

7. Übungsblatt

Besprechung: 05./07.12.2011

1. gedämpfte Schwingungen

Ein Federpendel werde ausgelenkt und schwingt leicht gedämpft. Mit welcher Eigenfrequenz f_0 schwingt die Masse $m = 500$ g, wenn die Federkonstante $D = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ beträgt? (Die "Eigenfrequenz" bezieht sich auf die dämpfungsfreie Schwingung.)

Wie lange dauert es, bis die Schwingungsamplitude auf die Hälfte abgefallen ist, wenn die Dämpfungskonstante $\gamma = 0.02 \text{ s}^{-1}$ beträgt? (Hinweis: Betrachten Sie die Einhüllende der Schwingung!)

(Lösungswerte: $f_0 \approx 1 \text{ Hz}$, $t_{1/2} \approx 34.66 \text{ s}$)

2. Wellen

Ein Taucher hört einen Ton von 500 Hz. Welche Wellenlänge gehört dazu in Luft und welche in Wasser? (Schallgeschwindigkeit in Luft: 330 m/s, in Wasser: 1485 m/s)

(Lösungswerte: $\lambda_{\text{Luft}} = 0.66 \text{ m}$, $\lambda_{\text{Wasser}} = 2.97 \text{ m}$)

3. Akustik

(a) Eine Ultraschallwelle breitet sich durch Muskelgewebe (Impedanz $Z_M = 1.67 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}}$) aus und werde an einem Blutgefäß (Impedanz $Z_B = 1.60 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}}$) und am Knochen (Impedanz $Z_K = 6.66 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}}$) reflektiert. Welcher Bruchteil der ursprünglichen Intensität der Ultraschallwelle wird am Blutgefäß reflektiert? Welcher Bruchteil am Knochen?

(b) Wenn die Reflexion der Ultraschallwelle (Schallgeschwindigkeit im Blut $c = 1562 \text{ m/s}$) an einem Blutkörperchen geschieht, welches sich mit der Geschwindigkeit $v_B = 30 \text{ cm/s}$ durch das Blutgefäß in Richtung auf die Ultraschallquelle bewegt, um wie viel Prozent verändert sich die Frequenz der reflektierten Ultraschallwelle?

(Hinweis: Betrachten Sie zunächst die Situation aus Sicht des Blutkörperchens, dann aus Sicht des externen Beobachters!)

(Lösungswerte: (a) $R_B \approx 0.05\%$, $R_K \approx 35.88\%$; (b) 0.038%)

4. Schwingungen, Wellen, Akustik

Ergänzen Sie folgende Aussagen physikalisch korrekt:

(a) Die Frequenzen eines schwingungsfähigen Systems mit Dämpfung haben die folgende Ordnung nach Größe der Frequenz:

ω_{res} $\omega_{\text{gedämpft}}$, ω_{res} $\omega_{\text{ungedämpft}}$, $\omega_{\text{ungedämpft}}$ $\omega_{\text{gedämpft}}$.

(b) Bewegt sich eine Schallquelle von einem Beobachter weg, so hört der Beobachter eine im Vergleich zur Schallquelle Frequenz

(c) Bei einer Schallwelle ist die Schwingung zur Ausbreitungsrichtung der Welle.

(d) Um die Überlagerung zweier Wellen zu berechnen, muss man Amplituden

(e) Um die Intensität einer Welle zu berechnen, muss man quadrieren.

(Lösungswerte: (a) $\omega_{\text{res}} < \omega_{\text{gedämpft}}$, $\omega_{\text{res}} < \omega_{\text{ungedämpft}}$, $\omega_{\text{ungedämpft}} > \omega_{\text{gedämpft}}$; (b) niedrigere; (c) parallel; (d) addieren; (e) die Amplitude)