1. **Energieinhalt einer beidseitig eingespannten Saite:** Berechnen Sie die Energie, welche in einer beidseitig eingespannten Saite (**Länge *L*, Dichte ρ, Querschnitt *q*, Gesamtmasse $m = \rho \cdot L \cdot q$, Spannung σ**) in ihrer **n-ten Eigenschwingung (Amplitude *A*, Kreisfrequenz ω_n)** gespeichert ist. *(Lösung: $E_n = \frac{m \cdot A^2 \cdot \omega_n^2}{4}$)*

Hinweis: Überlegen Sie, wann die kinetische Energie aller Massenelemente der schwingenden Saite gleich der Gesamtenergie ist.

2. **Lösungen der Wellengleichung:** Die eindimensionale Wellengleichung für eine Funktion ***u(x, t)*** lautet:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = v^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

a) Man zeige, dass $u(x,t) = A \cdot cos(\omega \cdot t - k \cdot x)$ eine Lösung der Wellengleichung ist und leite daraus einen Zusammenhang zwischen ω und *k* ab.

b) Man führe $u(x,t) = A \cdot cos(\omega \cdot t - k \cdot x)$ in eine Linearkombination von Produkten aus *sin* und *cos*-Termen über, zeige, dass diese Funktion ebenfalls die Wellengleichung erfüllt und zum selben Zusammenhang zwischen ω und *k* führt.

3. Wir betrachten eine Grenzfläche zwischen **Luft** (**v_L = 340 ms^{-1}**) und **Wasser** (**v_W = 1450 ms^{-1}**).

➔ Bis zu welchem **maximalen Grenzwinkel** darf eine Schallwelle auf die Trennfläche zwischen diesen beiden Medien auftreffen, damit sie noch ins Wasser übertritt? *(Lösung:* α_g = 13,56° *)*

4. Die **Resonanzkreisfrequenz** der Stickstoffmoleküle in Luft liegt bei **$\omega_0 = 10^{16}$ rads^{-1}**.

➔ Man berechne die **Brechzahl *n*** von Luft bei Atmosphärendruck für Licht der Wellenlänge **λ = 500 nm** mittels der Beziehung $n = 1 + \frac{Ne^2}{2\varepsilon_0 m_e \left[\left(\omega_0^2 - \omega^2\right) + i\gamma\omega\right]}$! *(Lösung: $n = 1 + 4{,}9 \cdot 10^{-4}$)*

Hinweis: Stickstoff ist ein farbloses, durchsichtiges Gas!

5. **Wellen in leitenden Medien** (Teil I):

a) Ausgehend von der Gleichung $n^2 = 1 + \frac{Ne^2}{\varepsilon_0 m_e \left(\omega_0^2 - \omega^2 + i\gamma\omega\right)}$ (Demtröder II, 8.42), leite man einen Ausdruck für die **Brechzahl *n*** für die Fälle **ωτ >> 1** (hohe Frequenzen, sichtbares Licht) und **ωτ << 1** (niedrige Frequenzen) ab.

b) Man bestimme für den zweiten Fall den **Absorptionskoeffizienten** α und die **Eindringtiefe** δ!

6. **Wellen in leitenden Medien** (Teil II): Für Kupfer gilt: **$\sigma = 6 \cdot 10^7\ \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$** bei **ω = 0** und **$\tau = 2{,}7 \cdot 10^{-14}$ s**.

a) Man berechne für die Fälle **$\omega = 10^{13}$ rads^{-1}**, **$\omega = 3 \cdot 10^{15}$ rads^{-1}** (**λ = 600 nm**) und **$\omega = 3 \cdot 10^{12}$ rads^{-1}** (**λ = 600 μm**) den **Absorptionskoeffizienten** α und die **Eindringtiefe** δ.
(Lösung: $\alpha = 3{,}9 \cdot 10^7$ m^{-1}, δ = 26 nm; $\alpha = 1{,}04 \cdot 10^8$ m^{-1}, δ = 9,7 nm; $\alpha = 2{,}1 \cdot 10^7$ m^{-1}, δ = 47 nm*)*

b) Man berechne die **Plasmafrequenz ω_P** und die dazugehörige **Wellenlänge** λ! Was lernt man daraus?
(Lösung: $\omega_P = 1{,}6 \cdot 10^{16}$ rads^{-1}, λ = 119 nm*)*