

---

---

Übungen und Ergänzungen zur Einführung in die Physik I  
für Studierende  
der Biologie, Pharmazie und Geowissenschaften

---

---

Serie 11 / 5. November 2019

**Lösungen**

**Aufgabe 51.**

(a) Wäre die Pfeife an beiden Enden offen, so gälte für aufeinanderfolgende Resonanzfrequenzen

$$f_n = (n + 1)f_0 \quad \text{mit } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Damit wären die Differenzen der aufeinanderfolgende Frequenzen:

$$f_0 = (1834 - 1310) = (2358 - 1834) = 524 \text{ Hz}$$

Hier entsprechen 1310 Hz dem Wert

$$n = \frac{f_n}{f_0} - 1 = \frac{1310}{524} - 1 = 1.5$$

Das kann kein erlaubter Wert sein, weil  $n$  ganzzahlig sein muss.

Ist die Pfeife an einem Ende geschlossen, so ist

$$f_n = (2n + 1)f_0 \quad \text{mit } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Damit ist die Differenz aufeinanderfolgender Frequenzen  $2f_0 = 524 \text{ Hz}$  und  $f_0 = 262 \text{ Hz}$ . Die drei Frequenzen entsprechen  $n = 2, 3, 4$

(b)

$$f_0 = 262 \text{ Hz}$$

(c)

$$L = \frac{v_{\text{Schall}}}{4f_0} = 0.324 \text{ m}$$

### Aufgabe 52.

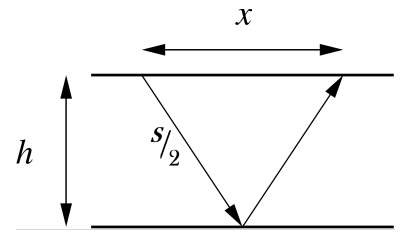
Für den Laufweg der Druckwelle gilt:

$$s = c \cdot t = 2200 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0.1 \text{ s} = 220 \text{ m}$$

Gemäss dem Satz des Pythagoras folgt:

$$\left(\frac{s}{2}\right)^2 = \left(\frac{x}{2}\right)^2 + h^2$$

$$h = \sqrt{\left(\frac{s}{2}\right)^2 - \left(\frac{x}{2}\right)^2} = \sqrt{(110 \text{ m})^2 - (100 \text{ m})^2} = 45.8 \text{ m}$$



### Aufgabe 53.

Für die logarithmische Skala der Schallintensität gilt ( $\log_{10} = \lg$ ):

$$L = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0}$$

(a) Wir nehmen an, dass die Trillerpfeifen gleich laut geblasen werden und gleich viel Lärm erzeugen. Wenn Trillerpfeifen reine Töne erzeugten oder Klänge, müssten wir im Prinzip konstruktive und destruktive Interferenzen einbeziehen. Dann wäre die gesamte Schallintensität i.A. kleiner. Für  $n$  Trillerpfeifen demnach

$$L_n = 10 \text{ dB} \cdot \lg \frac{n \cdot I_1}{I_0}$$

Für 10 Pfeifer gilt also:

$$\begin{aligned} L_{10} &= 10 \text{ dB} \cdot \lg \frac{10 I_1}{I_0} \\ &= 10 \text{ dB} \cdot \lg 10 + 10 \text{ dB} \cdot \lg \frac{I_1}{I_0} \\ &= 10 \text{ dB} \cdot \lg 10 + 120 \text{ dB} \\ &= 130 \text{ dB} \end{aligned}$$

(b) Für die Trommler gilt analog:

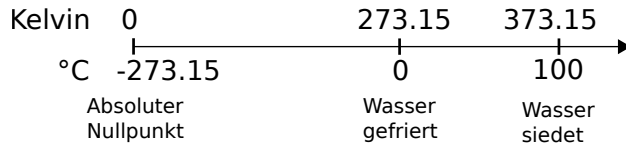
$$\begin{aligned} 10 \text{ dB} \cdot \lg \frac{n \cdot I_1}{I_0} &\geq 130 \text{ dB} \\ 10 \text{ dB} \cdot \lg n + 10 \text{ dB} \cdot \lg \frac{I_1}{I_0} &\geq 130 \text{ dB} \\ 10 \text{ dB} \cdot \lg n + 100 \text{ dB} &\geq 130 \text{ dB} \\ 10 \text{ dB} \cdot \lg n &\geq 30 \text{ dB} \\ \lg n &\geq 3 \\ n &\geq 1000 \end{aligned}$$

Also braucht es 1000 Trommler, um über die Schmerzgrenze von 130 dB zu kommen.

### Aufgabe 54.

(a) Eine Temperaturänderung um  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  entspricht einer Änderung um  $1\text{ K}$ .  
Daher gilt:  $30\text{ }^{\circ}\text{C} + 273.15\text{ K} \hat{=} 30\text{ K} + 273.15\text{ K} = 303.15\text{ K}$

(b)



(c) Erwärmen um  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  entspricht  $1\text{ K}$ . Damit ergibt sich:  $77\text{ K} + 70\text{ K} = 147\text{ K}$

### Aufgabe 55.

Beim Erwärmen vergrößert sich das Volumen des Quecksilbers auf der linken Seite. Dadurch breitet sich das Quecksilber weiter nach rechts zur Aufhängung aus, indem es die Luft zusammendrückt. Sein Schwerpunkt und damit der gesamte Schwerpunkt verschieben sich nach rechts. Deshalb steigt die linke Seite.

Bei der Erwärmung des Eisenstabes verlängert sich das Stabteil auf der linken Seite. Dadurch verschiebt sich der Schwerpunkt des Stabes nach links und deshalb sinkt die linke Seite.