

Lösungen der R-Aufgaben

1-6 Siehe Skript *Physik 3, Also fangen wir an...*

34 Aus $F_{\text{Res}} = m \cdot a$ und $F_{\text{Res}} = -D \cdot y$ kann man herleiten, dass $a = 3 \text{ m/s}^2$

35 $y(t) = \hat{y} \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$

$v(t)$, $a(t)$ siehe Seite 8 unten

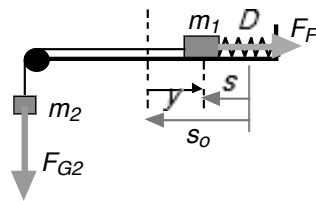
36 $f = 1.59 \text{ Hz}$ $y = 7.48 \text{ cm}$

37 zusätzliche Masse: $m = 0.125 \text{ kg}$

38 $f_1 : f_2 = 9 : 1$

39 $\hat{a}_{200} = 78.96 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $\hat{a}_{2000} = 7896 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

40 $F_{\text{res}} = Ds - m_2 g = Ds - Ds_0 = -Dy$



a) $a = \frac{Dy}{m_1 + m_2}$ b) $T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{D}}$

50 Das Auto hat in der Schneemulde eine gewisse Eigenfrequenz, mit der es hin und her schaukeln würde bis zum Stillstand im tiefsten Punkt. Leichtes Gasgeben im Rhythmus der Eigenfrequenz bewirkt eine Aufschaukelung des Autos, bis dieses über den Rand der Mulde gelangen kann. Konstantes Gasgeben hingegen würde lediglich die Mulde vertiefen.

51 Die Aufschaukelung bewirkt immer höheres Federn. Die Normalkraft ist im höchsten Punkt am kleinsten und umso kleiner je höher das Auto federt. Wenn die Normalkraft genügend klein ist, ist auch die Haftreibung genügend klein, so dass das Auto seitlich verschoben werden kann.

52 Weil sich die Wellenberge mit 2 m/s ausbreiten und 4 m Abstand haben, ist das Boot alle 2 Sekunden auf einem Wellenberg. Es schaukelt also mit der Frequenz 0.5 Hz auf und ab; das ist die Erregerfrequenz. Die Eigenfrequenz ist jene Frequenz, mit welcher das Fadenpendel auf dem Boot schwingen würde:

$$f \approx \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} = 0.5 \text{ Hz}, \text{ also: } l = 0.994 \text{ m}$$

53 $C = 35 \text{ pF} \dots 144 \text{ pF}$

56 $T \approx 53 \text{ Jahre}$; Einleitung neuer Perioden durch einen Technologiesprung.

69 a) λ halbiert sich b) λ wird verdoppelt

70 $c = 20 \text{ m/s}$

71 Vom Ausgangspunkt im Zentrum des äussersten Kreises aus macht der Floh 2 Hüpfer nach rechts, drei nach links, zwei nach rechts.

72 Es ist die Lichtgeschwindigkeit.

73 77.3 cm

79 $v = c(1 - f_Q / f_B) = c(1 - 1760 \text{ Hz} / 1975.5 \text{ Hz}) = 37.5 \text{ m/s}$

80 Siehe auch Aufgabe 78

$$f_B = f_Q \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}} = 717 \text{ Hz}$$

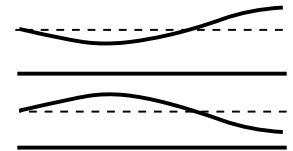
81 a) Abstand der Ohren $\approx 15 \text{ cm}$
Zeitunterschied etwa $\approx 4 \cdot 10^{-4} \text{ s}$

b) Ortungs-Schwierigkeiten bei Schallwellen mit der Wellenlänge $\lambda \approx 15 \text{ cm}$ oder einem ganzzahligen Vielfachen davon, das entspricht einer Frequenz von etwa 2300 Hz oder einem ganz zahligen Vielfachen davon. Kurz: Töne über 2000 Hz sind schwierig zu Orten.

91 2 Hz

112 Ausprobieren und erklären mit der Länge der Luftsäule im Innern der Flasche.

113 Links ist ein festes Ende, rechts ein freies; Wellenmedium ist ein-dimensional und fest; Bsp. lange Nadel, Autoantenne; 2. Eigenschwingung



114 Resonanz des Seiles: Das Seil macht die dritte Eigenschwingung mit der Eigenfrequenz

$f_3 = 3 \cdot \frac{c}{2l}$, welche offenbar mit der Erregerfrequenz (1000 U/min = 16.7 Hz) übereinstimmt. Daraus ergibt sich: $c \approx 78 \text{ m/s}$.

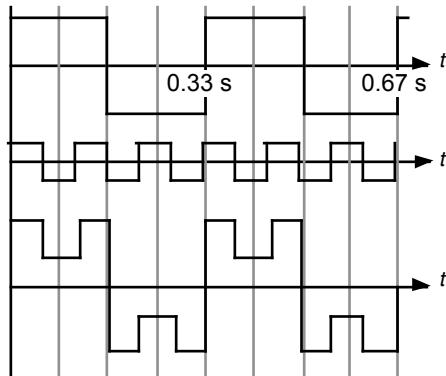
115 Man kennt also die Frequenz von f_n und f_{n+1} . n ist die noch unbekannte Nummer der tieferen Eigenfrequenz. Für die Eigenfrequenz f_n gilt: $f_n = n \cdot f_1$.

Deswegen kann man zeigen, dass die Differenz der benachbarten Eigenfrequenzen gleich der Grundfrequenz f_1 ist: $f_{n+1} - f_n = f_1(n+1 - n) = f_1$.

In diesem Beispiel ist das 2.5 Hz. Die 30-Hz-Schwingung ist somit die 12. Eigenschwingung. Diese hat (bei zwei festen Enden) 12 Bäuche. Die Seillänge beträgt somit $12 \cdot 20 \text{ cm} = 2.4 \text{ m}$. Wellengeschwindigkeit: $c = 12 \text{ m/s}$

116 a) $l = 0.32 \text{ m}$ b) 1. und 3. Eigenschwingung

- 117 Es gibt keine eindeutige Lösung, denn das Frequenzspektrum sagt nichts aus über die Phasenlage der Schwingungen. Die skizzierte Lösung ist eine Möglichkeit.



- 118 Der Klavierklang ist runder, voller als derjenige des Cembalos. Das Cembalo tönt schärfer, gläserner, schriller. Der Grund dafür: Das Cembalo hat mehr Obertöne mit höheren Frequenzen und zudem haben der dritte und fünfte Oberton die grösste Intensität (Amplitude), während es beim Klavier der Grundton ist. Die Gründe für die Unterschiede der Klangspektren liegen in der Technik der Klangerzeugung (anzupfen oder anschlagen) und in der Bauweise der Seiten und Resonanzkasten. Die Kurve unten links bedeutet, dass das Klangspektrum nicht nur aus den harmonischen Obertönen (ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz) besteht, sondern auch aus fast beliebigen Frequenzen mit kleiner Intensität.
- 119 Für eine Medium mit einem freien und einem festen Ende gilt:

$$f_{n+1} - f_n = \frac{c}{4l} (2(n+1) - 1) - \frac{c}{4l} (2n - 1)$$

$$f_{n+1} - f_n = \frac{c}{4l} \cdot 2 = 2 \cdot f_1 = \frac{c}{2l} = 270 \text{ Hz}$$

$$c = 270 \text{ Hz} \cdot 2 \cdot l = 540 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$