

Lösungsvorschlag, Physik 2, IWB2, SS 2009

Aufgabe 1:

a) Schwingungsdauer eines Feder-Masse-Systems: $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$.

Für die Federkonstante folgt daraus: $k = \frac{4\pi^2 m_S}{T_S^2} = 4028 \text{ N/m}$.

b) Für Sitz plus Astronaut gilt: $m_{S,A} = \frac{T_{S,A}^2 k}{4\pi^2} = 82,65 \text{ N}$.

Der Astronaut hat die Masse $m_A = m_{S,A} - m_S = 70,15 \text{ kg}$.

c) Spannarbeit $W = \frac{1}{2} k \hat{y}^2 = 20,1 \text{ J}$.

d) Aus $y(t) = \hat{y} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$ folgt $v(t) = \dot{y} = -\omega_0 \hat{y} \sin(\omega_0 t + \varphi)$,

also $\hat{v} = \omega_0 \hat{y} = \frac{2\pi}{T_{S,A}} \cdot \hat{y} = 0,698 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Alternative mit Energieerhaltungssatz: $W = \frac{1}{2} (m_S + m_A) \hat{v}^2$; $\hat{v} = \sqrt{\frac{2W}{m_S + m_A}} = 0,698 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

e) Amplitude: $\hat{y}(t) = \hat{y}_0 \cdot e^{-\delta t}$; $\hat{y}(t = 10T) = \frac{1}{2} \hat{y}_0 = \hat{y}_0 \cdot e^{-\delta 10T}$;

daraus folgt für die Abklingkonstante $\delta = \frac{\ln 2}{10T} = 0,077 \text{ s}^{-1}$ und für den Dämpfungsgrad

$\varrho = \frac{\delta}{\omega_0} = 0,011$. Die Güte ist $Q = \frac{1}{2\varrho} = 45,3$.

Aufgabe 2:

a) Randbedingungen: An den Einspannstellen muss die stehende Wellen Knoten besitzen. Damit ist die Länge ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge.

$$L = (n+1) \frac{\lambda_n}{2} \text{ mit } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Die Frequenzen der stehenden Wellen sind

$$f_n = \frac{c}{\lambda_n} = \frac{c(n+1)}{2L} = f_0(n+1).$$

Für die beiden aufeinander folgenden Eigenfrequenzen gilt somit

$$\frac{f_n}{f_{n+1}} = \frac{n+1}{n+2} = \frac{315 \text{ Hz}}{420 \text{ Hz}}.$$

Daraus folgt $n = 2$.

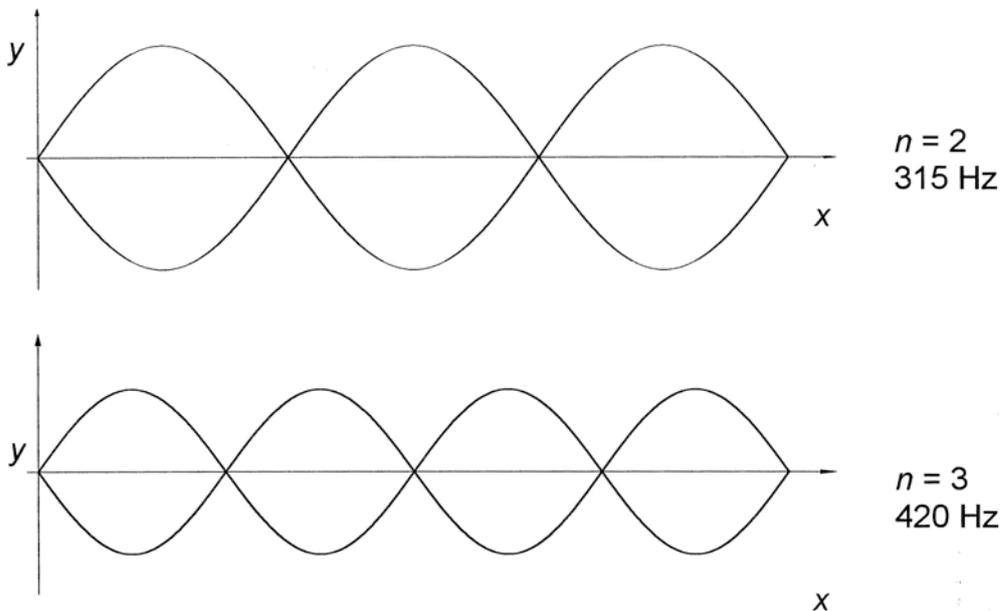
Die Eigenschwingung bei 315 Hz ist also die zweite Oberschwingung, die bei 420 Hz die dritte.

Die Frequenz der Grundschiwingung ist $f_0 = \frac{f_n}{n+1} = \frac{315 \text{ Hz}}{3} = 105 \text{ Hz}$.

b) Für die Phasengeschwindigkeit gilt: $c = \lambda_n f_n$, also z.B.

$$c = \lambda_2 f_2 = \frac{2L}{3} \cdot 315 \text{ Hz} = 157,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

- c) Die zweite Oberschwingung hat zwischen den Einspannstellen zwei, die dritte drei Knoten.



- d) Die Phasengeschwindigkeit auf Saiten und damit die Frequenz einer Eigenschwingung ist proportional zur Wurzel aus der Spannkraft:

$$c = \sqrt{\frac{F}{A\rho}}, \text{ oder } F = c^2 A\rho = (f\lambda)^2 A\rho.$$

$$\text{Damit gilt } \frac{F'}{F} = \left(\frac{f'}{f}\right)^2 \text{ oder } F' = F \left(\frac{f'}{f}\right)^2 = 41,9 \text{ N}.$$

Aufgabe 3:

- a) Der Abbildungsmaßstab ist $\beta' = -10$. Das Minuszeichen ist wichtig, weil bei einer einfachen reellen Abbildung eines Gegenstandes das Bild Kopf stehend ist.

Aus der Abbildungsgleichung $\frac{1}{a'} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f'}$ und dem Abbildungsmaßstab $\beta' = \frac{a'}{a}$ folgt

$$\text{die gesuchte Gegenstandsweite } a = f' \left(\frac{1}{\beta'} - 1 \right) = 100 \text{ mm} \left(\frac{1}{-10} - 1 \right) = -110 \text{ mm}.$$

- b) Die Bildweite beträgt $a' = a \cdot \beta' = +1100 \text{ mm}$.

- c) Die Energie eines Photons ist $E_{\text{ph}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1,24 \mu\text{m} \cdot \text{eV}}{\lambda} = 2,10 \text{ eV} = 3,37 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

$$\text{Damit wird der Photonenstrom } \dot{N}_{\text{ph}} = \frac{\Phi}{E_{\text{ph}}} = 5,94 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}.$$

- d) Der spezifische Widerstand des Halbleiters ist

$$\rho = \frac{1}{en(\mu_n + \mu_p)} = 68,2 \Omega \text{ cm}.$$