haben. Gehen Sie dabei von der Energieerhaltung, ausgedrückt durch $I_e = I_r + I_t$ sowie der Stetigkeitsbedingung für die Auslenkung, $\chi_e + \chi_r = \chi_t$, aus. (Siehe Abbildung unten links.)
- Zeigen Sie, daß der Schalldruck, der vom ovalen Fenster ausgeht, gegenüber dem Schalldruck am Trommelfell um den Faktor $\alpha := \frac{F_1}{F_2} \cdot \frac{l_1}{l_2}$ erhöht ist. $F_1 = 55\text{mm}^2$ ist die Fläche des Trommelfells, die mit dem Hammerstiel verbunden ist, $F_2 = 2,8\text{mm}^2$ ist die Fläche des ovalen Fensters und $l_1/l_2 = 1,3$ ist das Verhältnis der Hebelarme von Ambossfortsatz und Hammergriff. (Siehe Abbildung unten rechts.)
- Korrigieren Sie die Formel aus a) indem Sie den Verstärkungsfaktor α berücksichtigen. Hinweis: Der Verstärkungsfaktor ändert die Stetigkeitsbedingung für die Auslenkung zu $\chi_e + \chi_r = \alpha \cdot \chi_t$.
- Wieviel Prozent der Intensität des einfallenden Schalls würden ohne Impedanzanpassung transmittiert werden? Um wieviel Prozent ändert sich der Transmissionskoeffizient T durch die Impedanzanpassung? Benutzen Sie für die Wellenimpedanz von Luft $Z_1 = 414\text{kg/m}^2\text{s}$, und für die der Lymphflüssigkeit im Innenohr $Z_2 = 10^5\text{kg/m}^2\text{s}$.

Aufgabe 3

Die Schallgeschwindigkeit in Gasen ist durch die Kompressibilität $\kappa = \rho_0 \left(\frac{dp}{d\rho} \right)_0$ und die Dichte ρ_0 bestimmt: $c = \sqrt{\frac{\kappa}{\rho_0}}$.

- Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit in Abhängigkeit von p/ρ_0 und leiten Sie danach mit der idealen Gasgleichung die Temperaturabhängigkeit der Schallgeschwindigkeit her. Erinnerung: die Wellenausbreitung in Gasen ist im Allgemeinen ein adiabatischer Vorgang, daher gilt $pV^\gamma = \text{const.}$
- Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit bei $36,6^\circ\text{C}$? Für (trockene) Luft gilt: $c_p = 1,005\text{J/gK}$ und $c_v = 0,718\text{J/gK}$. Nehmen Sie an, die Luft bestehe zu 75,5% aus N_2 , zu 23,2% aus O_2 und zu 1,3% aus Ar .

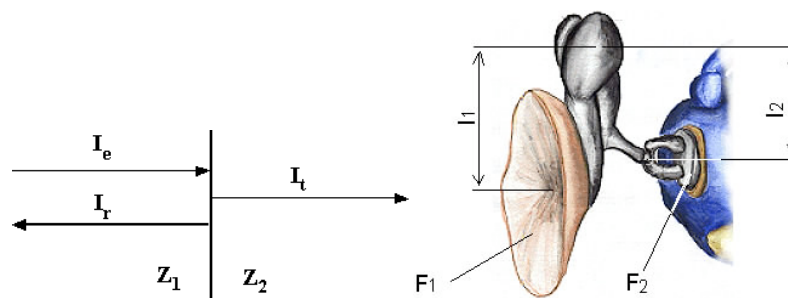


Abbildung 1: Links: zu Aufgabe 2, Teil a. Im Bereich der einfallenden (e) und reflektierten (r) Welle ist die Impedanz Z_1 , und im Bereich der transmittierten (t) Welle hat sie den Wert Z_2 . Rechts: zu Aufgabe 2 b. Trommelfell (links), Gehörknöchelchen (Mitte) und Steigbügelfußplatte (rechts).